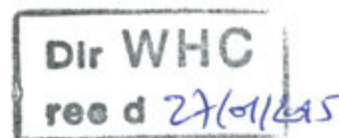




Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

DÉLÉGATION PERMANENTE DE LA FRANCE
AUPRÈS DE L'UNESCO



6 N° 2015.122
→ EVR

L'Ambassadeur
Délégué permanent

N° 2015-074928

Paris, le 27 janvier 2015

Monsieur le Directeur,

Conformément à la décision 37 COM 7B.74 du Comité du patrimoine mondial adoptée en 2013 lors de sa 37ème session à Phnom Penh, je vous prie de bien vouloir trouver ci-joint un état de conservation du bien *Sites préhistoriques et grottes ornées de la vallée de la Vézère (C85)*.

Ce document, qui vous est remis en deux exemplaires papier et deux CD Rom, fait le point sur la contamination de la grotte de Lascaux par des micro-organismes et les réponses qui ont été mises en place par la conservation régionale des monuments historiques. Il revient également sur la politique très restrictive d'accès à la grotte, réservé aux personnels les plus qualifiés.

Il évoque ensuite les recherches qui ont été menées depuis 2013 concernant notamment l'écologie microbienne, les contextes géologiques, géomorphologiques et pédologiques de la grotte, les vermiculations ainsi que les transferts d'eau et de matière carbonée dans la zone vadose du karst de la grotte de Lascaux.

Le document détaille enfin le nouveau modèle numérique de la grotte de Lascaux, qui aidera à développer le simulateur chargé d'analyser les évolutions climatologiques à l'intérieur de la grotte. C'est ce modèle qui sert également de base à la réalisation du futur fac-similé de la grotte de Lascaux, dans le cadre du Centre international de l'art pariétal.

Ce nouvel équipement, communément baptisé « Lascaux IV », qui reçoit un financement important du ministère de la Culture et de la communication, est en cours de construction sur la commune de Montignac et devrait être inauguré au printemps 2016.

En déplaçant au pied de la colline de Lascaux la forte fréquentation touristique engendrée par le premier fac-similé conçu il y a plus de quarante ans, le Centre international de l'art pariétal conduira à une sanctuarisation durable de la colline, contribuant ainsi fortement à la préservation et à la valorisation du bien *Sites préhistoriques et grottes ornées de la vallée de la Vézère*, dont la grotte de Lascaux est l'élément le plus remarquable.

Je vous prie de croire, Monsieur le Directeur, à l'assurance de ma considération distinguée.

Bien à vous,


Philippe Lalliot

Monsieur Kishore RAO
Directeur du Centre du Patrimoine mondial de l'UNESCO
7, Place Fontenoy
75007 Paris

Ministère de la culture et de la communication

LA GROTTTE DE LASCAUX

**Montignac – Dordogne – France
(C 85)**

Rapport sur l'état de conservation de la grotte au 31 janvier 2015

Dossier d'information pour le Centre du Patrimoine Mondial



Diverticule Axial – Cheval renversé © Norbert Aujoulat - MCC – CNP

LA GROTTTE DE LASCAUX
Montignac - Dordogne
France
(C85)

Rapport sur l'état de conservation de la grotte au 31 janvier 2015
Dossier d'information pour le Centre du Patrimoine Mondial

Ministère de la Culture et de la Communication

Dès les premiers jours qui suivent sa découverte, le 12 septembre 1940, la grotte de Lascaux est considérée comme un chef d'œuvre de l'art pariétal, suscitant enthousiasme et fascination. Très vite, elle devient un gisement préhistorique de référence internationale aussi célèbre dans le monde pour la richesse de son décor pariétal que les dangers constants qui la menacent.

Victime de son succès, les conséquences sur la conservation de la grotte ne tardent pas à apparaître, l'engouement des visiteurs et les adaptations par l'homme moderne ayant fortement contribué à déstabiliser son fragile écosystème.

De crises en solutions, la grotte de Lascaux fait désormais l'objet d'une surveillance constante car la relative stabilité microbiologique aujourd'hui atteinte, reste fragile.

Depuis maintenant plus de 6 ans, après l'importante crise microbiologique de 2001, la France transmet au Comité du patrimoine mondial de l'Unesco un bilan sur l'état de la grotte. Compte tenu des améliorations obtenues et de la relative stabilité de la grotte, à la demande du Comité du patrimoine mondial de l'Unesco, ce rapport est devenu bi-annuel depuis 2011.

Lors de la 37^{ème} session du Comité du patrimoine mondial de l'Unesco, qui s'est tenue à Phnom Penh, en juin 2013, il a été demandé à la France, par décision 37 COM 7B.74, de soumettre un rapport d'avancement sur l'état de conservation du bien et sur la mise en œuvre des recommandations du Comité, avant le 1er février 2015.

Le présent dossier établi par le Ministère de la Culture et de la Communication fait le point sur les travaux et les recherches menés ces deux dernières années, pour la conservation de la Grotte de Lascaux, inscrite depuis 1979 sur la liste du patrimoine mondial parmi un ensemble de quinze "Sites préhistoriques et grottes ornées de la Vézère".

1. Lascaux au 31 janvier 2015

Une grotte convalescente

La décision prise en 2008, et confirmée par les membres du Conseil scientifique présidé par le Professeur Yves Coppens, de ne plus recourir à des traitements biocides dans la grotte a été, ces deux dernières années, à nouveau respectée, sachant que la relative stabilité de la grotte justifie ce non interventionnisme.

Toutefois, cette stabilité demeure fragile et nécessite une surveillance rigoureuse de la grotte. Elle se traduit par un suivi minutieux et régulier confié au personnel de site, ainsi qu'à une équipe de restaurateurs. Un contrôle des parois, des paramètres climatiques et hygrothermiques de la grotte est effectué par les agents du site, de manière hebdomadaire, auquel vient s'ajouter l'intervention mensuelle d'un binôme de restaurateurs, chargés d'évaluer l'état des parois et d'en apprécier les éventuelles évolutions. L'enlèvement des moisissures sur les zones non ornées et accessibles, après accord du conservateur de la grotte, Mme Muriel Mauriac, avec des pinceaux doux et des instruments de chirurgie, permet d'abaisser la masse de matière organique dans la grotte et donc la réserve de contaminant.

Si quelques nouvelles apparitions ont été relevées, l'observation des parois de la grotte montre une contamination par des micro-organismes visibles peu évolutive ces deux dernières années, demeurant plutôt faible et sans variation notable dans la localisation des zones contaminées (*Annexe 1*).

La contamination de la grotte par des duvets blancs, ces petites plages blanches très fines, demeure faible, voire nulle dans certains secteurs, comme la *Salle des Taureaux* et le *Diverticule Axial*, d'une grande stabilité depuis maintenant près de 8 ans. Des duvets blancs sont ponctuellement observés dans le *Passage* et l'*Abside*, secteurs les plus confinés et les plus réactifs aux variations climatiques et micro-climatiques.

En ce qui concerne les recouvrements sombres apparus en mars 2006 dans le Diverticule de droite (*Passage, Abside, Nef*), si visuellement ces recouvrements tendent à pâlir, passant d'un noir profond, en 2006, à un gris pâle, leur persistance est évidemment regrettable. Par ailleurs, quelques nouvelles taches, dans des secteurs déjà contaminés, ou extensions de taches ont été notées, sur la voûte du *Passage* et la voûte à l'entrée de la *Nef*. Il importe de rappeler que l'extrême fragilité du substrat dans ces secteurs, un calcaire gréseux anciennement très érodé, rend impossible le nettoyage de ces micro-organismes.

Quelques régressions spontanées, intervenues sans nettoyage manuel ni traitement biocide, ont été relevées, notamment sur la voûte de l'*Abside*.

Enfin, les observations effectuées une fois par an dans les zones les plus isolées que sont le *Puits*, la *Grande Diaclase* et le *Cabinet des Félin*s, confirment la grande stabilité et le très bon état de conservation de ces espaces de la grotte, historiquement très peu fréquentés.

En octobre 2009, la présence limitée de vermiculations a été signalée dans la *Salle des Taureaux*. Phénomène d'origine naturelle observé dans d'autres grottes et déjà mentionné à Lascaux antérieurement, ces petits dépôts millimétriques résultent d'un phénomène complexe de transport de particules sédimentaires.

Afin d'appréhender au mieux l'évolution de ce phénomène, les agents responsables du site effectuent un contrôle hebdomadaire des parois, et un suivi photographique des zones concernées a lieu tous les deux mois environ. L'exploitation des clichés à l'extérieur de la grotte permet une surveillance très précise tout en limitant la présence humaine in situ, moins de 2 heures-hommes par campagne photographique.

La trentaine de couvertures photographiques effectuées depuis les premières observations, ont permis d'étudier l'évolution des surfaces déjà affectées mais aussi de déceler d'éventuelles nouvelles apparitions. Ce travail de suivi comparatif fait apparaître le faible caractère évolutif du phénomène, peu de nouvelles vermiculations ayant été dénombrées (**Annexe 2**).

Ainsi, au cours des deux années écoulées, une trentaine de nouvelles vermiculations, millimétriques, et une vingtaine de changements de forme, ont été relevées. Le secteur concerné par ce phénomène reste la paroi gauche de la *Salle des Taureaux*, au niveau d'un joint de stratification, dans le secteur proche de l'entrée, là où les arrivées d'eau sont incontrôlables. Les relevés effectués depuis 2009 laissent supposer que les évolutions tendent à se produire préférentiellement à la jonction de l'été et de l'automne.

2. Une politique d'accès à la grotte très restrictive

Sur la base des études climatiques actuelles et du nombre d'heures considéré comme acceptable afin de perturber le moins possible le fragile équilibre micro-climatique de Lascaux, l'accès à la grotte est toujours rigoureusement limité. Ainsi, en 2013, le temps de présence a été de 391 heures-homme dans la partie ornée de la grotte et de 193 heures-homme dans le secteur vestibulaire, à savoir les parties techniques que sont les sas et la salle des machines. En 2014, le temps de présence a été de 344 heures-homme dans la partie ornée et de 155 heures-homme dans le secteur vestibulaire. À titre indicatif, en 2012 la présence humaine était respectivement de 454 heures-homme dans la partie ornée et de 253 heures-homme dans le secteur vestibulaire. La gestion de la présence humaine constitue un enjeu important en matière de conservation et en particulier dans l'équilibre climatique de la grotte. Aussi, un planning prévisionnel annuel, avec une visibilité précise à six mois minimum, permet de répartir au mieux les différentes interventions.

La relative stabilité de la grotte d'un point de vue microbiologique a permis de maintenir les interventions des restaurateurs sur un rythme mensuel.

Par ailleurs, dans la continuité des travaux entrepris ces dernières années, des interventions ponctuelles sur les installations techniques obsolètes ont été poursuivies, toujours dans un cadre horaire restreint prédéfini et dans le respect du protocole d'accès à la grotte.

3. Une recherche scientifique au service de la conservation de la grotte

Bien que relativement stable, la grotte de Lascaux reste un écosystème fragile. C'est donc dans une perspective de recherche appliquée à sa conservation que le conseil scientifique a souhaité que soient poursuivis ou initiés différents programmes de recherche.

- ***Programme de recherche relatif à “L’écologie microbienne de la grotte de Lascaux”, coordonné par le Professeur Yvan Möenne-Loccoz, microbiologiste, directeur de l'UMR CNRS écologie microbienne - Université de Lyon (2014-2016)***

Arrivé à son terme fin 2011, le programme relatif à “L’écologie microbienne de la grotte de Lascaux” conduit par l’Institut National de la Recherche Agronomique de Dijon et l’Instituto de Recursos Naturales y Agrobiologia de Séville, a fait l’objet d’une évaluation par les membres du conseil scientifique. Destiné à mieux connaître le paysage microbiologique de la grotte, ce programme faisait appel à des spécialistes de différentes institutions, favorisant ainsi les échanges scientifiques.

Compte tenu de l'intérêt de ces travaux, le Conseil scientifique a souhaité que cette approche fine de l'écosystème soit poursuivie. Sur la base du cahier des charges établi par le Conseil scientifique et transmis au Ministère de la culture et de la communication (Groupe maîtrise d'ouvrage), à l'automne 2012, la Conservation régionale des monuments historiques d'Aquitaine a lancé un appel d'offres en janvier 2013, en vue de recruter le coordinateur de ce nouveau programme relatif à “L’écologie microbienne de la grotte de Lascaux”. Après analyse par le conseil scientifique des offres remises à l'administration, le marché a été attribué au Professeur Yvan Möenne-Loccoz, microbiologiste, directeur de l'UMR CNRS écologie microbienne, à l'université de Lyon 1.

Ce programme, prévu sur trois années, devrait déboucher sur une meilleure compréhension des micro-organismes responsables des contaminations visibles à travers la caractérisation des agents producteurs des taches et leur caractérisation biochimique (**Annexe 3**).

Dans la continuité de ce qui avait été initié lors du précédent programme de recherche, la démarche développée vise à prendre en considération l'ensemble des communautés microbiennes et leurs équilibres pour agir sur le biotope qui favorise l'apparition de déséquilibres plutôt que d'éliminer les espèces apparemment dominantes.

- ***Étude des contextes géologiques, géomorphologiques et pédologiques de la grotte de Lascaux (2013-2014)***

Afin de mieux cerner les transferts entre la surface du massif et la grotte de Lascaux et ainsi mieux comprendre le fonctionnement hydrogéologique et climatique de la cavité, il est apparu essentiel de connaître avec finesse la géométrie de l'encaissant ainsi que la nature du matériel qui recouvre le massif. Les résultats géophysiques menés dans le cadre de la thèse de Benjamin Lopez (*“Les processus de transfert d'eau et de dioxyde de carbone dans l'épikarst”* - 2009) avaient mis en évidence des discontinuités importantes dans l'encaissant sans pour autant en définir l'origine et leur distribution spatiale. Le travail entrepris dans le cadre de cette étude interdisciplinaire visait à sérier les discontinuités spatiales de l'encaissant et à préciser la nature des différents matériaux présents dans la zone proximale d'alimentation de la grotte. La couverture bio-pédologique a également été prise en compte afin de compléter l'étude des transferts surface/grotte.

Les objectifs définis par le conseil scientifique ont permis de développer l'étude selon 4 axes principaux :

- ***Étude de la topographie du toit des calcaires et des principales discontinuités structurales*** (Colette Sirieix et S. Xu - laboratoire I2M-CGE, université de Bordeaux)

Préciser la forme des remplissages et expliquer leurs natures différentes, préciser la morphologie de l'enveloppe calcaire.

- ***Étude des formes et formations anciennes de surface et de sub-surface dans le périmètre de protection et à l'échelle de la colline de Lascaux*** (Laurent Bruxelles - INRAP et Hubert Camus – Protée)

Comprendre le creusement de la grotte et estimer sa vulnérabilité.

- ***Caractérisation de la couverture pédologique*** (Jérôme Poulenard - Laboratoire EDYTEM, Université de Savoie)

Établir une cartographie des types de sol ainsi qu'une cartographie et une caractérisation de la matière organique et de la microbiologie des sols.

- ***Étude des boisements*** (Stéphane Perrin, expert forestier - Fôret Conseil)

Établir la cartographie et la caractérisation des peuplements, ainsi qu'une proposition de plan de gestion à court et long termes du couvert végétal.

Interdisciplinaire, cette « *Étude des contextes géologiques, géomorphologiques et pédologiques de la grotte de Lascaux* » a rassemblé différents laboratoires, selon les thématiques propre à chaque volet. Décomposée selon quatre axes de recherche, l'étude s'est déroulée entre 2013 et 2014, et a abouti à une synthèse de différents travaux produite par Laurent Bruxelles (**Annexe 4**).

Le croisement des résultats obtenus a d'ores et déjà renforcé la connaissance du contexte physique et environnemental dans lequel se trouve la grotte et permettra une prise en compte affinée de la géométrie et de la nature des formations géologiques, dans les transferts passés, récents et à venir entre la surface et la grotte.

L'étude a montré la nécessité d'intervenir très rapidement sur la végétation de la colline. Le plan de gestion, soumis au conseil scientifique qui l'a validé en décembre 2014, prévoit la réalisation d'un pare-feu aux abords de la grotte, des campagnes de débroussaillage, ainsi que l'abattage raisonné des arbres sénescents. Le tracé du pare-feu est situé suffisamment à distance de la grotte, légèrement en contrebas et en aval du pendage, pour ne pas modifier son équilibre environnemental. L'abattage des arbres les plus menaçants, en particulier ceux situés au dessus de la grotte, concerne 33 pins sur 512 arbres, soit moins de 8 % du couvert végétal.

Cette étude a été développée dans une approche globale visant à acquérir des connaissances sur l'environnement de la grotte. Ces connaissances pourront être mobilisées, tant dans la définition des modes de gestion du site, notamment dans le cadre de la sanctuarisation de la colline, que par les différents programmes de travail en cours et à venir sur la grotte de Lascaux.

- *Programme de recherche relatif aux vermiculations coordonné par Pierre-Yves Jeannin, Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie, ISSKA (2015-2017)*

Bien qu'il s'agisse d'un type de dépôts courant en milieu souterrain, il existe très peu de données scientifiques publiées dans ce domaine. Aussi l'administration a-t-elle souhaité la mise en place d'un protocole d'étude, coordonné par le Conseil scientifique. Ce protocole avait pour objectif d'évaluer le degré de connaissance du processus des vermiculations pour juger de la nécessité de lancer un programme de recherche plus conséquent répondant aux attentes de conservation de la grotte de Lascaux. Les résultats issus de cette étude ont été présentés devant le conseil scientifique, en mars 2012 et ont permis de définir le contenu d'une étude interdisciplinaire, intéressant différents axes de recherche.

À l'appui du cahier des charges établi par le Conseil scientifique et remis au groupe maîtrise d'ouvrage, à l'automne 2012, la conservation régionale des monuments historiques d'Aquitaine a lancé un appel d'offres, en janvier 2013. Déclaré sans suite, une réécriture du cahier des charges, davantage resserré, a permis d'attribuer le marché à Pierre-Yves Jeannin, karstologue et directeur de l'*Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie, ISSKA*, à l'issue d'un nouvel appel d'offres lancé en juillet 2014 ([Annexe 5](#)). L'étude qui débutera au premier trimestre 2015 se déroulera sur trois ans. Des rapports intermédiaires seront remis tous les ans. Cette étude se décompose selon 6 axes de recherche ([Annexe 6](#)) :

- *Distribution spatiale des vermiculations*

Comprendre la répartition spatiale des vermiculations dans la grotte de Lascaux (anciennes et actuelles) en lien avec ses caractéristiques morphologiques, morphogéniques et hydroclimatiques.

- *Transferts hydrologiques, thermiques et physico-chimiques*

Cerner les interactions entre les phénomènes d'évaporation/condensation, le fonctionnement hydro-climatique et les vermiculations de la grotte de Lascaux.

- *Caractérisation physico-chimique et microbiologique des vermiculations*

Caractériser la nature des particules composant les vermiculations et poser le rôle potentiel des communautés microbiennes dans l'activité et la genèse des vermiculations.

- *Expérimentation et Modélisation*

Contraindre le modèle conceptuel sur les vermiculations par des approches expérimentales et modélisatrices.

- *Vulnérabilités et suivis des panneaux ornés de la grotte de Lascaux*

Définir les vulnérabilités, spatiales et temporelles, de la cavité sur la base des résultats des observations, des analyses, de l'expérimentation en laboratoire et de la modélisation du phénomène des vermiculations.

- *Conclusions et recommandations*

Poser les bases des modalités d'intervention dans le cas de généralisation du phénomène des vermiculations, avec une attention particulière portée aux effets secondaires potentiels des interventions envisagées.

• *Étude et analyse des transferts d'eau et de matières carbonées dans la zone vadose du karst : application au site de la grotte de Lascaux – Thèse doctorale, Nicolas Houillon, Laboratoire I2M-CGE – Université Bordeaux 1*

Dans la continuité de la thèse soutenue par Benjamin Lopez en 2009 sur "*Les processus de transfert d'eau et de dioxyde de carbone dans l'épikarst*", une nouvelle thèse relative à l'étude des transferts d'eau, de gaz et de matières vers la grotte a été initiée en octobre 2013. Il s'agit d'apporter des réponses aux questions complexes, mais essentielles, en ce qui concerne les mécanismes d'écoulement du système karstique, la chimie des eaux, l'origine et la diffusion du CO₂.

La thèse de doctorat menée depuis un an par Nicolas Houillon, sous la direction de Roland Lastennet et d'Alain Denis au sein du laboratoire I2M-GCE (Université de Bordeaux), porte sur la compréhension des processus de transferts d'eau et de matières carbonées sous formes gazeuse et dissoute dans la zone vadose du karst de la colline de Lascaux. Cette étude vise à répondre à des questions intéressant la conservation de la grotte, en en

précisant la distribution du dioxyde de carbone dans le massif et dans la grotte. Il est également prévu d'étudier les conditions d'équilibre des eaux aux parois en fonctionnement naturel et anthropique (pompage du dioxyde de carbone) en mettant en place un suivi géochimique pérenne dans le sas 1 de la grotte, zone vestibulaire, non ornée. Il s'agit de préciser les effets possibles de l'extraction de l'air dans le *Puits du Sorcier* sur les paramètres hydro-climatiques de la grotte et donc sur sa conservation (Annexe 7).

Cette première année d'étude a permis la mise en place de plusieurs dispositifs de mesures et de prélèvements. Une parcelle expérimentale pour l'étude de la dynamique du dioxyde de carbone dans l'épikarst ainsi qu'un dispositif de suivi en continu de l'émergence épikarstique de Lascaux ont été développés et installés.

Ces nouveaux dispositifs de mesures en continu viennent s'ajouter aux capteurs déjà présents (3 stations climatologiques externes, plus de 60 capteurs de température, 9 capteurs de dioxyde de carbone) qui enregistrent des données toutes les minutes depuis le mois de Juillet 2012.

L'étude de ces nouvelles mesures couplée à l'analyse des données disponibles et aux différents prélèvements réalisés sur le site de Lascaux (eaux et gaz), ont mis en lumière des résultats inédits. Le traitement des données issues des mesures de la parcelle expérimentale, révèlent que les teneurs en dioxyde de carbone enregistrées en continu dans l'épikarst sont plus importantes que dans les formations détritiques sablo-argileuses associées. Ces valeurs élevées mesurées dans ce compartiment du système karstique (jusqu'à 6,5%), sont concordantes avec celles de la pression partielle de dioxyde de carbone à saturation de l'eau de l'émergence épikarstique (>5 %) déterminée grâce aux équilibres calco-carboniques, mais aussi avec les teneurs en dioxyde de carbone retrouvées dans certaines zones profondes de la cavité. De plus, l'étude de l'évolution des teneurs en dioxyde de carbone dans la cavité montre une dynamique différente selon les périodes de l'année. Les masses d'air de plusieurs zones de la cavité (*Salle des Taureaux*, *Diverticule Axial*, *Passage*, haut de la *Nef* et *Puits du sorcier*) sont indépendantes d'Octobre à Février puis s'homogénéisent de Mars à Septembre. L'évolution saisonnière des températures semble être un des facteurs prépondérants dans la mise en place des cellules de convection dans ces zones de la cavité. Il est également mis en évidence que les teneurs en dioxyde de carbone jouent un rôle dans la mise en place de ces cellules de convection de par leur influence sur la masse volumique des masses d'air. La teneur en dioxyde de carbone des masses d'air des zones plus profondes de la cavité (*Galerie Mondmilch* et *Cabinet des Félines*) présente une dynamique saisonnière que l'on retrouve classiquement dans d'autres grottes de la région.

Ces observations montrent l'importance de la teneur en dioxyde de carbone dans la compréhension de l'aérologie de la grotte et pourront être utiles pour améliorer le simulateur de Lascaux. Cependant, elles ne retranscrivent pas le comportement aérologique « naturel » de la grotte. Le travail de thèse va donc se poursuivre par une étude spécifique de l'influence du dispositif d'extraction sur l'aérologie et sur les équilibres calco-carboniques des eaux aux parois.

- **Réalisation du nouveau modèle numérique de la grotte de Lascaux**

La réalisation du nouveau relevé 3D de la grotte de Lascaux, dont le principe avait été très favorablement accueilli par le Conseil scientifique, en juin 2012, a été menée selon un planning très strict, préalablement établi. Le scan complet de la grotte a été réalisé entre septembre et décembre 2012. L'acquisition des données colorimétriques s'est déroulée de manière fractionnée, tout au long de l'année 2013, afin de répartir au mieux les temps de présence humaine. Ce travail n'a pas induit de perturbations sur la grotte. L'année 2014 a été consacrée au mappage des images dans le modèle numérique. Outre une relecture des œuvres, ce nouveau relevé permettra la validation d'hypothèses difficiles à mettre en œuvre dans le réel et offrira de multiples possibilités en matière de valorisation auprès de tous les publics (publics handicapés, public scolaire...) à travers une offre renouvelée sur différents supports (internet, terminaux mobiles...).

Les développements technologiques depuis la campagne d'acquisition entreprise en 2003 ont permis d'augmenter la finesse de définition du relevé 3D grâce à l'utilisation d'une nouvelle génération de scanner ayant une résolution submillimétrique et d'une rapidité accrue : environ 500 000 points à la seconde contre 80 avec le scanner utilisé en 2003. La résolution du maillage a ainsi été grandement améliorée. La couverture photos réalisée permet de disposer d'images entre 25 et 32 millions de pixels là où nous disposions, après la campagne photographique de 2003, d'images de 6,5 millions de pixels (**Annexe 8**).

Le nouveau relevé de la grotte avec les images mappées a été remis au conseil général de la Dordogne au cours de l'année 2014, dans le cadre du futur Centre international de l'art pariétal - « Lascaux IV », afin de permettre la réalisation du fac-similé de la grotte et le développement des outils multimédias prévus dans le centre.

Il doit également servir à développer la pertinence du simulateur numérique conçu en partenariat avec l'université de Bordeaux I et dont l'objectif est d'analyser les évolutions climatologiques à l'intérieur de la cavité.

- **Le Simulateur Lascaux**

Dans une grotte aussi bien fermée et superficielle que Lascaux, le climat intérieur est directement lié à l'évolution du climat extérieur. Ainsi, la température moyenne dans la grotte est équivalente à la température moyenne annuelle en extérieur, avec un décalage temporel correspondant au transfert de l'onde thermique dans l'épikarst (**Annexe 9**).

A partir du *Simulateur*, un modèle de prévision du climat interne, basé sur la connaissance du climat extérieur, a été développé afin d'imaginer l'évolution du microclimat lors d'années ou de saisons particulières. L'objectif de ce travail est de permettre, de manière préventive et dans la mesure du possible, la mise en œuvre des mesures en fonction du climat prévu dans la grotte et de la présence, ou non, de convection naturelle.

Simultanément, des travaux ont été initiés afin d'intégrer la question du CO₂ dans la réflexion menée sur les échanges de flux dans la cavité. Le CO₂ étant un marqueur des mouvements d'air, le recours au *Simulateur* permettra de visualiser le renouvellement de l'air. Toutefois, dans la mesure où le taux de CO₂ modifie la densité de l'air, il doit être inclus préalablement dans la modélisation de cette dernière.

Enfin, la prise en compte de l'hétérogénéité de l'épikarst, devrait offrir une meilleure connaissance des paramètres thermiques et physiques et ainsi améliorer les modèles théoriques de flux.

4. Une communication assidue

Conscient de la nécessité de transparence et d'informer la communauté scientifique et le grand public, le Ministère de la Culture et de la Communication (Direction générale des Patrimoines, Direction régionale des affaires culturelles d'Aquitaine) a poursuivi ses actions de communication. La grotte étant relativement stable d'un point de vue microbiologique, c'est surtout autour des travaux de recherches liés à la conservation de la grotte de Lascaux que ces actions ont été conduites.

A l'issue de chaque conseil scientifique, un relevé de conclusion faisant le point sur l'état de conservation de la grotte, ainsi que sur les interventions et programmes de recherche menés à Lascaux, est mis en ligne sur le site du ministère de la Culture et de la Communication - <http://www.archeologie.culture.gouv.fr/>, rubrique "Chronique de Lascaux". Par ailleurs, les nombreuses conférences et interviews données par le Professeur Yves Coppens sont autant d'occasions de communiquer sur l'état de la grotte.

A la fois projets culturel et de développement territorial, l'exposition itinérante « Lascaux révélé » et le futur Centre international de l'art pariétal – Lascaux IV font l'objet d'une importante couverture presse qui offre de nombreuses opportunités de communiquer à travers le monde sur les mesures de conservation mises en œuvre à Lascaux et qui constituent aujourd'hui un cadre de référence pour l'ensemble des grottes ornées.

- ***Le succès de Lascaux Révélé – l'exposition internationale***

Cette exposition conçue autour de 5 fac-similés grandeur nature, permet à un large public de découvrir des scènes moins connues que les célèbres Taureaux de Lascaux. On peut ainsi y admirer le *panneau de l'Empreinte*, le *panneau de la Vache Noire*, le *panneau des Cerfs*, le *panneau des Bisons Adossés* et la *scène du Puits*, éléments de la *Nef* non reproduits dans le fac-similé Lascaux II. Cette exposition, dont la maîtrise d'ouvrage est assurée par le Conseil général de la Dordogne, a été financée par l'État, la Région Aquitaine, le Département de la Dordogne et l'Union Européenne.

Présentée en avant-première à Bordeaux (Cap Sciences, octobre 2012 - janvier 2013), l'exposition « Lascaux révélé » y a rencontré un très grand succès (plus de 100 000 visiteurs en seulement deux mois et demi), preuve, s'il en était besoin, de l'immense intérêt que suscite la grotte auprès d'un vaste public. D'autres villes à travers le monde ont ensuite accueilli cette exposition : Chicago (*Field Museum*, mars - septembre 2013), Houston (*Houston Museum of Natural Science*, novembre 2013 - mars 2014), Montréal (*Centre des Sciences*, avril - septembre 2014), Bruxelles (*Musée du Cinquantenaire*, novembre 2014 - mars 2015). L'exposition est attendue à Tokyo, en 2016 (*Musée National de la Nature et des Sciences*).

Dans le cadre de l'exposition, Muriel Mauriac, le conservateur de la grotte a donné plusieurs conférences faisant ainsi le point sur la conservation et la recherche à Lascaux.

5. Sanctuarisation et valorisation de la colline de Lascaux

La sanctuarisation de la colline à des fins conservatoires est aujourd'hui considérée, de manière partagée, comme une nécessité absolue et la création du Centre international de l'art pariétal – Lascaux IV, participe de cette démarche. L'État, Ministère de la Culture et de la Communication, propriétaire de la grotte, constitue un partenaire important dans la mise en œuvre de ce projet, élaboré en étroite relation avec le conseil général de la Dordogne et le conseil régional d'Aquitaine.

• « Lascaux IV » : un projet partagé

Une convention de partenariat a été signée par l'État, le Conseil général de la Dordogne et le Conseil régional d'Aquitaine, en juin 2012, sur la base d'un budget prévisionnel de 50 M€ HT, complétée, en novembre 2013, par un avenant définissant la répartition financière de l'opération.

Outre un soutien financier de 4 millions d'euros apporté par le Ministère de la Culture et de la Communication à ce projet, l'État a fourni l'ensemble des relevés numériques de la grotte réalisés entre septembre 2012 et juillet 2013 permettant la réalisation des fac-similés physiques et virtuels devant prendre place dans le centre. Par ailleurs, plusieurs agents des services centraux et déconcentrés du ministère participent activement aux instances en charge de définir les orientations stratégiques et les contenus scientifiques du futur centre, dans la problématique desquels la conservation de la grotte représente un enjeu important.

Soucieux d'accompagner au mieux le projet dans toutes ses étapes, les partenaires institutionnels que sont L'État, la Région Aquitaine et le Département de la Dordogne ont mis en place une gouvernance active et structurée. Elle s'organise autour de trois organes de travail distincts :

- ***Un comité de pilotage.*** Placé sous la présidence du préfet de région, il se réunit deux à trois fois par an et valide les grandes orientations du projet.

- ***Un comité technique de suivi.*** Placé sous la présidence du directeur général des services du Conseil général de la Dordogne, il se réunit tous les deux mois environ et encadre le suivi administratif et technique du dossier.

- ***Un collège d'experts.*** Composé de conservateurs, d'universitaires et de chercheurs en préhistoire, parmi lesquels figurent Jean Clottes et Jean-Michel Geneste, ce collège est chargé de la validation scientifique du scénario de visite et des contenus du futur centre.

Implanté au pied de la colline de Lascaux, la réalisation de ce centre dédié à l'art pariétal a été confiée, après concours en 2012, au cabinet norvégien Snøhetta. Il intégrera un nouveau fac-similé de la totalité de la grotte, celui de Lascaux II n'offrant qu'une restitution partielle de celle-ci (*Salle des Taureaux* et *Diverticule Axial*).

Dans le cadre de la sanctuarisation de la colline de Lascaux, le contournement routier d'accès au site du Régourdou a été réalisé par le Conseil général de la Dordogne, empêchant désormais, sauf urgence ou exception, toute circulation automobile à proximité de la grotte. Des barrières ont été placées à chaque extrémité de la route d'accès à la grotte de Lascaux et des panneaux interdisant l'accès ont été posés par les services municipaux de Montignac (*Annexe 10*).

Si les conditions d'exploitation du fac-similé Lascaux II restent à préciser, il est d'ores et déjà acquis que l'accès des éventuels visiteurs sur le site se fera à pied ou en navette électrique. Cette restriction s'accompagnera de la suppression de l'aire de parking située à proximité de la grotte qui sera revégétalisée. La gestion du centre ayant été confiée, après appel d'offres, à la SEMITOUR, société d'économie mixte propriétaire et exploitant de Lascaux II, la mise en œuvre de la sanctuarisation du site devrait en être facilitée.

• « *Lascaux IV* » : une implantation sous surveillance

Préalablement aux travaux, un diagnostic archéologique a été réalisé dans la zone concernée par la construction du bâtiment et ses infrastructures afin de rassembler les informations relatives au matériel archéologique dans son contexte sédimentaire (*Annexe 11*). L'étude portait principalement sur la présomption de vestiges issus des périodes historiques, de l'Antiquité au Moyen-Age. Mais sa position favorable sur un replat de la terrasse alluviale de la Vézère pouvait laisser supposer une installation plus ancienne issue de la Préhistoire récente. Le diagnostic a confirmé deux phases d'occupation dans l'emprise du projet, l'une datant du Néolithique final ou récent, l'autre du Bas Moyen-Age, entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle. Toutefois, très peu de mobilier archéologique a été trouvé.

Une campagne de fouille a été entreprise à l'issue de ce diagnostic afin de “documenter l'évolution de la sédimentation, les paléoenvironnements associés et la chronologie d'une séquence de dépôts de versant et de tourbes reconnues lors du diagnostic archéologique au pied de la butte calcaire qui abrite la grotte de Lascaux. Les informations chronologiques recueillies montrent que la séquence couvre la plus grande partie du dernier cycle climatique. L'analyse des restes végétaux et des coléoptères contenus dans les niveaux tourbeux permettent une reconstitution précise de l'environnement du site pendant une partie du stade Isotopique Marin 4. Un complexe de paléosols contemporains du Stade 3 a également été identifié au sein des dépôts de versant. L'évolution du site au cours de l'Holocène est en revanche très mal documentée en raison des remaniements liés à l'aménagement de terrasses de culture pendant les périodes médiévale et contemporaine” (in *Une séquence de dépôts de versants et de tourbes du Weichsélien à Montignac – INRAP - Rapport de fouille, Pascal Bertran – octobre 2014*).

Une étude d'impact a également été commandée par le Conseil général de la Dordogne, maître d'ouvrage de l'opération, afin d'analyser les effets du projet, notamment d'un point de vue paysager et environnemental, ainsi que sa conformité avec les servitudes existantes ([Annexe 12](#)). Lors des travaux de terrassement, une source a été mise au jour. Roland Lastennet et Nicolas Houillon de l'université de Bordeaux 1 se sont rendus sur place. Cette source, qui a été busée, ne semble pas avoir d'impact sur le système hydrogéologique de la colline ([Annexe 13](#)).

- **« Lascaux IV » : la valorisation au service de la conservation**

Le 24 avril 2014, la Ministre de la Culture et de la Communication est venue poser la première pierre du futur centre international de l'art pariétal – Lascaux IV dont l'ouverture est prévue au printemps 2016.

L'ambition partagée autour de ce centre, résolument tourné vers les nouvelles technologies et les nouvelles pratiques culturelles, éducatives et touristiques se doit d'être le reflet du caractère exceptionnel que revêt la grotte de Lascaux. Ce centre permettra une expérience de visite unique, en découvrant l'intégralité de la grotte de Lascaux, à travers un fac-similé, complet cette fois, mais aussi par un voyage virtuel dans les profondeurs de la grotte, grâce aux techniques multimédias les plus innovantes.

Il aura également vocation à aider à la compréhension de l'art de Lascaux, et plus généralement de l'art pariétal du paléolithique, tant sur le territoire de la Dordogne, qu'à travers de sites emblématiques aux « quatre coins du monde », permettant ainsi à « l'Homme moderne » de mieux se situer dans l'espace temps et de faire progresser de la connaissance archéologique auprès d'un vaste public ([Annexe 14](#)).

6. Un Conseil scientifique confirmé dans ses missions

Présidé par le Professeur Yves Coppens depuis son installation par le Ministre de la Culture et de la Communication, en février 2010, et renouvelé dans ses fonctions en février 2013 pour une durée de quatre ans, le Conseil scientifique est composé de personnalités françaises et étrangères (*Annexe 15*).

Il a pour mission de poursuivre le travail engagé lors de son premier mandat et d'apporter conseils et expertises sur la définition des programmes de recherches nécessaires à la conservation de la grotte de Lascaux, l'évaluation de leurs résultats et de donner son avis sur les mesures à prendre en cas de réapparition de risques de dégradation.

Indépendant du Ministère de la Culture, le Conseil scientifique travaille en synergie avec le « groupe maîtrise d'ouvrage » mis en place pour assurer le suivi administratif et technique du dossier, ainsi que la mise en œuvre des orientations fixées par le Conseil. Présidé par le Conservateur régional des monuments historiques, M. Alain Rieu, il est composé d'agents de la Conservation régionale des monuments historiques d'Aquitaine, du service régional de l'archéologie, du Centre national de préhistoire, du Laboratoire de recherches des monuments historiques, d'un représentant de l'administration centrale et d'un représentant du Conseil scientifique. Ce « groupe maîtrise d'ouvrage » se réunit environ tous les deux mois.

• Fonctionnement du Conseil

À l'issue de chaque réunion, un relevé de conclusions rédigé par les membres du Conseil est mis en ligne sur la page Archéologie du site Internet du ministère dans la "Chronique de Lascaux". Un procès verbal plus développé est rédigé par le secrétaire scientifique. Ce document est destiné aux membres du Conseil scientifique et aux observateurs et déposé sur une plate-forme réservée.

• Bilan des travaux du Conseil scientifique

Les travaux du Conseil scientifique ont conduit à poursuivre des recherches dans le domaine de l'écologie microbienne ou celui des vermiculations. Le conseil a également initié un programme de recherche relatif à l'étude géologique, géomorphologique et pédologique des sols. A l'issue de son premier mandat, le conseil a remis à la ministre de la culture et de la communication un rapport de fin de mandature (*Annexe 16*).

**

Si la fermeture de la grotte au public est aujourd'hui considérée par tous comme une nécessité pour sa conservation, la crise micro-biologique apparue en 2001, a fait prendre conscience de la sensibilité environnementale du site lui-même. La nécessité de diminuer la fréquentation humaine sur la colline et surtout d'y interdire la circulation automobile sont incontestables. La sanctuarisation de la colline de Lascaux est en marche, et la décision prise en 2010 de construire au pied de la colline un nouvel équipement, le Centre international de l'art pariétal participe de cette sanctuarisation.

La sanctuarisation de la colline doit être perçue comme une étape essentielle, mais aussi le point de départ d'une démarche plus vaste conduite sur l'ensemble de la vallée de la Vézère dans le cadre de l'opération « grand site ».

Lors de la 35^{ème} session qui s'est tenue en juin 2013 à Phnom Penh, le Comité du patrimoine mondial de l'Unesco accueillait avec satisfaction les importants progrès accomplis *“dans l'identification des micro-organismes [...] et dans la stabilisation des conditions atmosphériques”*. Si la grotte demeure fragile et vulnérable, tout est mis en œuvre pour lui garantir les conditions de conservation les plus stables possible et les programmes de recherche en cours devraient améliorer encore la connaissance que nous avons de ce complexe écosystème.

Le 23 janvier 2015

Muriel Mauriac, conservateur général du patrimoine
Conservateur de la grotte Lascaux

Ministère de la culture et de la communication

LA GROTTE DE LASCAUX

**Montignac – Dordogne – France
(C 85)**

Rapport sur l'état de conservation de la grotte au 31 janvier 2015

Dossier d'information pour le Centre du Patrimoine Mondial

ANNEXES



Diverticule Axial – Cheval renversé © Norbert Aujoulat - MCC – CNP

ANNEXE 1

Bilan annuel de l'état de conservation de la grotte de Lascaux

Julien Assoun , Diane Henry-Lormelle, Alina Moskalik-Detalle

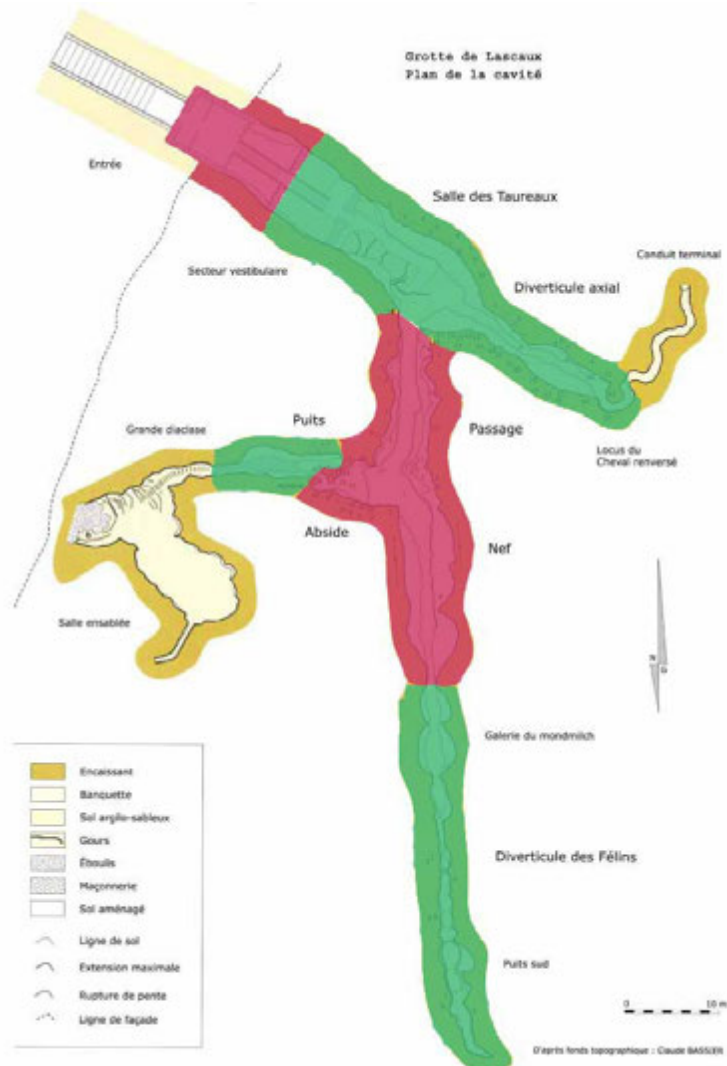
Rapport

État de la cavité



Alina Moskalik-Detalle, Julien Assoun, Diane Henry-Lormelle : conservateurs restaurateurs de peintures murales

État général



Morbert Aujoulat. Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.

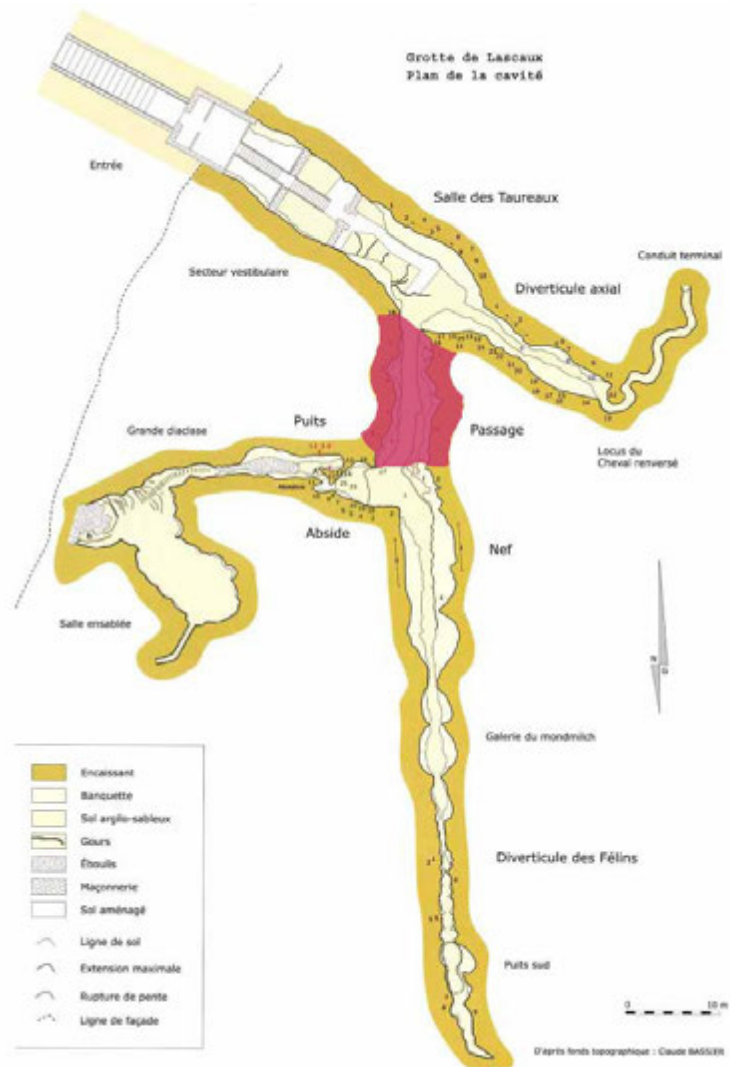


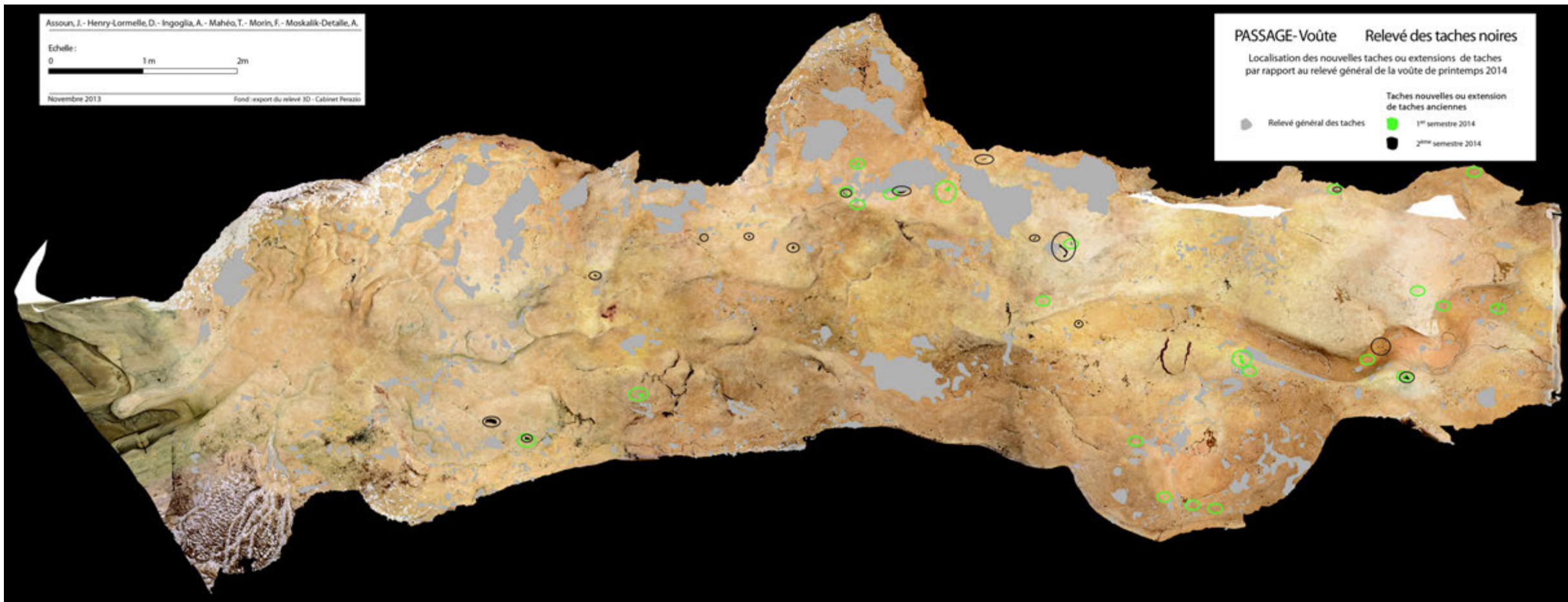
Secteurs présentant une très faible contamination



Zones sensibles, évolutives

Passage





Vers la Salle des Taureaux



Taches apparues au 1^{er} semestre
2014 (novembre 2013-mai
2014)



Taches apparues au 2nd semestre
2014 (mai 2014-novembre 2014)

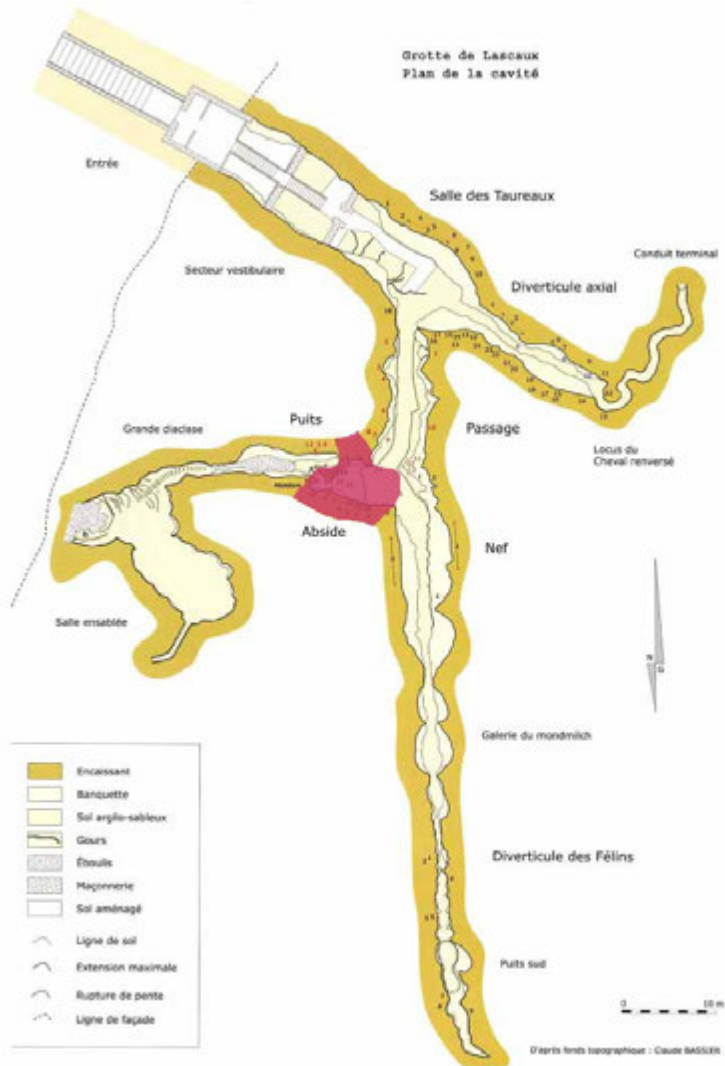


Bilan de la voûte du Passage

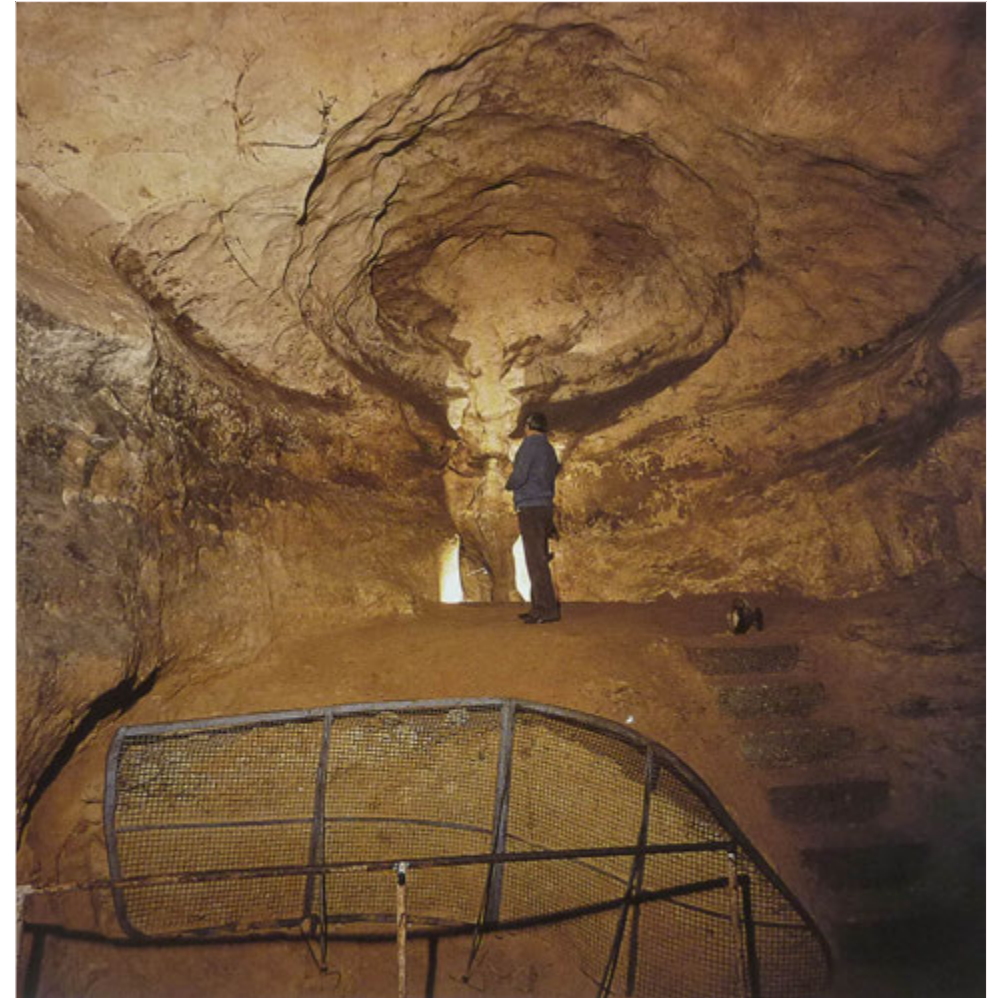
20 zones actives concentrées sur le premier tiers droit et la partie centrale gauche de la voûte :

- ⇒ pour 18 d'entre elles, il s'agit d'apparition de taches, dont 4 ont la taille de 3-8 cm et les autres ont la taille inférieure à 2 cm ;
- ⇒ pour 2 d'entre elles, il s'agit d'extension de taches anciennes ;
- ⇒ toutes les nouvelles taches présentent une faible densité.

Abside



Morbert Aujoulat, Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.



Longueur = 9 m Largeur maximale = 4,5 m Hauteur = 3,5 à 5 m

Géraud-Van Solinge S. - Konik S.
Echelle :
0 1 m 2 m

Novembre 2014

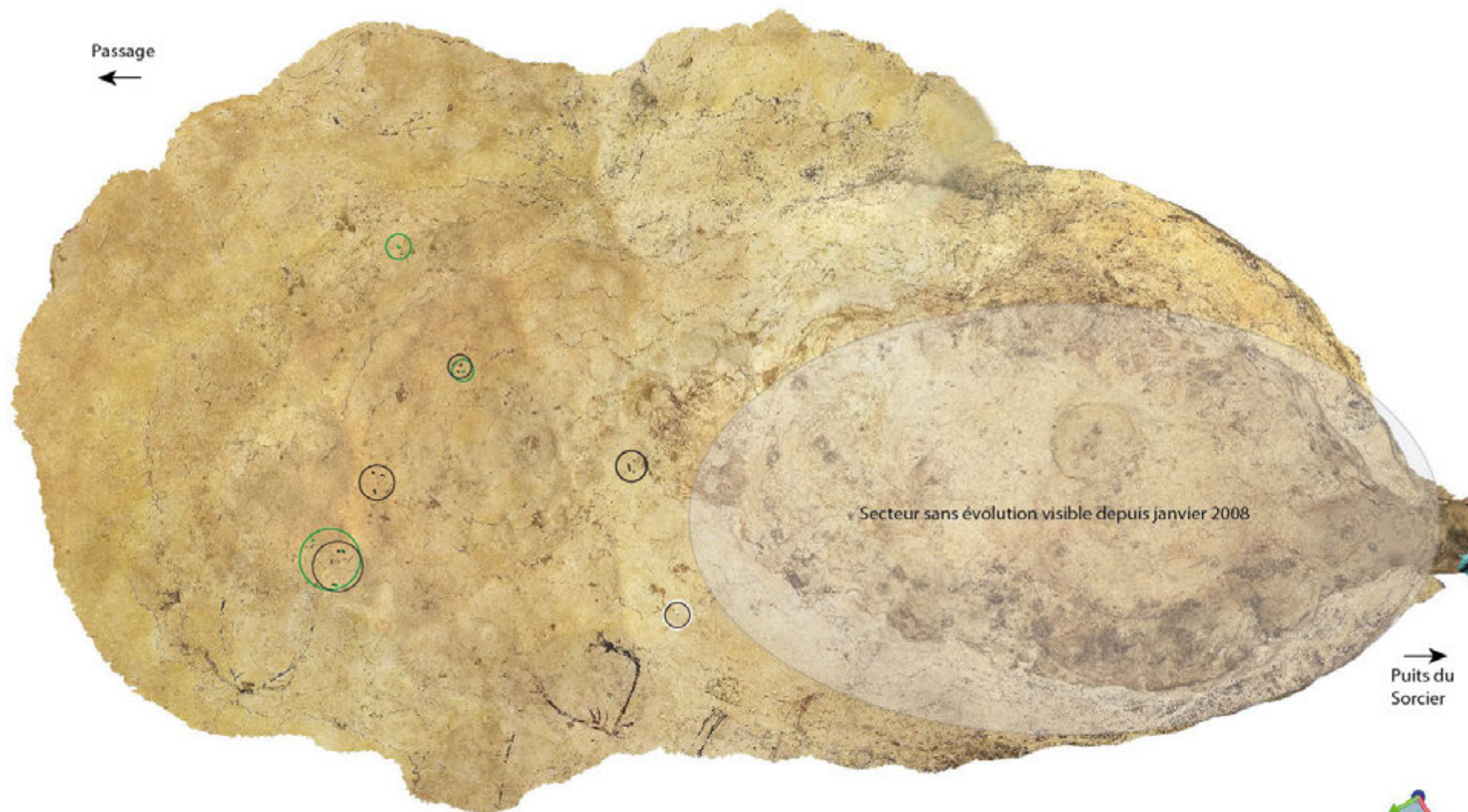
ABSIDE - Voûte

Relevé des taches noires

Evolution des taches :

1^{er} semestre 2014

2nd semestre 2014

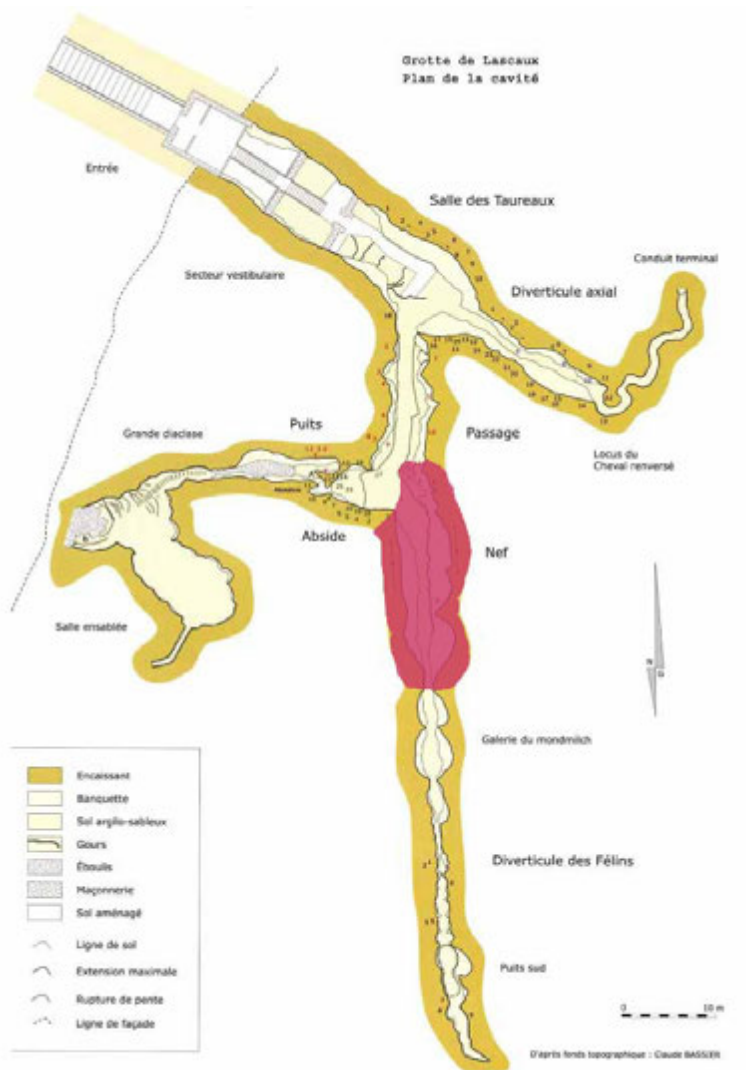


Bilan de la voûte de l'Abside

Plusieurs zones actives concentrées sur la première moitié de la voûte (Abside-bas) :

- ⇒ il s'agit d'extensions centimétriques de taches anciennes et d'une régression
- ⇒ les évolutions concernent le secteur « sensible » de l'Abside.

Nef



Norbert Aujoulat. Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.



Géraud-Van Solinge S. - Konik S.
Echelle :
0 1 m 2 m

Novembre 2014

NEF- Voûte (1/3)

Relevé des taches noires

Evolution des taches :

1^{er} semestre 2014

2nd semestre 2014

Abside
←

Voûte Nef 2/3
→

Géraud-Van Solinge S. - Konik S.
Echelle :
0 1 m 2 m

Avril 2013

Voûte Nef 1/3
←



NEF- Voûte (2/3) Relevé des taches noires
Localisation et extension des taches :

1^{er} semestre 2014

2nd semestre 2014

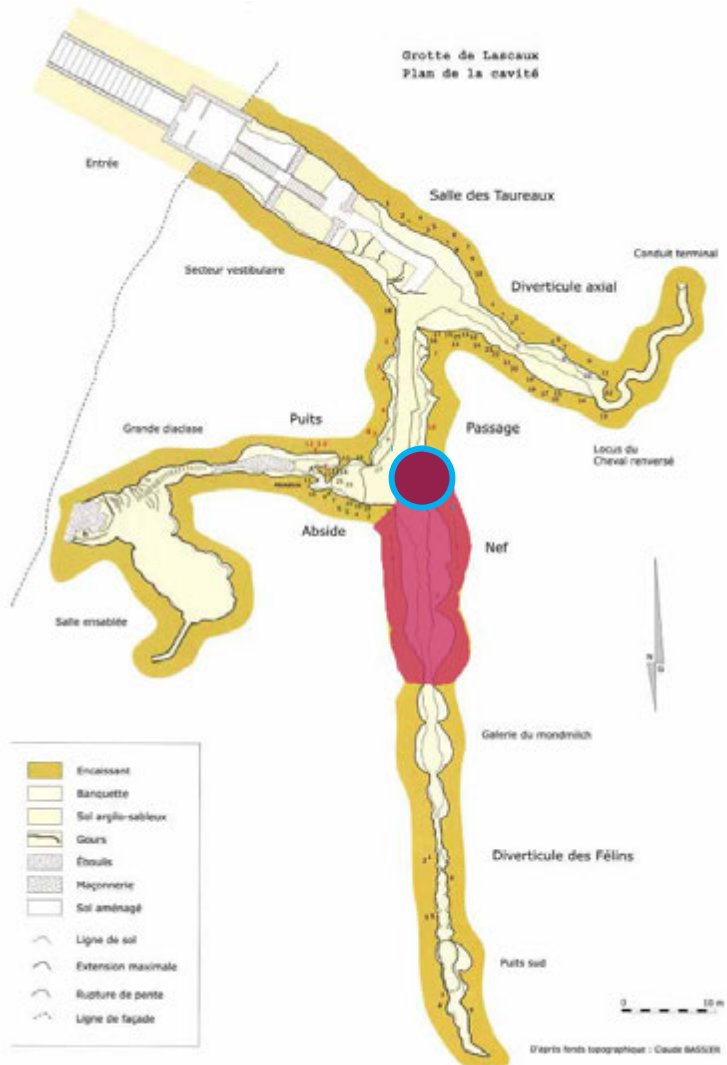
Voûte Nef 3/3
→

Bilan de la voûte de la Nef

Plusieurs zones actives concentrées sur la zone d'entrée de la Nef :

- ⇒ pour 4 d'entre elles, il s'agit d'extensions centimétriques de taches anciennes à proximité et à l'intérieur du chenal ;
- ⇒ pour 1 d'entre elles il s'agit d'apparition centimétrique du côté droit de la voûte ;
- ⇒ pour 3 autres il s'agit d'extensions du côté gauche de la voûte;
- ⇒ les évolutions concernent le secteur « sensible » de la Nef.

Nef : secteur du Cheval barbu et du Panneau de l'Empreinte



Norbert Aujoulat. Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.



Bilan du secteur du Cheval barbu et du Panneau de l'Empreinte

15 zones actives concentrées sur le plan incliné supérieur gauche, dont 13 sont localisées autour du Cheval barbu et 2 sont localisées à l'extrémité droite du Panneau de l'Empreinte :

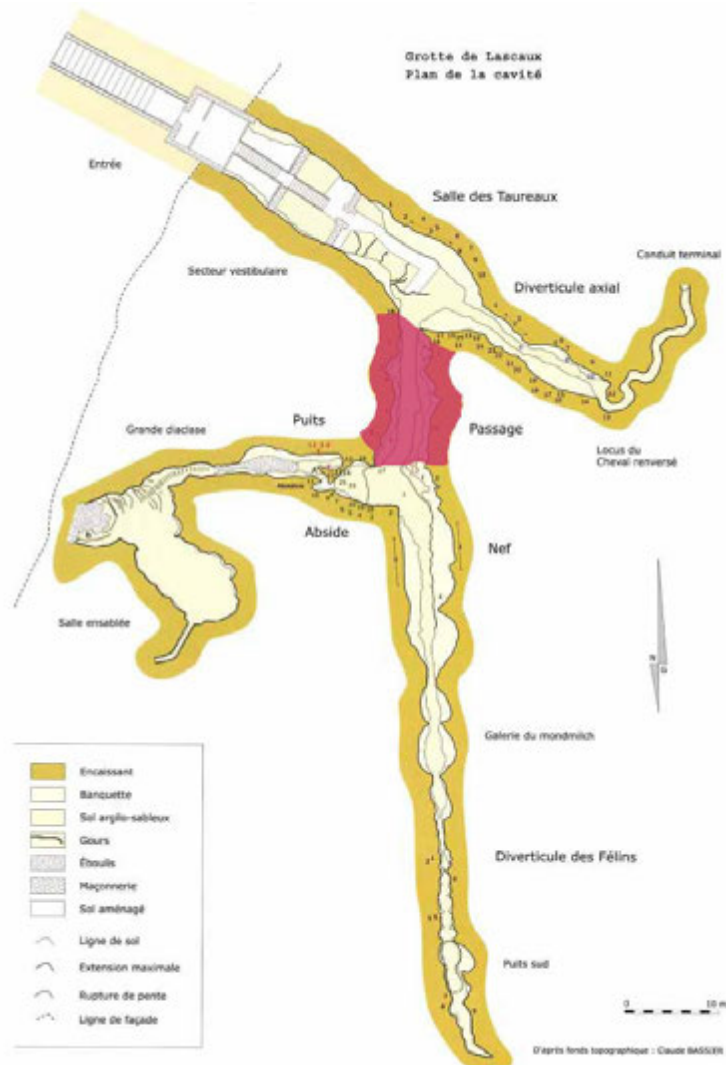
- ⇒ pour 12 d'entre elles, il s'agit d'extensions centimétriques de taches anciennes ;
- ⇒ pour 3 d'entre elles il s'agit d'apparitions centimétriques ;
- ⇒ aucune nouvelle tache n'a été observée sur la Frise des Bouquetins.

Lien entre la morphologie, les substrats et les taches ?

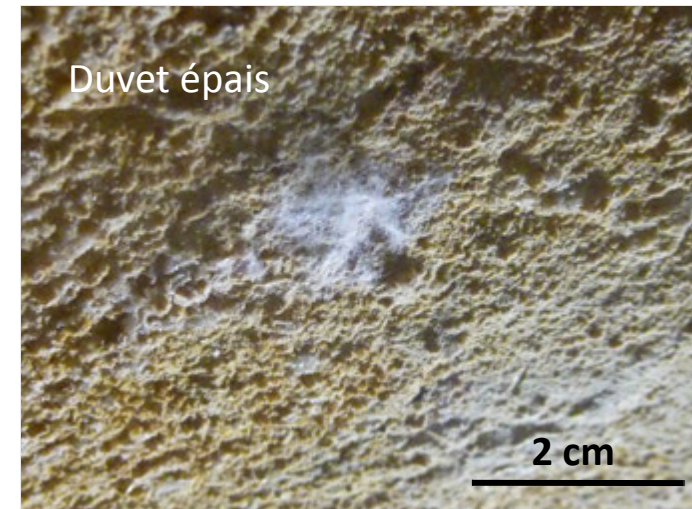


10 cm

Évolution des duvets sur la voûte du Passage



Norbert Aujoulat. Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.



Les duvets blancs sont visibles uniquement en lumière rasante

Assoun, J. - Ingogli, A. - Henry-Lormelle, D. - Mahéo, T. - Morin, F. - Moskalik-Detalle, A.

Echelle:
0 1 m 2 m

PASSAGE- Voûte Contamination par les plages blanches

Situation décembre 2013

- plage épaisse
- plage fine

Assoun, J. - Ingogli, A. - Henry-Lormelle, D. - Mahéo, T. - Morin, F. - Moskalik-Detalle, A.

Echelle:
0 1 m 2 m

PASSAGE- Voûte Contamination par les plages blanches

Situation juin 2014

- plage épaisse
- plage fine

Vers la Salle des Taureaux



Observations concernant la microfaune





Collemboles

Diploures

Diplopodes, Isopodes

Arachnides



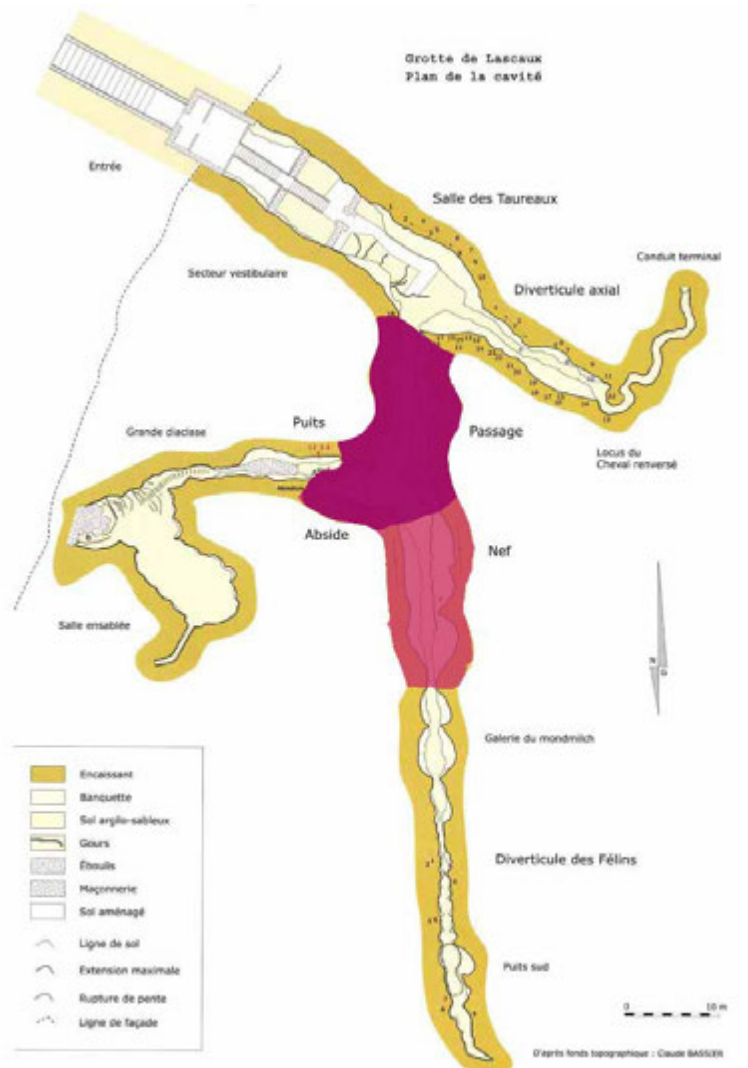
Diptères, Trichoptères

Autres

Cocons et toiles d'araignées présents dans la grotte



Conclusion



Robert Aujolet. Lascaux : le geste, l'espace et le temps, Paris, Seuil (Arts rupestres), 2004, p. 31.

Partie axiale : Sas 2 – Salle des Taureaux – Diverticule Axial

✓Très peu d'évolution microbiologique

Diverticule de droit : Passage – Abside – Nef

✓Présence de duvets : voûte du Passage, Abside

✓Zones sensibles, évolutives : Passage, Abside, Nef

Microfaune

✓Présence d'Arachnides dans toute la cavité

✓L'activité des Collemboles est concentrée dans l'Abside

ANNEXE 2

Suivi du phénomène de vermiculations

Conservation régionale des monuments historiques

Centre national de préhistoire

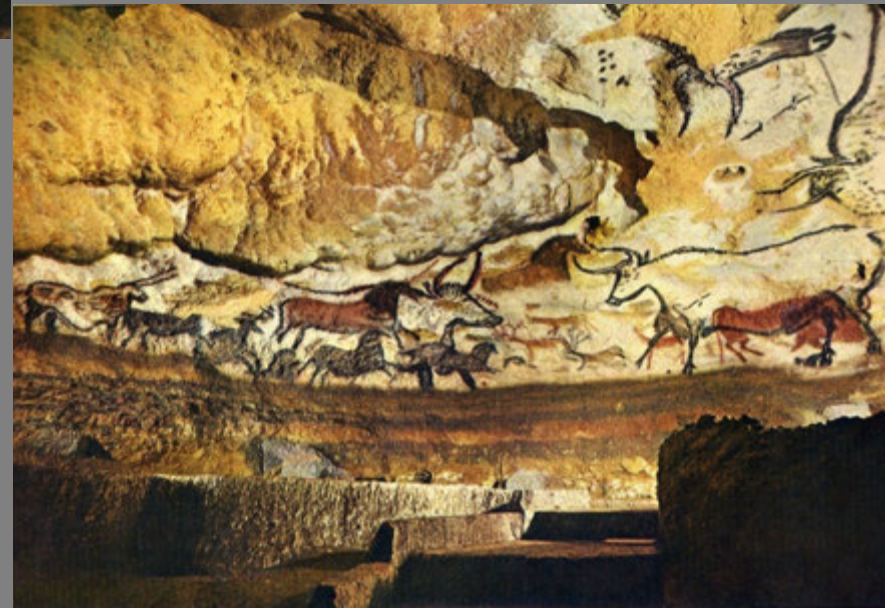
Rapport

Vermiculations : bilan du suivi photo (2009-2014)

Zones impactées et zones à risque



Photos Hans Hinz, 1955, *in* Georges Bataille
Lascaux ou la naissance de l'art - éd. Skira



Sandrine Géraud-Van Solinge

Ministère de la Culture et de la Communication
DRAC d'Aquitaine – CRMH

Stéphane Konik

Ministère de la Culture et de la Communication
D.G. Patrimoines - Sous-direction de l'Archéologie
Centre National de Préhistoire

Rappel : secteur et fréquence du suivi photo des vermiculations

Suivi annuel

Suivi bimestriel (mensuel l'été)

Objectifs

Caractérisation des zones impactées et des zones à risque

Méthodes

Suivi photo

Iconothèque



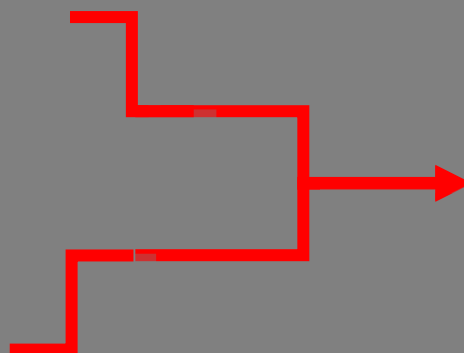
Constat des
Zones impactées

Suivi photo

Suivi de l'état des parois
(hydrique, climatique, ...)

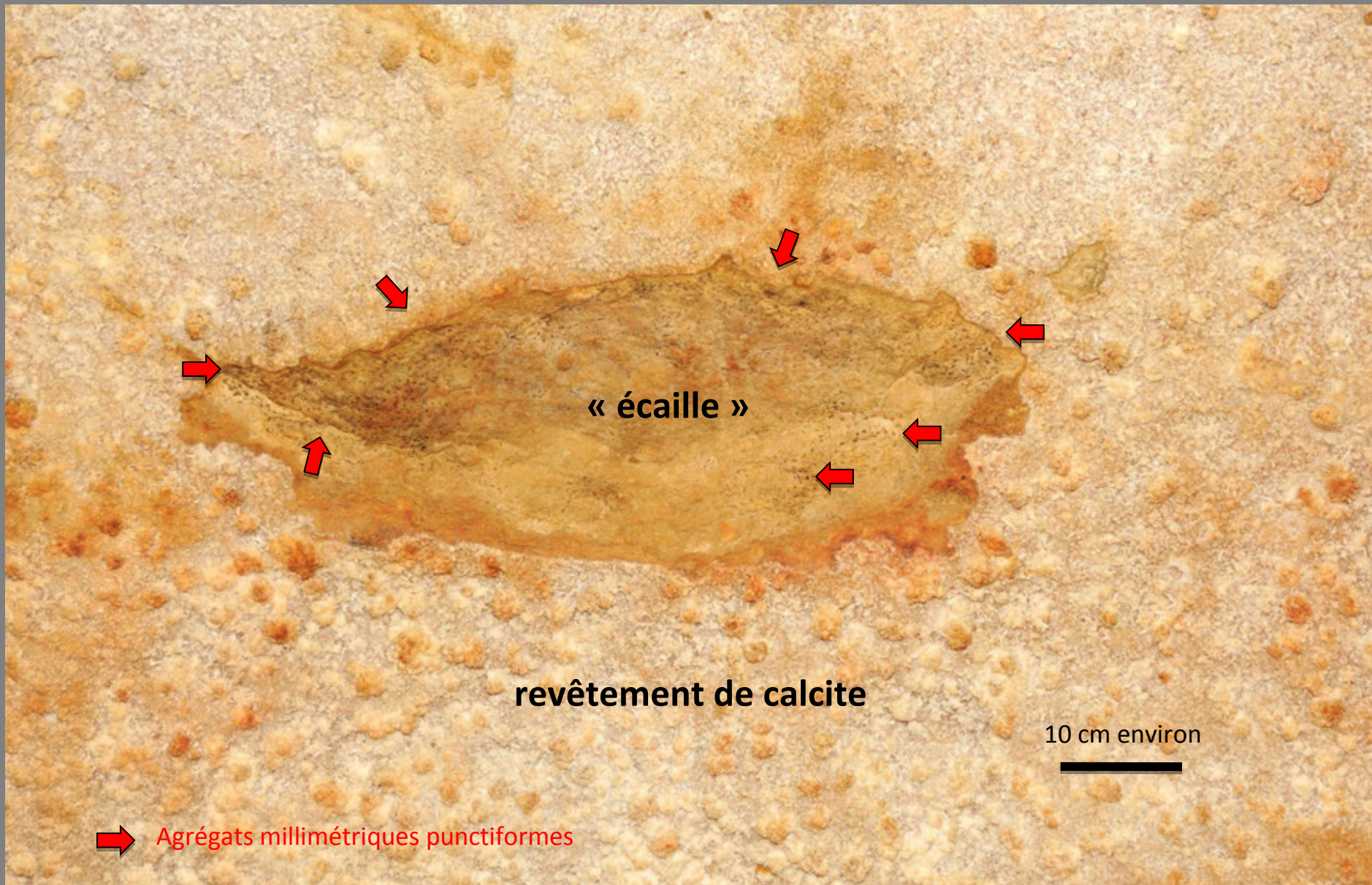
Iconothèque

Rapports et études



Définition préliminaire de
Zones à risque

Secteurs sensibles du champ orné d'après le suivi photo : les écailles le long des interbancs



Secteurs sensibles de la paroi calcaire sans revêtement de calcite (voûte notamment) :
les fissures le long des interbancs



revêtement de calcite

Constatations issues du suivi photo

Les évolutions observées concernent un nombre limité d'agrégats pluri-millimétriques, mais leurs impacts présentent un caractère cumulatif.

Elles apparaissent le plus souvent lors d'épisodes d'humidification/dessiccation.

Toutefois, des écailles (et, en dehors des écailles, des revêtements de calcite) subissent des alternances humidification/dessiccation sans conséquence visible sur la présence, le nombre ou les formes des agrégats de vermiculations.

- Formation d'une vermiculation



Novembre 2013

1 cm env.

Février 2014

Tableau de synthèse des observations du suivi photo

Tableau de synthèse des localisations des évolutions signalées par rapport au champ orné (encorbèlement)								
Dates des photos	humidité apparente du joint principal	évolution des vermiculations	sur tracé ou surface peinte paléolithique		à proximité d'un tracé ou d'une surface peinte		hors champ orné	
			nouvel agrégat	modification de forme	nouvel agrégat	modification de forme	nouvel agrégat	modification de forme
27-nov-14	peu humide à humide ponctuellement	RAS						
02-oct-14	humide à très humide jusqu'au 3/4 de l'assise	3 nouveaux agrégats et 1 changement de forme					3 nouveaux agrégats	1 changement de forme
07-août-14	humide à très humide jusqu'au milieu de l'assise	1 nouvel agrégat			1 agrégat			
18-mai-14	sec sauf à l'entrée, humide	1 changement de forme		1 agrégat				
05-févr-14	sec	5 nouveaux agrégats ou changements de formes d'agrégats	3 agrégats	1 jonction de 2 agrégats				1 séparation de deux agrégats
14 novembre 2013	très humide	18 nouveaux agrégats ou changements de formes d'agrégats	2 agrégats	5 agrégats		1 agrégat	9 agrégats	1 agrégat
24 septembre 2013	humide	20 nouveaux agrégats ou changements de formes d'agrégats	8 agrégats	1 agrégat, 1 agrégat	2 agrégats	jonction de 2 agrégats, 1 agrégat	2 agrégats	4 agrégats
12 août 2013	humide	9 nouveaux agrégats ou changements de formes d'agrégats			1 agrégat	jonction de 2 agrégats	7 nouveaux agrégats	
1 juillet 2012	localement humide	RAS						
29 avril 2012	sec	RAS						
12 mars 2012	sec	RAS						
21 janvier 2012	sec	plusieurs nouveaux agrégats	plusieurs nouveaux agrégats					
19 novembre 2012	globalement humide	RAS						
3 octobre 2012	humide	6 nouveaux agrégats ou changements de formes d'agrégats	1 nouvel agrégat	4 agrégats		2 agrégats		
10 juillet 2012	localement humide	RAS						
21 mai 2012	sec	1 nouvel agrégat	1 nouvel agrégat					
15 mars 2012	sec	RAS						
17 janvier 2012	globalement sec	RAS						
22 novembre 2011	globalement sec	1 nouvel agrégat et 1 changement de forme		1 agrégat			1 nouvel agrégat	
19 septembre 2011	globalement humide	3 changements de formes			2 agrégats			
19 août 2011	globalement humide	RAS						
18 juillet 2011	localement humide	6 nouveaux agrégats et 1 changement de forme	5 nouveaux agrégats				1 nouvel agrégat	1 jonction de 2 agrégats
10 mai 2011	localement peu humide	RAS						
7 mars 2011	globalement sec	RAS						
6 janvier 2011	globalement sec	RAS						
29 novembre 2010	localement humide	RAS						

Mention du terme « vermiculations » dans les études sur Lascaux antérieures à 2010



Cliché Konik / MCC-CNP

- **1-2 octobre 2009** : L'équipe des conservateurs-restaurateurs d'Alina Moskalik-Detalle signale des amas de 3 à 4 mm dans certaines écailles le long du joint d'interbanc (écailles de la Licorne, Grande écaille et plusieurs petites écailles en paroi droite de la Salle des Taureaux). Ces amas sont associés à des endroits humides. → 1^{ère} cartographie des vermiculations de la Salle des Taureaux par Norbert Aujoulat et Stéphane Konik **en novembre 2009**.
- **Avril 2001** : dans son constat d'état, Isabelle Dangas, conservatrice-restauratrice, cartographie des emplacements de « pigment en vermiculation » sur des écailles de la Licorne et du Cheval noir acéphale (cf. diapo suivante).
- Dans son rapport du **14 juillet 1962**, intitulé « Rapport concernant une dégradation de peinture préhistorique à la grotte de Lascaux » et adressé au Directeur Général de l'Architecture, André Glory signale :

*« Un autre mal nouveau commence à apparaître en certains endroits peints : des colonies de **vermiculations** noires semblables à celles que nous avons signalées à la grotte des Combarelles.*

Si l'autorisation nous en est donnée, nous pensons pouvoir les faire disparaître par lavage, sans aucun dommage pour les peintures ».

ANNEXE 3

Écologie microbienne de la grotte de Lascaux

*Programme de recherche coordonné par
Professeur Yvan Möenne-Loccoz
UMR-CNRS écologie microbienne - Université de Lyon*

Rapport d'étape

DIRECTION REGIONALE DES AFFAIRES CULTURELLES D'AQUITAINE

Pouvoir adjudicateur

54 rue Magendie

33074 BORDEAUX

Tél : 05 57 95 02 02 - Fax : 05 57 95 01 25

DORDOGNE – MONTIGNAC

Grotte de Lascaux

**Marché en vue de recruter un coordinateur
du programme de recherche « *Écologie Microbienne* »
(3 ans)**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES
(CCTP)**

Article 1 - Le contexte

L'État est propriétaire de la grotte de Lascaux, située sur la commune de Montignac, en Dordogne, inscrite en 1979 sur la liste du patrimoine mondial parmi un ensemble de 15 « Sites préhistoriques et grottes ornées de la Vézère » appartenant à différentes périodes de la Préhistoire.

Dès sa découverte en septembre 1940, la grotte de Lascaux est devenue un gisement préhistorique de référence internationale. Classée monument historique le 27 décembre de la même année, la grotte est très vite devenue aussi célèbre dans le monde pour la richesse de son décor pariétal, puis à partir de 1960, pour les dangers constants qui menacent sa conservation. Le succès de la grotte fut immédiat et le nombre de visiteurs sans cesse croissant, atteignant les 100 000 visiteurs en 1960. Cette surfréquentation de la cavité eut pour effet de favoriser la formation sur les parois d'un voile de calcite lié à la condensation, la "maladie blanche", et certaines surfaces peintes commencèrent à se couvrir d'algues : la maladie "verte". Au vu de ce double phénomène, André Malraux, ministre des affaires culturelles, imposa au propriétaire privé de cette grotte, sa fermeture au public en avril 1963. Il crée alors la première commission d'études et de sauvegarde de la grotte de Lascaux qui se réunit jusqu'en 1976 et identifie des paramètres de conservation dont dépend l'équilibre climatique et microbiologique de la cavité.

En juin 2001, la grotte a subi une importante contamination fongique qui s'est manifestée par l'apparition de moisissures blanches. Les mesures d'urgence qui avaient alors été prises, conformément aux préconisations formulées par le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH), avaient consisté dans un premier temps à poser des compresses imbibées de fongicide sur les banquettes argileuses et concrétionnées de la partie inférieure des parois de la Salle des Taureaux et à pulvériser un produit biocide à base d'ammonium quaternaire sur les voûtes, les banquettes et les parois. Les premiers résultats n'ayant pas été jugés satisfaisants, il fut décidé en octobre 2001 de "stériliser" les sols par un épandage de chaux vive afin d'enrayer la prolifération des champignons. Toutefois, les analyses microbiologiques ont montré que le principal champignon identifié, *Fusarium solani*, était associé à une bactérie, *Pseudomonas fluorescens*. Dans la mesure où cette bactérie se manifestait localement par la présence de mucus, un antibiotique (*polymixine+streptomycine*) fut ponctuellement ajouté au traitement, pendant quelques semaines. Les grilles d'observation mises au point, ont permis de mettre en évidence un ralentissement du développement des moisissures blanches en 2003, ce qui a conduit le Comité Scientifique à préconiser l'arrêt des pulvérisations chimiques en janvier 2004.

Cependant, de nouvelles "taches noires" qui se manifestent visuellement par des altérations plus ou moins sombres de la paroi, sont apparues en mars 2006, dans la partie droite de la grotte. En juillet 2007, elles ont atteint, de manière très ponctuelle, le champ orné.

Les prélèvements réalisés par le Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques (LRMH) et l'Institut National de la Recherche Agronomique de Dijon (INRA) ont montré qu'il s'agit d'une diversité de champignons à pigment de mélanine, parmi lesquels figurent *Scolecobasidium* et *Ulocladium*. Afin d'arrêter la progression de cette colonisation, le Comité Scientifique préconise, en novembre 2007, un traitement biocide sur les seules zones concernées. Ce traitement est effectué par des restaurateurs spécialisés, en janvier 2008. Depuis cette intervention, la grotte n'a fait l'objet d'aucun traitement biocide.

Si l'état sanitaire de la Salle des Taureaux et du Diverticule Axial demeure stable, le phénomène des "taches noires" affectant la partie droite de la grotte perdure. Dans ce

secteur, notamment sur les parois de l’Abside, malgré les nettoyages réguliers, des microorganismes sont toujours présents. De nouvelles apparitions sur la voûte du Passage et sur la voûte de l’Abside ont été observées, mais avec un rythme de développement ralenti par rapport au phénomène des “taches noires” relevé entre décembre 2007 et juin 2008.

À la suite de ces deux crises microbiologiques, le comité scientifique a souhaité que des programmes de recherche soient initiés afin de mieux connaître le paysage biologique et climatique de la grotte :

- Programme de recherche “Microbiologie-Microclimat” (2007-2011)

Ce programme de recherche sur *“l’impact des paramètres physiques de l’atmosphère et des substrats sur le développement des micro-organismes”* a concerné cinq zones témoins. Il s’agissait de suivre, de manière dynamique, l’évolution des contaminations microbiennes dans les zones concernées et de corrélérer ces évolutions avec les paramètres microclimatiques et physiques mesurés en continu à la surface et dans le substrat rocheux.

Ce programme d’étude pluridisciplinaire associait des spécialistes de la microbiologie (INRA de Dijon, LRMH), de la physique de l’atmosphère (CNR-ISAC de Padoue) et des propriétés de transport des roches (LRMH).

Lors de l’évaluation du programme, en juin 2011, le conseil scientifique a relevé l’intérêt résultats obtenus par les deux méthodes d’identification des microorganismes ainsi que la pertinence des objectifs de croiser les variations climatiques et microbiologiques. Toutefois, fort heureusement la stabilité climatique de la grotte tout au long du programme n’a pas permis d’atteindre l’ensemble des objectifs initiaux. Dans ce contexte de relative stabilité, le Conseil scientifique n’est pas favorable à une poursuite du programme.

- Programme de recherche “Écologie microbienne de la grotte de Lascaux” (2009-2011)

Conduit par l’Institut National de la Recherche Agronomique de Dijon et l’Instituto de Recursos Naturales y Agrobiologia de Séville, le programme *“Ecologie microbienne de la grotte de Lascaux”* avait pour ambition de mieux comprendre les micro-organismes responsables des contaminations à travers l’étude de leurs besoins métaboliques. La priorité actuelle pour la conservation des peintures et des gravures de la grotte est de tenter d’expliquer l’apparition des taches noires. Plutôt que d’éliminer les espèces apparemment dominantes, la démarche développée à travers ce programme de recherche vise à prendre en considération l’ensemble des communautés microbiennes et leurs équilibres pour pouvoir agir sur le biotope qui favorise l’apparition de déséquilibres. Selon cette étude, les communautés sont en perpétuelle évolution et les traitements pratiqués ont concouru à nourrir certains micro-organismes.

Suite à la l’évaluation du programme “écologie microbienne“ en juin 2011, le conseil scientifique a souligné, à la fois, le caractère novateur des résultats et des perspectives de recherche et le réel souci d’intégrer l’écosystème souterrain dans son environnement global. Le conseil souhaite qu’une étude fine de l’écosystème de la grotte soit poursuivie.

Sur proposition du Conseil Scientifique de la Grotte de Lascaux, la Direction régionale des affaires culturelles d’Aquitaine vous invite à soumettre un projet de recherche d’Écologie Microbienne d’une durée de trois ans en tant que coordinateur, faisant appel à différentes compétences telles que précisées dans le document ci-joint.

Article 2 – Objectifs (voir descriptif précis à la fin de ce document)

Les objectifs de ce programme de recherche en écologie microbienne de la grotte de Lascaux ont vocation à :

- Caractériser la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux (volet 1)
- Caractériser des pigments d'origine microbienne des parois de la grotte de Lascaux (volet 2)
- Etudier la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux (volet 3)
- Techniques non-destructives pour la caractérisation physico-chimique des taches noires sur les parois de la grotte de Lascaux (volet 4)

Article 3 – Description de l'objet patrimonial concerné par ce travail de suivi

Il s'agit d'une cavité dont le volume représente environ 3000 m³, composée d'environ 500m² de parois ornées et de 1500m² de parois non ornées. A titre indicatif, la distance entre la Salle des Machines et le fond du Diverticule Axial est de 45m, environ ; celle entre l'entrée du Passage et le fond du Cabinet des Félines est de 77m, environ. La hauteur sous voûte varie selon les secteurs, avec un point culminant à 5m dans la Salle des Taureaux et à 7m dans la Nef.

Article 4 – Suivi du programme de recherche

Ce programme de recherche fera l'objet d'un suivi scientifique par les membres référents du Conseil scientifique de la grotte de Lascaux.

Article 5 – Rapports et documentation

- Rédaction de bilans intermédiaires, tous les 6 mois. Ces bilans seront remis au maître d'ouvrage qui se chargera de les transmettre au Conseil scientifique (format papier et numérique).
- A l'issue du programme de recherche, rédaction d'un rapport final. Ce rapport sera adressé au maître d'ouvrage qui se chargera de le transmettre au Conseil scientifique (format papier et numérique).
- Versement de l'ensemble des données et documents au maître d'ouvrage - conservation régionale des monuments historiques, à l'issue du programme de recherche (format numérique).

Article 5 – Participation aux réunions

- Présentations d'étape effectuées devant le conseil scientifique de la grotte de Lascaux à Bordeaux ou à Paris (2 fois par an).
- Participation à des réunions organisées dans le cadre du programme de recherche en cours (2 fois par an).

Article 6 - Comportement à l'intérieur du monument

Pour des raisons de conservation, l'accès à la grotte sera nécessairement restreint. Le prestataire devra impérativement se conformer aux préconisations du conservateur de la grotte et mises en application par le personnel travaillant sur le site de Lascaux.

Article 7 – Calendrier

Durée du marché : 36 mois à compter de la notification du marché

Article 8– Pièces à fournir par le candidat

- *Curriculum vitae* du coordinateur avec la liste de ses publications
- Liste et profil des laboratoires et des personnes qui composeront l'équipe attributaire
- Projet de recherche détaillé
- Planning prévisionnel de l'étude
- Offre financière détaillée, décomposée en 3 tranches annuelles et précisant le nombre de jours envisagés ainsi que le coût journalier.

La date limite de réponse à l'appel à projet est le

*Les réponses seront adressées à :
Direction régionale des affaires culturelles
Conservation régionale des monuments historiques
A l'attention de Monsieur RIEU
54 rue Magendie
33074 Bordeaux Cedex*

Programme de recherche relatif à l'Écologie microbienne de la grotte de Lascaux (3 ans)

Descriptif

VOLET 1 - Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

Objectifs

- a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”) dans le *Passage*, en utilisant les méthodes de séquençage à haut débit¹.
- b) Isolement de souches représentatives des principales espèces productrices de pigments (*sensu lato*), utilisables dans la seconde partie du programme consacrée à la caractérisation des pigments.
- c) Suivi des populations de microorganismes producteurs de pigments, sur la durée du programme (3 ans), dans le secteur du *Passage* et sur quelques taches sélectionnées.

VOLET 2 - Caractérisation des pigments d'origine microbienne des parois de la grotte de Lascaux

Objectifs

- a) Identification en laboratoire de la composition chimique des pigments produits par les souches (fungi, bacteria, archaea) identifiées dans le volet 1, et conception de marqueurs moléculaires des souches productrices de pigments.
- b) Développement de méthodes de laboratoire pour la décoloration/dépigmentation pour éliminer les pigments microbiens.

¹ L'objectif est d'atteindre le plateau de la courbe de saturation de la diversité.

VOLET 3 – Étude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

Objectifs

Évaluation de la contribution relative de la (re-)infestation des champignons et des bactéries par l'air, l'eau, et les arthropodes vecteurs.

a) par l'air : en mesurant la taille des populations microbiennes (spores et cellules végétatives) présentes dans l'air de la grotte, au moins deux fois par an ; dans la mesure du possible identification des espèces microbiennes.

b) par l'eau : en mesurant la taille des populations microbiennes dans les zones humides de la paroi de la Grotte, au moins deux fois par an ; dans la mesure du possible identification des espèces microbiennes.

c) par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte. Identification des espèces impliquées.

VOLET 4 – Techniques non-destructives (NDT) pour la caractérisation physico-chimique des taches noires sur les parois de la grotte de Lascaux

Objectifs

a) Test et recommandation de techniques non-destructives et non-invasives, pour localiser, dans le *Passage* de la Grotte, la présence de taches d'origine biologique (principalement de taches noires et dans une moindre mesure de taches d'autre couleur en fonction de leur fréquence) et suivre leur évolution au cours du temps (fréquence tous les 4-6 mois), sur la durée du programme (3 ans).

b) Proposition de protocoles pour le monitoring en continu de l'humidité et de la température de la surface des parois, par des méthodes excluant tout contact avec la paroi.

Projet 'Ecologie microbienne' de la grotte de Lascaux

Coordination Prof. Yvan Moënne-Loccoz, UMR 5557 CNRS/Lyon1 - Ecologie Microbienne

UMR 1114 INRA/UAPV - Environnement Médit. et Modélisation des Agro-Hydrosystèmes, Avignon

UMR 5557 CNRS/Lyon1 - Ecologie Microbienne (impliquées: 8 équipes + plateformes iBio, CESN, Parmic)

UMR 5023 CNRS/Lyon1 - Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés
(+ plateforme EcoAquatron)

UMR 5276 CNRS/Lyon1/ENS - Laboratoire de Géologie de Lyon

UMR 7619 CNRS/UPMC - Structure et Fonctionnement des Systèmes Hydriques Continentaux, Paris

IGN - Institut National de l'Information Géographique et Forestière, St Mandé

Présentation projet – 3 décembre 2013

CS grotte Lascaux, DRAC Bordeaux

Réunion de mise au point du marché – 11 février 2014

DRAC Bordeaux

Réunions avec les gestionnaires de Lascaux – 10-12 février 2014

Montignac

Sandrine Géraud, Jean-Christophe Portais (techniciens Lascaux)

Alina Moskalik-Detalle, Julien Assoun, Diane Henry-Lormelle (restaurateurs)

- Discussions
- Visite de la grotte de Lascaux
- Visite d'autres grottes vers Lascaux

Ajustement du projet scientifique (volets 1 à 3) – 12 mars 2014

Réunions avec les gestionnaires de Lascaux – 18-20 août 2014

Montignac

Sandrine Géraud (technicienne Lascaux)

Françoise Morin (restauratrice)

+ réunion Joëlle Dupont (CS Lascaux)

- Etude préliminaire pour finaliser les méthodes d'échantillonnage et d'extraction des acides nucléiques.
- Prise d'échantillons dans la grotte de Lascaux et d'autres grottes.

Début thèse Lise Alonso – 6 octobre 2014

(Y. Moënné-Loccoz/T. Pommier)

- Licence Biochimie, Bio. Mol. (Rouen)
- M1 Microbiologie Agrobiosciences Bioinformatique (Toulouse3)
- M2 Diagnostic Microbiologique (Toulouse3)

Diversité des dénitrifiants en milieu lacustre (CARRTEL)

Premiers échantillonnages Lascaux – décembre 2014



VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

- a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”).
- b) Isolement de souches représentatives des principales espèces productrices de pigments (*sensu lato*), utilisables dans la seconde partie du programme consacrée à la caractérisation des pigments.
- c) Suivi des populations de microorganismes producteurs de pigments, sur la durée du programme (3 ans), dans le secteur du Passage et sur quelques taches sélectionnées.

VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”)

Analyse des ADN

Métagénomique (Illumina Mi-seq)

Analyse des ARN

Métatranscriptomique (Illumina Hi-seq)

Plan d'échantillonnage et calendrier

Deux séries de prélèvements par an (projet).

La série prévue pour l'automne 2014 a été positionnée en décembre 2014.

Calendrier décembre 2014 :

- 5 décembre – Diaclase (avec le sas-1).
- Les autres prélèvements Lascaux partagés entre les 8-9 et 17-18 décembre.
- Les prélèvements dans les autres grottes (avec JC Portais, technicien Lascaux).

Liste des prélèvements décembre 2014 :

- Prélèvements prévus pour le projet.
- 4 prélèvements en plus pour les analyses isotopiques (voir Volet 3).
- 8 prélèvements dans/hors les vermiculations (Taureaux).

VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”)

Procédures

Conservation des échantillons :

- Azote liquide -80°C.
- Containers « stockage sec » avec absorbant interne (transport, absence d'émissions).
- Positionnement sas-2.

Mise au point méthodologie :

- Echantillons Lascaux et Puits Vouvé (août 2014), et Bugey (automne 2014).
- Comparaison des kits et protocoles les plus prometteurs (notamment NucleoSpin Triprep, NucleoSpin Soil, Zymo Research Xpedition, et protocoles maison).
- Les plus intéressants: Zymo Research Xpedition, et un protocole maison.



Prestataire(s) séquençage :

- Appel d'offre en cours pour le séquençage Mi-seq (système appel offre CNRS)

VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”)

Evaluation des procédures

Procédures :

- Kits de Zymo Research + appareil TerraLyzer.
- Protocole de co-extraction ADN/ARN « maison » (isopropanol/chlorure Li).



Grottes du Bugey :



Calcite



Taches jaunes



Paroi

VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”)

Résultats extractions

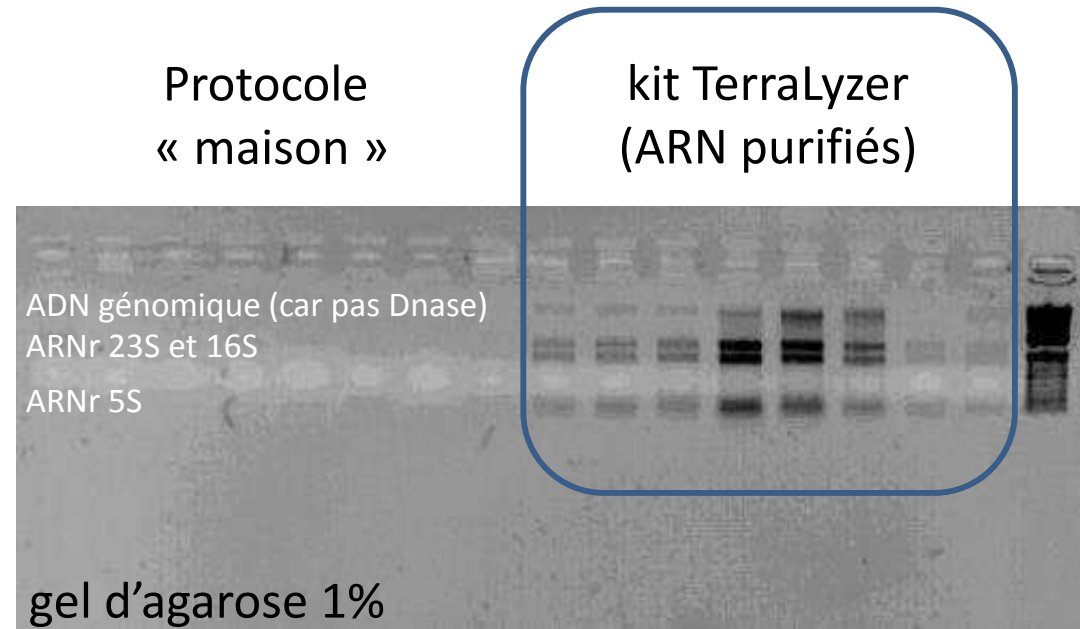
Site	ID	Masse pesée TerraLyzér ADN (mg)	Concentration ADN (ng/μL)	Masse pesée TerraLyzér ARN (mg)	Masse pesée "Maison" ADN/ARN (mg)	Concentration ADN (ng/μL)
Bugey	3a (calcite)	23	7,5	47	37	11,9
	3b (calcite)	50	6,3	32	39	10,4
	3c (calcite)	43	6,5	43	59	7,0
	8a (jaune)	100	6,9	83	26	10,4
	8b (jaune)	100	7,1	79	30	11,6
	8c (jaune)	49	7,2	59	65	12,5
	12a (paroi)	52	5,6	48	89	8,1
	12b (paroi)	37	6,5	55	35	7,4
	12c (paroi)	80	6,2	53	40	9,2
Puits Vouvé	PV3a	25	6,0	25	25	12,1
	PV3b	30	6,8	30	30	3,4
	PV3c	34	6,2	34	34	11,0
Lascaux	LA12a	18	6,0	32	19	9,5
	LA12b	21	6,4	Plus assez	21	10,5

- Variabilité inter-répétitions souvent faible.
- Protocole « maison » un peu plus efficace.

VOLET 1. Caractérisation de la diversité microbienne des parois de la grotte de Lascaux

a) Caractérisation de la diversité microbienne (fungi, bacteria, archaea) des taches de différentes couleurs (principalement les taches noires) et des zones adjacentes à ces taches (zones “témoins”)

Résultats de PCR



- Meilleurs résultats : kits Zymo Research ± appareil TerraLyzer.
- Notamment : bandes 23S, 16S, 5S bien visibles.

Prochaine étape

Echantillonnage dans le Bugey le 24/11/2014 pour comparer :

- TerraLyzer (BeadBeating) sur place, avec azote liquide
- TerraLyzer (BeadBeating) sur place, sans azote liquide
- Echantillon directement placé dans l'azote liquide (témoin +)

VOLET 2. Caractérisation des pigments d'origine microbienne des parois de la grotte de Lascaux

- a) Identification en laboratoire de la composition chimique des pigments produits par les souches (fungi, bacteria, archaea) identifiées dans le volet 1 et conception de marqueurs moléculaires des souches productrices de pigments.
- b) Développement de méthodes de laboratoire pour la décoloration/dépigmentation pour éliminer les pigments microbiens.

VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

- a) Réinfestation microbienne par l'air : en mesurant la taille des populations microbiennes (spores et cellules végétatives) présentes dans l'air de la grotte, au moins deux fois par an ; dans la mesure du possible identification des espèces microbiennes.
- b) Réinfestation microbienne par l'eau : en mesurant la taille des populations microbiennes dans les zones humides de la paroi de la Grotte, au moins deux fois par an; dans la mesure du possible identification des espèces microbiennes.
- c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

a) Réinfestation microbienne par l'air : en mesurant la taille des populations microbiennes (spores et cellules végétatives) présentes dans l'air de la grotte, au moins deux fois par an.

Appareillage (1000 L air)

« Aspirateur » :

- Pour les analyses d'ADN (PCRq, séquençage).
- 1h40 par salle étudiée.



Impacteur classique :

- 3 milieux gélosés différents (isolats).
- 10 min par milieu.



VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Caractérisation de la communauté d'arthropodes (année 1 – équipe Douady, LEHNA)

Deux à quatre campagnes d'échantillonnage :

- Systèmes de piégeage (type pitfall)
- Echantillonnages à vue

Conservation alcool, puis triage :

- Identification morphologique (LEHNA et collaborations extérieures)
- barcoding: séquençage marqueurs mitochondriaux (16S, CO1) et nucléaire (28S)

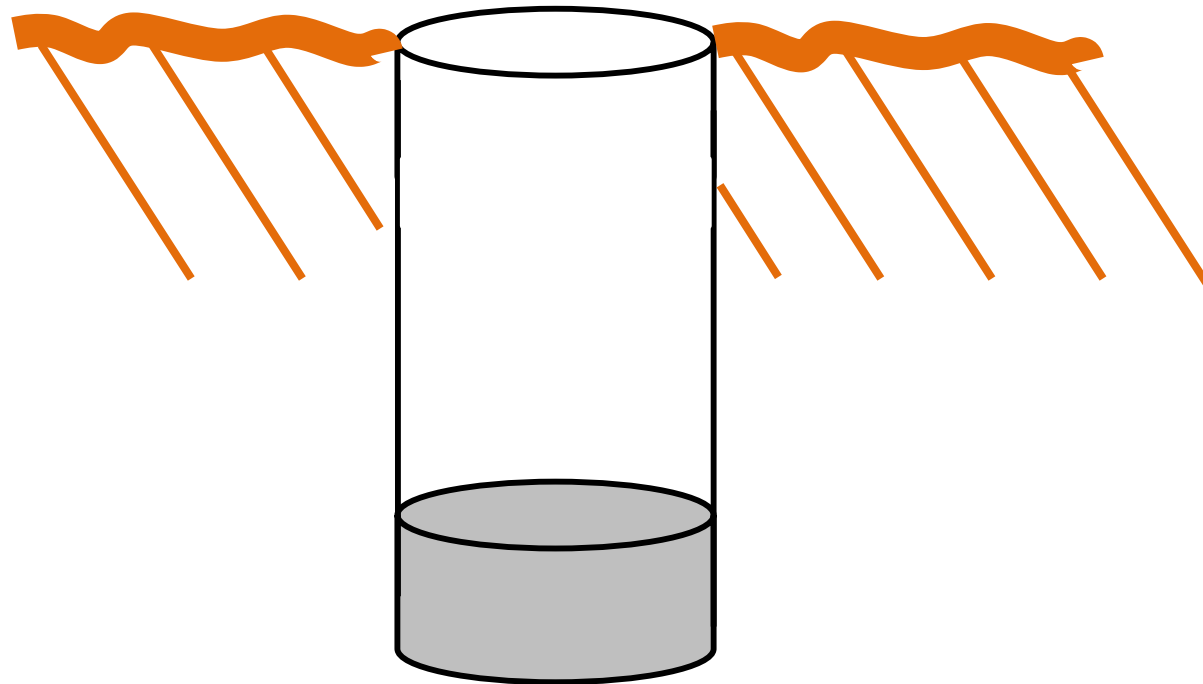
VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Pièges pour arthropodes

Tubes contenant un attractant, placés une semaine dans le sol :

- Dans le sol artificiel, proche des parois
- Sol meuble: facilité d'installation et de remise en état une fois le piège enlevé
- 6 pièges (faible): sas2 + Nef + Passage + Abside + Taureaux + Diverticule axial



VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Test dans le Bugey (sud du jura - grotte de Cormoran, grotte du crochet)



VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Test dans le Bugey (sud du jura - grotte de Cormoran, grotte du crochet)



VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

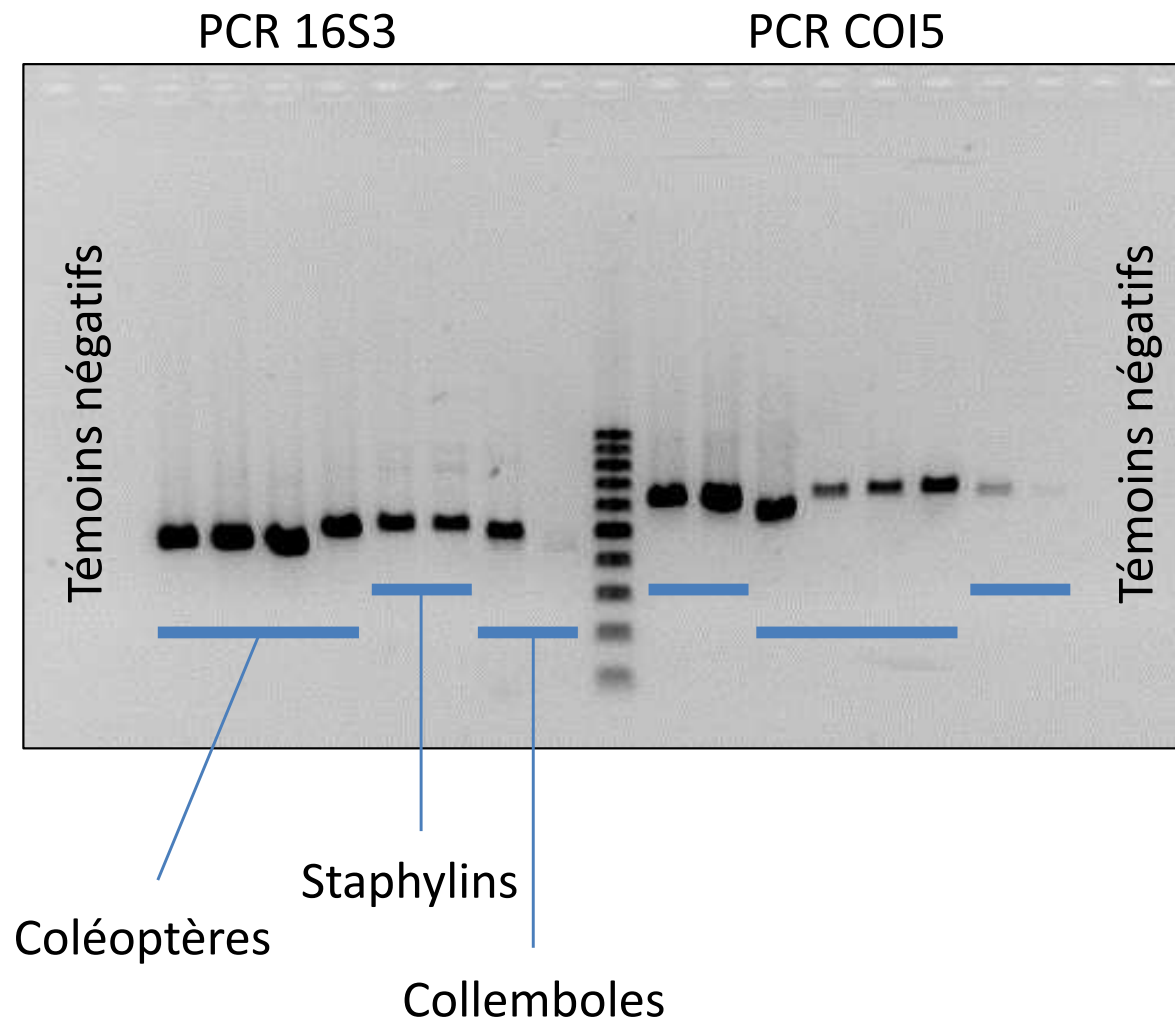
Test dans le Bugey (sud du jura - grotte de Cormoran, grotte du crochet)



VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Test dans le Bugey: PCR et séquençage



Séquençage:

Coléoptère : *Leptinus testaceus*

Staphylin : *Liogluta longiuscula*

Collembole : *Onychiurus orientalis*

VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Choix de l'attractant pour le piège

Pris en compte :

- Propylène glycol et bois
 - Propylène glycol
 - Eau salée
-
- Initialement considérés pour améliorer l'attraction.
 - Abandonné car propylène glycol seul donne de bons résultats.
-
- Problèmes conservation
 - Efficacité ?
- Bonne attraction.
 - Les arthropodes tombés ne peuvent pas ressortir.
 - Très peu volatile ; constante de Henry $H = 1,2 \times 10^{-8} \text{ atm.m}^3/\text{mole}$ ($H \ll 1$).
 - Bonne conservation des arthropodes.

Etat actuel des discussions :

- 5-11 décembre: test de pièges dans une grotte vers Lascaux
- 12-18 décembre: mise en place de pièges dans Lascaux

VOLET 3. Etude de la dissémination des microorganismes producteurs de taches dans la grotte de Lascaux

c) Réinfestation microbienne par les arthropodes : en évaluant la capacité des arthropodes de disséminer des populations microbiennes viables à l'intérieur de la grotte.

Analyse de la niche trophique des arthropodes (équipe Douady, LEHNA)

Méthodologie :

- Rapports $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ → reconstitution des réseaux trophiques
- 10-15 individus / 'station' + sources de matière organique (taches, biofilm, etc.)
- EA-IRMS (analyseur élémentaire + spectromètre de masse isotopique)

Prélèvements de taches (sur supports comparables) pour analyses isotopiques :

- | | |
|---|----------------|
| • Taches noires actuellement colonisées par les collemboles (Abside) | - Autorisé |
| • Taches noires anciennement colonisées (Abside) | - Autorisé |
| • Taches noires non colonisées (Panneau ; entre le Passage et la Nef) | - Pas autorisé |

VOLET 4. Techniques non-destructives (NDT) pour la caractérisation physico-chimique des taches noires sur les parois de la grotte de Lascaux

- a) Test et recommandation de techniques non-destructives et non-invasives, pour localiser, dans le Passage de la Grotte, la présence de taches d'origine biologique (principalement de taches noires et dans une moindre mesure de taches d'autre couleur en fonction de leur fréquence) et suivre leur évolution au cours du temps (fréquence tous les 4-6 mois), sur la durée du programme (3 ans).
- b) Proposition de protocoles pour le monitoring en continu de l'humidité et de la température de la surface des parois, par des méthodes excluant tout contact avec la paroi.

Aspects positifs

Efforts du personnel de la grotte de Lascaux

Faisabilité de l'emploi du temps ?

- Echantillons listés
- Repérage taches
- Tubes marqués
- Un seul microbiologiste
- Aller et retour vers l'azote liquide (échantillons ARN)

Compréhension du terrain

- Besoin de comparaison d'une campagne à l'autre
- Besoin que les principaux intervenants du projet puissent rentrer dans la grotte et comparer les taches de visu (doctorante, chimistes)

ANNEXE 4

Étude des contextes géologiques, géomorphologique et pédologiques de la grotte de Lascaux

Laurent Bruxelles

Rapport de synthèse

Etude des contextes géologique, géomorphologique et pédologique de la grotte de Lascaux

SYNTHESE

Novembre 2014

Coordination de l'étude : Laurent Bruxelles

Rapport de synthèse rédigé par :

Laurent Bruxelles, INRAP et UMR 5608 du CNRS

Hubert Camus, PROTEE

Jean-Jacques Delannoy, Conseil scientifique de la Grotte de Lascaux

Coordination scientifique : Valérie Plagnes et Jean-Jacques Delannoy

Conseil Scientifique de la grotte de Lascaux

1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE

Afin de mieux cerner les transferts entre la surface du massif et la grotte de Lascaux et mieux appréhender le fonctionnement hydrologique et climatique de la cavité, il est apparu essentiel de connaître avec finesse la **géométrie de l'encaissant ainsi que la nature du matériel qui recouvre le massif**. Les résultats géophysiques menés dans le cadre de la thèse de J. Lopez (2009) avaient mis en évidence des discontinuités importantes dans l'encaissant sans pour autant en définir l'origine et leur distribution spatiale. Le travail entrepris dans le cadre de cette étude visait à sérier les **discontinuités spatiales de l'encaissant et à préciser la nature des différents matériaux présents dans la zone proximale d'alimentation de la grotte**. Dès lors que cette étude avait pour objectif de fournir les données nécessaires à la compréhension des transferts surface/grotte, la prise en compte de la couverture bio-pédologique était incontournable et ce d'autant plus que celle-ci est fortement associée aux variations lithologiques et aux effets de l'évolution géomorphologique. C'est vers cette approche globale que tend cette étude. Celle-ci visait à **acquérir des connaissances sur le milieu qui pourront être mobilisées tant dans la définition des modes de gestion du site que par les différents programmes de travail en cours et à venir sur la grotte de Lascaux ainsi que par les groupes de travail du Conseil Scientifique** ; les groupes les plus concernés étant « Etat des parois : microbiologie-microfaune-vermiculations », « Hydroclimatologie souterraine » et « Ecosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain ». Pour répondre à ces différentes questions scientifiques, les attendus de cette étude ont été précisés par le Conseil Scientifique de la grotte de Lascaux et mis en oeuvre par Valérie Plagnes. Le suivi des travaux a été réalisé pour le Conseil Scientifique par V. Plagnes puis par J.J. Delannoy. Le financement a été assuré par le Groupe de Maitrise d'Ouvrage de la grotte de Lascaux. Cette étude a reçu sur le terrain l'appui précieux des agents du Ministère de la Culture chargés de la gestion de la grotte (S. Van Solinge, B. Desplat, J.-C. Portais) que nous tenons ici à remercier.

Un des objectifs était également d'enrichir et préciser la structure du simulateur pour les modélisations d'évolution des paramètres physiques de la grotte. Le « Simulateur Lascaux », outil numérique en 3D basé sur un code de mécanique des fluides numérique développé au laboratoire TREFLE, a été enrichi ces dernières années avec les données 3D internes et externes (surface). Cet outil opérationnel peut être utilisé à la demande du Groupe de Maitrise d'Ouvrage pour réaliser des scénarios prospectifs en vue de changements éventuels de l'assistance climatique, d'aménagement de cette assistance (ex. des glissières) voire de la grotte (ouverture ou fermeture d'une cloison...). Le Conseil Scientifique a souhaité aller plus loin dans l'utilisation de ce simulateur en envisageant de tester l'impact de forçages anthropiques ou climatiques (présence humaine, changements des conditions climatiques externes...). Pour cela, la structure du simulateur se doit de prendre en compte les hétérogénéités de l'encaissant géologique et du karst (empilement stratigraphique avec l'hétérogénéité hydro-thermique correspondante, discontinuités géologiques telles que les failles ou les diaclases, discontinuités liées à la karstification). La topographie réelle du terrain est déjà intégrée au simulateur mais il reste à prendre en compte l'interface sol pédologique / toit des calcaires.

Ce travail permettra, par ailleurs, de fournir une meilleure connaissance de la répartition et de la composition de la couverture pédologique, et par conséquent des sources de matières organiques et minérales potentiellement transférables vers le milieu souterrain et de leurs

impacts potentiels sur la grotte. Ces aspects intéressent particulièrement les groupes de travail « Etat des parois : microbiologie-microfaune-vermiculations », et « Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain ».

Afin de répondre à ces questions, trois objectifs de recherche ont été proposés par le Conseil scientifique :

- **1- Préciser la topographie du toit des calcaires et des principales discontinuités structurales.** L'objectif était d'étendre et préciser la cartographie réalisée dans le cadre de la thèse de Benjamin Lopez à l'ensemble de la zone d'étude, en particulier au-dessus de la cavité. Des mesures complémentaires à réaliser par des techniques non intrusives de géotechnique ou géophysique de subsurface avaient pour objectif de réaliser une topographie du toit des calcaires, une cartographie des discontinuités observables et une caractérisation des types de remplissages si possible.
- **2- Définir la nature des formes et formations anciennes de surface et de subsurface** dans le périmètre de protection et à l'échelle de la colline. L'objectif était de « renforcer la caractérisation de la couverture de la grotte par une approche géomorphologique à une échelle plus vaste. L'examen de l'ensemble de la colline notamment des zones situées à l'amont hydraulique de la grotte, devait permettre de mieux comprendre l'organisation spatiale des formes du toit des calcaires et leurs liens avec la grotte. Ce travail visait également à décrire voire à caractériser les remplissages associés aux paléokarsts. Les liens entre les discontinuités structurales observées à l'extérieur et à l'intérieur de la grotte étaient à rechercher. Sur la base d'une cartographie détaillée, ce travail devait aboutir à une typologie des formations superficielles et à l'étude de leurs relations avec le milieu souterrain.
- **3- Caractériser la couverture pédologique.** Une cartographie des sols était indispensable pour compléter la caractérisation des principales sources de matières organiques et minérales ainsi que leur mobilité. La réalisation d'une carte des stocks de carbone mais aussi de matières organiques et minérales mobilisables était jugée nécessaire pour réaliser une toute première base de données des types de matières organiques et minérales mobilisables.

Pour mener à bien ces trois objectifs, plusieurs spécialistes et structures de recherche ont été mobilisés :

- volet 1 : Colette Sirieix et S. Xu (I2M-GCE, Université de Bordeaux)
- volet 2 : Laurent Bruxelles (INRAP) et Hubert Camus (Protée)
- volet 3 : Jérôme Poulénard (laboratoire EDYTEM – Univ. Savoie).

Ce rapport correspond à la synthèse des différentes contributions à cette étude. Il reprend et intègre les principaux résultats obtenus en géophysique (Sirieix et Xu, 2014), en géomorphologie et formations superficielles (Bruxelles et Camus, 2014) ainsi qu'en pédologie (Poulénard, 2014). Afin de compléter ces approches, nous intégrerons dans cette synthèse quelques résultats de l'étude menée par Stéphane Perrin (Perrin, 2013) concernant les peuplements forestiers sur la parcelle appartenant à l'état, mais aussi sur la nouvelle parcelle couvrant la partie sud de la colline. En effet, les associations végétales sont d'excellents indicateurs des types de la nature des formations superficielles, des conditions de drainage et du type de sol. Elles ont été très utiles lors des levés de terrain pour préciser les limites cartographiques de certains ensembles.

2. LE CADRE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE

Avant de traiter des environs immédiats de la grotte, il est important de préciser le cadre géologique ainsi que les grands traits de l'évolution de la région. L'évolution de la colline, la formation de la grotte et son évolution postérieure découlent de ces étapes morphologiques qui fixent un premier canevas chronologique.

Il peut paraître curieux de développer l'évolution paléogéographique et géomorphologique sur du temps long dans un programme de recherche visant à la compréhension des phénomènes qui interviennent dans le fonctionnement actuel de la cavité et du bon état de conservation de la grotte de Lascaux. Cette évolution a directement influencé la genèse et l'évolution de cette cavité ainsi que de son proche environnement physique. Les discontinuités de l'encaissant et de la nature du matériel géologique qui interviennent aujourd'hui dans le fonctionnement de la grotte sont directement liées par l'évolution géomorphologique de cette région.

2.1 PHYSIOGRAPHIE ET TOPONYMIE DE LA COLLINE DE LASCAUX ET DE SES ENVIRONS

La colline de Lascaux forme un promontoire isolé des reliefs de plateau de la rive gauche de la Vézère par les vallées du Doiron au Nord et de la Saladie au Sud (**figures 1 et 3**). Entre 210 et 200 m d'altitude, la surface de ce promontoire présente une topographie peu différenciée. En périphérie de cette surface sommitale, des têtes de vallons en fer à cheval à fond plat incisent faiblement le haut de versants convexo-concaves localement armés par des corniches rocheuses. En deux endroits, à l'Est du site de Lascaux et à l'Est du site du Régourdou, ces têtes de vallons se rejoignent pour former des cols à peine surbaissés. Le col situé à l'Est du site du Régourdou isole la colline de Lascaux du reste du plateau. L'autre col, situé à l'Est du site de Lascaux et moins marqué dans la topographie, sépare la partie Ouest de la colline, couverte d'une forêt mosaïque de chênes, de pins et de châtaigniers, d'une étendue découverte autour du lieu-dit de Bellevue, cultivée en prairie herbeuse jusqu'au site du Régourdou où la pinède couvre à nouveau le relief.

Sur les versants, les vallons nord et sud-est de Lascaux ainsi que le vallon de la Béchade acquièrent un profil en long assez raide qui s'amortit à mi-versant pour former un replat vers 130-150 m. Ces vallons sont empâtés de dépôts remaniés du plateau ; seul le vallon de la Béchade présente une incision marquée formant un petit canyon où les calcaires affleurent franchement, y compris dans le talweg.

Les calcaires affleurent aussi pour former deux niveaux de corniches sur le versant Sud de la colline. Ces escarpements de commandement décamétrique accueillent plusieurs cavités sur le site des abris sous roche de la Balutie. Au pied de ces corniches des talus d'éboulis couvrent de façon très discontinue les pentes d'adret, mais aussi le versant occidental dominant le fond de la vallée de la Vézère.

En pied de versant, ces tabliers d'éboulis se raccordent aux paliers des terrasses de la Vézère ou aux formations alluviales qui comblent les vallées du Doiron et de la Saladie. Ce type de raccordement topographique est visible partout, sauf dans l'axe des vallons qui génèrent des cônes de déjection. Ces derniers présentent des états d'évolution différents entre les versants Sud et Ouest, notamment le cône de la Béchade très aplani qui se raccorde avec les paliers inférieurs de la moyenne terrasse de la Vézère alors que le cône du vallon Nord de Lascaux présente une morphologie bombée et s'amortit sur le palier supérieur des terrasses moyennes.

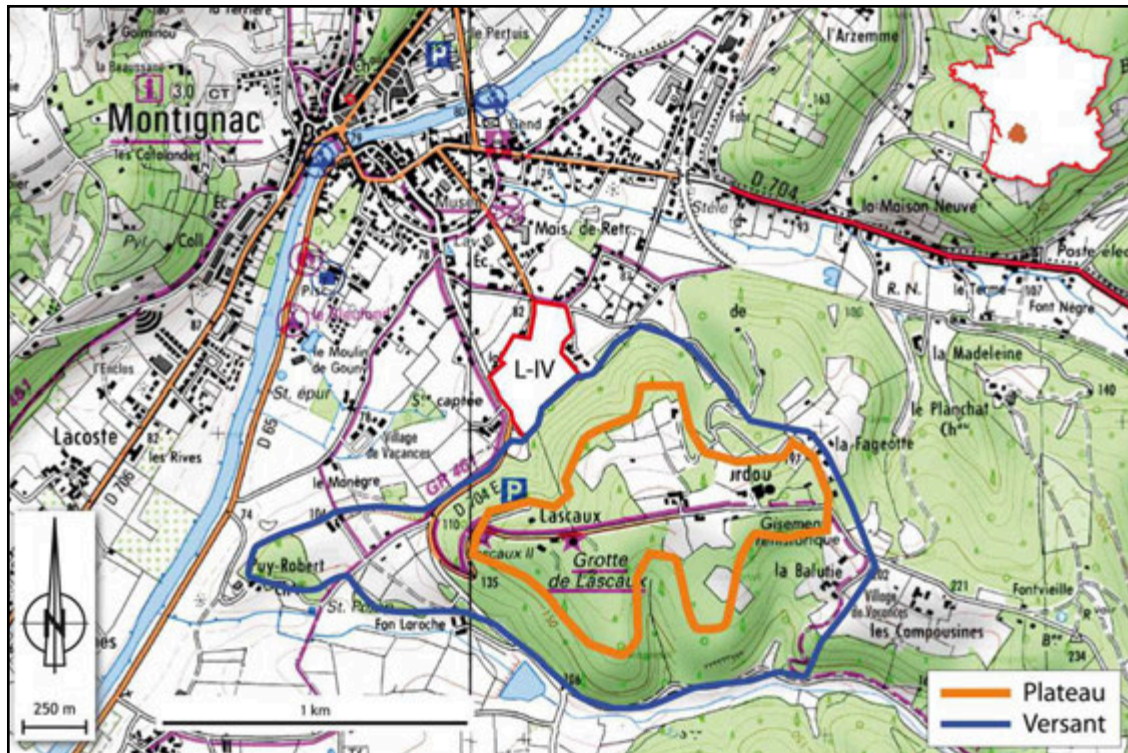


Figure 1 : Localisation du secteur de la colline de Lascaux (L-IV : emprise du projet de Lascaux IV)

2.2 LES GRANDS TRAITs DE L'HISTOIRE GEOMORPHOLOGIQUE

Après le retrait définitif de la mer crétacée (figure 2, A), les calcaires ont été soumis à une longue phase d'altération continentale. Celle-ci couvre la fin du Crétacé supérieur et une partie du Tertiaire, au moins jusqu'à l'Eocène. Pendant cette période de calme tectonique relatif, les calcaires crétacés ont été profondément altérés (figure 2, B). Dans la partie supérieure, cette altération s'est traduite essentiellement par une décarbonatation et par des néogénèses argileuses (Trauth, 1985 ; Gourdon-Platel et Dubreuilh, 1992 ; Platel et Gourdon-Platel, 2012). Le résidu insoluble des calcaires (sable et argiles à silex) a alors formé une couverture de matériaux meubles qui a contribué à la poursuite de ce phénomène d'altération à l'interface entre les calcaires et les argiles sableuses à silex (cryptokarstification). Ce sont ces matériaux qui, une fois remaniée en direction des plateaux jurassiques au sud-est, ont donné le

sidérolithique au sens strict. Enrichis par les résidus de dissolution des calcaires locaux, ils y ont subi une évolution de type latéritique.

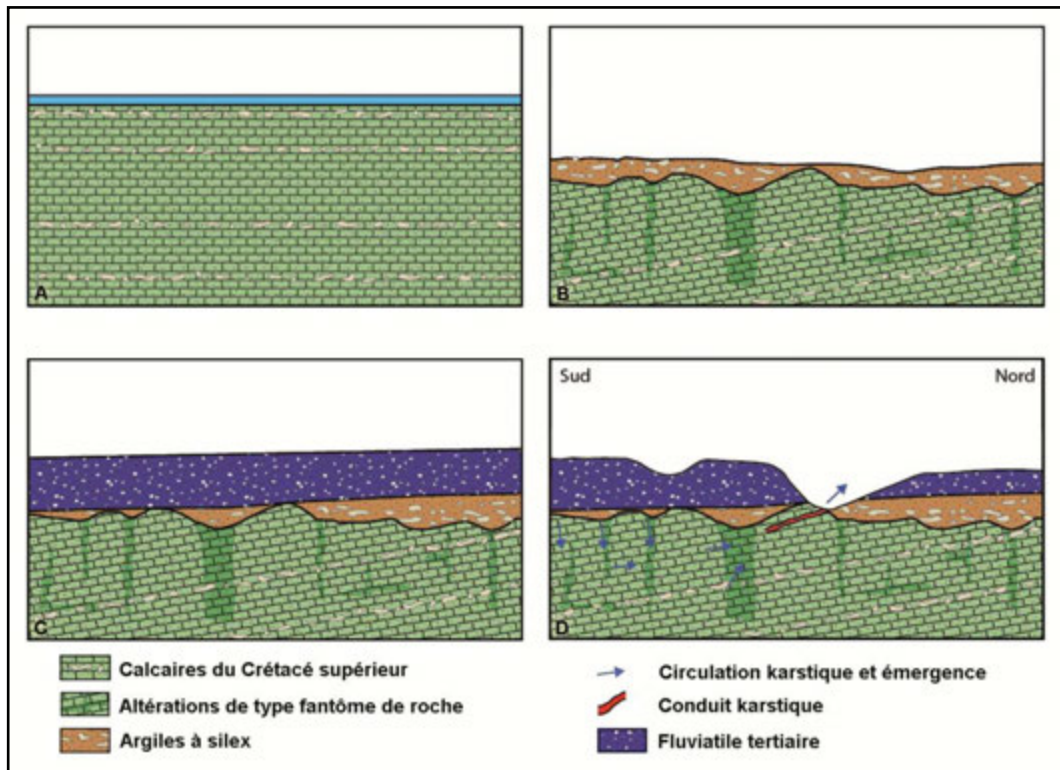


Figure 2 : Synthétique des principales étapes de l'évolution continentale de la surface des plateaux.

En Périgord, ces altérites sont constituées d'argiles sableuses brun rouge à orangé et de silex foncés. Leur épaisseur est en moyenne de deux à trois mètres au sommet des plateaux. De nature meuble, elles sont plus ou moins remaniées par colluvionnement sur les plateaux et le long des versants. Elles affleurent largement à l'ouest de Montignac mais plus rarement en rive gauche de la Vézère où les calcaires ont été largement décapés. Ainsi, autour de la colline de Lascaux, aucun affleurement notable n'est figuré sur la carte géologique. Nous verrons cependant que cette couverture d'altérite y est préservée de manière résiduelle, associée à des structures karstiques. Au point de vue des minéraux lourds, ces altérites sont caractérisées par la présence exclusive d'éléments provenant du substrat crétacé : andalousite, staurotide, tourmaline et zircon.

En profondeur, cette altération s'est prolongée par une altération isovolumique *in situ* dans la masse des calcaires. Ainsi, le long des principales discontinuités (fractures, contacts lithologiques), mais aussi de faciès plus favorables (porosité, fraction détritique), les calcaires ont subi une dissolution sélective avec préservation des structures lithologiques (Quinif, 1999 ; Quinif et Bruxelles, 2011). Le plus souvent, dans ces calcaires crétacés, c'est le ciment micritique qui est évacué alors que la sparite et la fraction détritique (argile, sable et silex) restent sur place dans leur position lithostratigraphique. A la différence d'une karstification « classique », par ablation totale de la roche, les circulations n'ont ici pas la compétence pour exporter les résidus moins solubles qui forment alors le squelette de l'altérite. Il en résulte une

altérite meuble, isovolume, où l'on reconnaît les niveaux de silex et les stratifications entrecroisées présents dans les calcaires gréseux par exemple. Dans le secteur d'étude cette altération donne des sables jaunes à roux en fonction de leur préservation sur place ou de leur remaniement et de leur altération en surface.

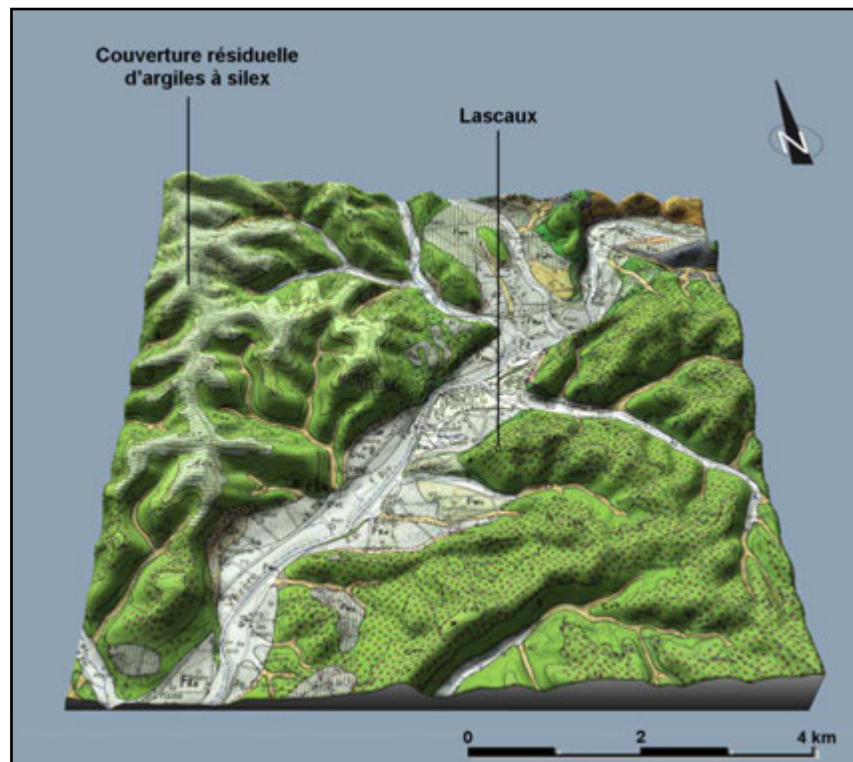


Figure 3 : Bloc 3D montrant la répartition différentielle des couvertures d'argiles à silex de part et d'autres de la vallée de la Vézère.

2.3 LES DEPOTS TERTIAIRES (E-M ET FS)

Ces formations détritiques se distinguent du « sidérolithique », à la fois par leur position mais aussi par leur nature. Ainsi, ces dépôts tertiaires se retrouvent essentiellement en position sommitale (figure 2, C). Leur épaisseur peut atteindre une vingtaine de mètres, mais celle-ci est variable au grès de leur troncature par l'érosion et de leur remaniement sur les versants. Des placages de ces alluvions ont été identifiés dans le cadre de ce travail au sommet de la colline de Lascaux ; ils forment un ensemble assez vaste entre le site de la grotte et celui du Régourdou.

Incontestablement d'origine fluviatile, ils sont constitués de lits d'argiles micacées gris bleu, de sables, de graviers et de galets pouvant être assez gros (jusqu'à 20 cm), le tout étant disposé en structures entrecroisées. Quelques passées argileuses rougeâtres apparaissent localement. Ces matériaux, originaires du socle cristallin se distinguent des altérites sableuses crétacées par la présence notamment de disthène. Si l'on se base sur l'arrivée de ce minéral dans les dépôts tertiaires marins plus au Sud, ce transit entre le socle ancien et le golfe d'Aquitaine pourrait s'être mis en place dès l'Eocène moyen à supérieur, après les premiers mouvements tectoniques pyrénéens.

2.4 LA MISE EN PLACE DU DRAINAGE DE SURFACE

Dès le Tertiaire, un réseau hydrographique se met en place entre le massif ancien et le bassin Aquitain. Les sédiments fluviaux s'accumulent dans toute la région, alors en position de piémont du Massif Central. A ce niveau, les cours d'eau circulaient dans des vallées peu profondes, le plus souvent sur les couvertures d'altérites qui recouvraient les calcaires crétacés (figure 2, D). Plusieurs mètres d'alluvions sablo-graveleuses ont ainsi été déposées sur les argiles à silex.

Avec l'encaissement progressif des grandes vallées, le réseau hydrographique secondaire se développe par érosion régressive, à partir de l'axe des principaux cours d'eau. Ainsi, on remarque, surtout en rive droite de la Vézère, tout un chevelu, extrêmement hiérarchisé, notamment des bassins versants du Thonac et du Vimont (figure 4). Ce réseau hydrographique s'est imprimé à partir de la couverture dans les calcaires crétacés. La présence aujourd'hui encore d'une importante couverture d'altérite maintient ce dispositif en l'état et assure son fonctionnement hydrologique ainsi que son évolution, en phase avec l'évolution de la Vézère.

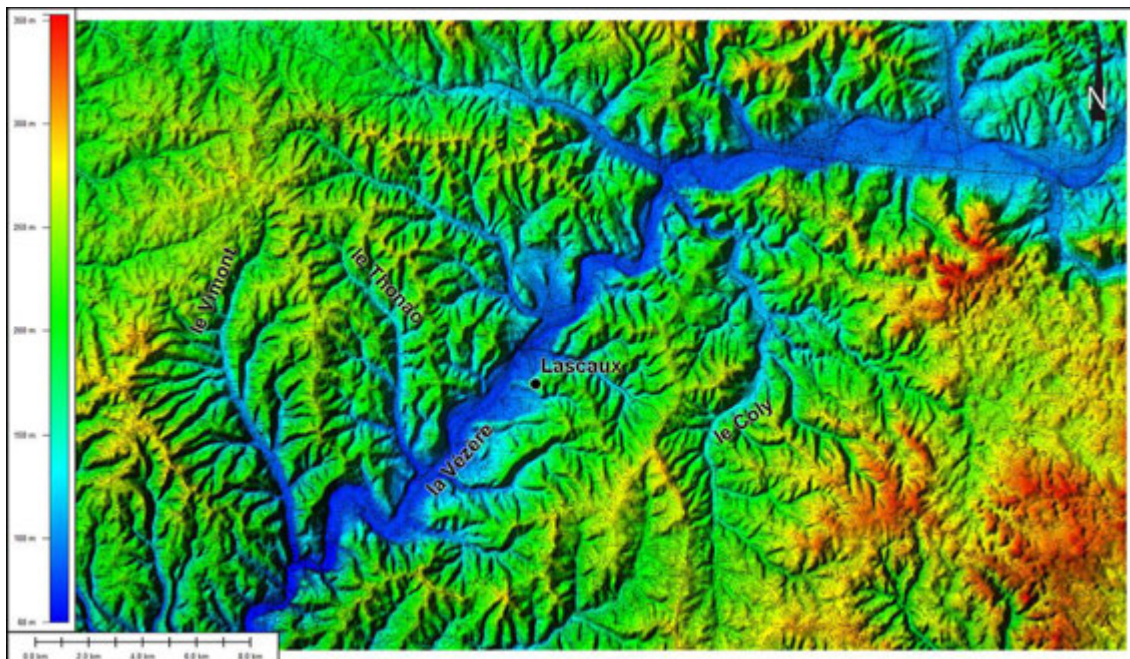


Figure 4 : Carte hypsométrique des plateaux environnant la vallée de la Vézère.

En rive gauche, ce dispositif hiérarchisé est également perceptible mais il est moins étendu. Certaines vallées, très rectilignes, sont nettement orientées par la fracturation et l'altération profonde des calcaires crétacés. Ici, l'influence de la couverture meuble est moins dominante et cela peut s'expliquer par un décapage plus précoce ou plus important de celle-ci. L'érosion régressive a donc exploité, dans un second temps, les calcaires en fonction de leurs zones de faiblesse mécanique constituées par les discontinuités structurales ou karstiques.

2.5 LES TERRASSES ALLUVIALES DE LA VEZERE

Au gré de l'incision quaternaire de la Vézère, plusieurs paliers alluviaux successifs ont été préservés (figure 5). Ils correspondent à des périodes de stabilisation voire d'aggradation du fond de la vallée. Ces anciens fonds de vallée, aujourd'hui en inversion de relief, constituent donc des témoins de stagnation temporaire du niveau de base local. Il est donc possible, en comparant ces niveaux de terrasses étagées, la morphologie des versants ainsi que l'organisation du karst, de caler, au moins de manière relative, l'âge du creusement de certaines cavités.

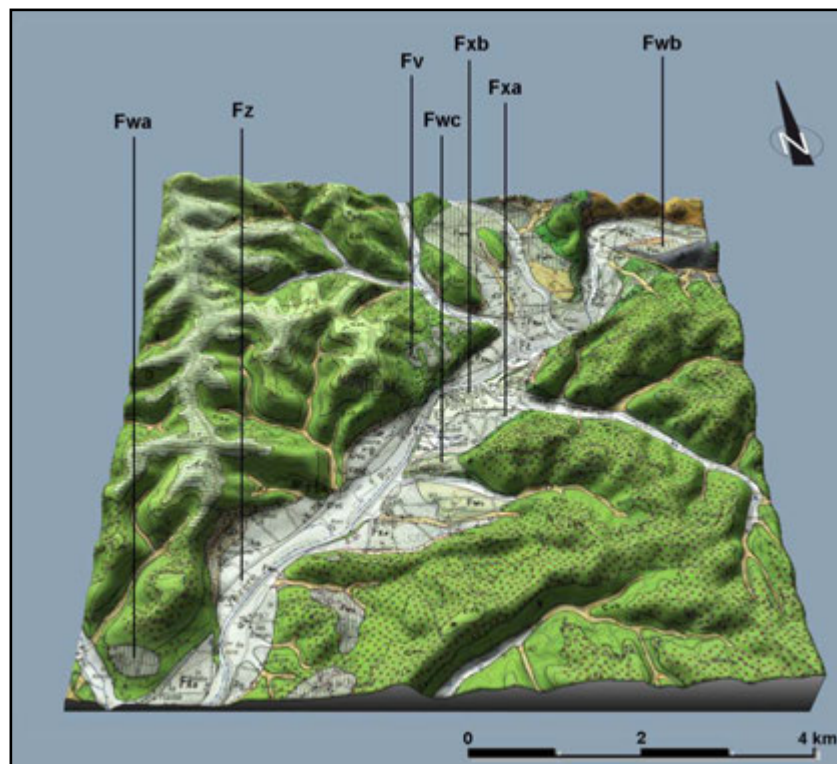


Figure 5 : Bloc 3D montrant la disposition des principales terrasses alluviales en amont et en aval de Montignac.

2.6 LES GELIFRACTS ET SEDIMENTATION EN CONDITION DE FROID

Au cours des phases froides du Quaternaire, les affleurements calcaires ont été soumis aux alternances de gel-dégel, ce qui a eu pour effet de produire, en fonction de la nature de l'encaissant et de l'exposition du versant, de plus ou moins gros volumes de gélifRACTS. La quantité de gélifRACTS dépend également de leur préservation, soit que les cours d'eau en aient sapé la base et exporté tout ou partie, soit qu'ils aient été transformés lors les périodes interglaciaires favorable à leur dissolution.

Les formations produites par la cryoclase des calcaires forment des tabliers d'éboulis de gélifracsts qui tendent à régulariser les versants : on parle de grèzes lorsqu'un litage structure le dépôt. Ce litage disparaît ou est perturbé par remobilisation des dépôts, notamment en position de pied de versant où les ruissellements ou l'action du gel (solifluxion, fente en coin) interviennent sur le dépôt lui-même.

2.7 LES CONES DE DEJECTION

Ce sont des accumulations sédimentaires en forme de cône qui se déposent au débouché des cours d'eau latéraux. En fonction de leur position morphologique, en particulier de leur altitude relative ou de leur lien avec certains niveaux de terrasses, il est possible d'évaluer leur ancienneté. Ainsi, la cartographie de la colline de Lascaux montre que l'on a au moins trois générations de cônes.

L'intérêt de ces séquences de dépôts est qu'elles sont constituées par les formations érodées sur les plateaux. Il y a donc là, l'enregistrement de dynamiques érosives qui ont contribué au décapage progressif des couvertures de la zone sommitale qui se retrouvent piégées en pied de versant.

CONCLUSIONS PARTIELLES

La colline de Lascaux a connu une évolution géologique et géomorphologique longue et complexe. Il faut donc prendre en compte l'ensemble de l'héritage si l'on veut pouvoir appréhender correctement la grotte et son contexte.

Les principales étapes de cette évolution sont :

- dès la fin du Crétacé : première phase d'altération avec formation des argiles à silex et développement des fantômes de roche au sein des calcaires
- le tout est scellé par une épaisse couverture fluviatile tertiaire
- à partir de la fin du Tertiaire et pendant tout le Quaternaire, la Vézère et l'ensemble du réseau hydrographique s'encaissent progressivement dans les calcaires,
- les versants sont soumis à la gélifraction et au colluvionnement

Le karst a enregistré, par sa morphologie et ses formations corrélatives, toutes les étapes de cette évolution. Il convient donc de pouvoir les identifier afin de pouvoir dresser un premier canevas de la genèse de la grotte de Lascaux.

3. ORGANISATION DES GEOMETRIES KARSTIQUES ET ENREGISTREMENT DES FONCTIONNEMENTS PASSES

Ce chapitre a pour objectif de préciser les modalités de mise en place des différents phénomènes et géométries karstiques qui ont influencé et influe sur le fonctionnement de la grotte de Lascaux. De cette évolution découle directement la géométrie actuelle du substrat, ses relations avec les altérites et les formations superficielles ainsi que les liens forts avec la grotte de Lascaux.

Dans le cadre des travaux de terrain, différents processus de karstification ont été reconnus, aussi bien en surface que dans la cavité. Chacun de ces processus a une histoire différente liée à l'évolution géomorphologique. Ils ont une expression différente en surface, au niveau des morphologies et de la nature des formations superficielles, mais aussi de la pédologie et des associations végétales. Ces processus doivent également être distingués car ils ont des propriétés hydrologiques et hydrogéologiques différentes et n'ont donc pas le même rôle dans les modalités d'alimentation de la grotte en eau.

Enfin, C'est également l'occasion de préciser certains concepts novateurs de karstogenèse et d'en définir le vocabulaire que nous utiliserons tout au long de ce rapport. A ce stade, on ne peut plus se contenter de terme de « remplissage » utilisé jusque là puisqu'il regroupe des formations de nature différentes qui ne constituent en aucun cas des remplissages de morphologies antérieurement vides.

3.1 LES CONCEPTS DE FANTOMISATION, CRYPTOKARSTIFICATION ET ENDOKARST

La karstification est un processus complexe dont l'expression dépend de conditions lithologiques, tectoniques, topographiques, hydrologiques et climatiques. Ainsi, en fonction du type de phénomène karstique, il est possible de reconstituer les environnements passés et d'en lire la succession.

Cette complexité est à regrouper en trois grands types de modalités d'altération karstique : la fantômisiation, la crypto-altération et la corrosion sur roche nue (Quinif, 1999). Ces trois ensembles de mécanismes morphodynamiques aboutissent à des types de structures karstiques distinctes nécessitant des temps géologiques de durées très différentes, mais qui peuvent se combiner sur un même site. Ce qui est le cas pour le site de la grotte de Lascaux. Ce site n'a jamais été étudié avec cette approche des différents processus et modalités de « karstification ». Ils se retrouvent aussi bien en surface, dans l'histoire des formations superficielles que dans la grotte, où la juxtaposition de formes d'origines diverses illustre bien la complexité de l'évolution géomorphologique. La prise en compte de cette complexité est

fondamentale pour appréhender avec acuité le fonctionnement de la grotte de Lascaux. Connaître cette complexité permet de connaître le fonctionnement de la grotte.

3.1.1 Processus et principes de la fantômisaiton

La fantômisaiton est un processus de karstification par altération isovolumique *in situ* des roches carbonatées, ici les calcaires gréseux et bioclastiques du Crétacé supérieur. Le produit de ce processus est une altérite autochtone constituée de sable jaune en profondeur ou de sable roux près de la surface contenant une faible quantité de silex en rognons conservés dans leur position stratigraphique initiale. D'ailleurs, les traits lithologiques de la roche, les figures de sédimentation et/ou les discontinuités stratigraphiques sont conservées de la même manière dans le fantôme de roche. On parlera donc ici **d'altérite autochtone**.

Ainsi, le long des principales discontinuités (fractures, contacts lithologiques), mais aussi de faciès plus favorables (porosité, fraction détritique), les calcaires ont subi une dissolution sélective avec préservation des structures lithologiques (Quinif, 1999 ; Bruxelles, 2001 ; Quinif et Bruxelles, 2010 ; Dubois *et al.*, 2013). A la différence d'une karstification « classique », par enlèvement total, les circulations n'ont ici pas la compétence pour exporter les résidus moins solubles qui forment alors le squelette de l'altérite. Il en résulte une formation meuble, isovolume, où l'on reconnaît les niveaux de silex et les stratifications entrecroisées initialement présents dans les calcaires gréseux par exemple.

Ces fantômes de roches forment des poches et des couloirs (figure 6), souvent interconnectés, largement calés sur la fracturation. Allant de quelques décimètres à plusieurs dizaines de mètres de largeur, ces couloirs se prolongent sur plusieurs mètres voire plusieurs dizaines de mètres en profondeur. Ils peuvent également se développer horizontalement, le long des contacts lithologiques ou en suivant des faciès de porosité initiale plus importante.

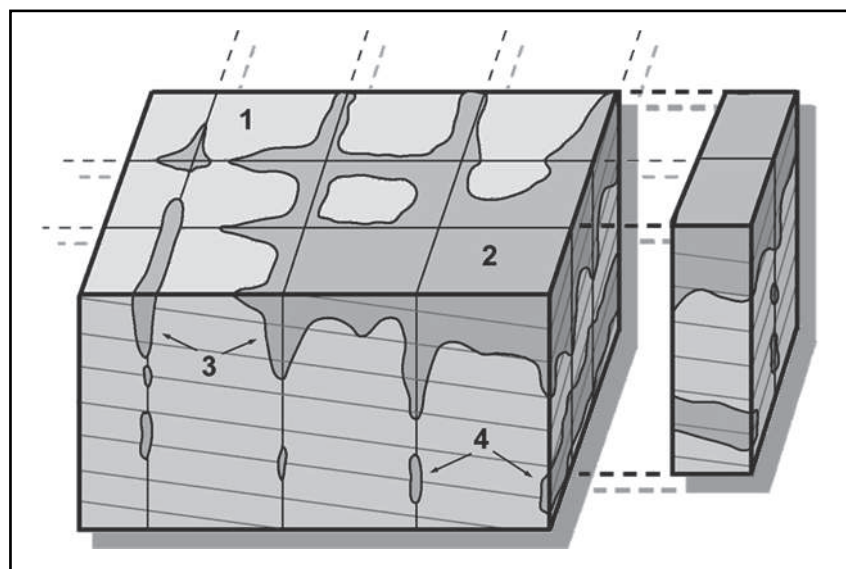


Figure 6 : Bloc schématique illustrant les différents types de fantômes : 1 – Calcaire sain ; 2 – Masse d'altérite formant une couverture ; 3 – Couloir

altérés axés sur la fracturation ; 4 – Pseudo-endokarst

En profondeur, c'est-à-dire sous une voûte de calcaire franc, cette altération peut se développer horizontalement, sous forme de réseau formant après décolmatage un pseudo-endokarst, c'est-à-dire des grottes. Cependant, ces cavités n'ont pas été creusées par un écoulement d'eau qui dissout la roche en pleine section, mais par évacuation du fantôme de roche, que ce soit par érosion régressive depuis la source ou par soutirage.

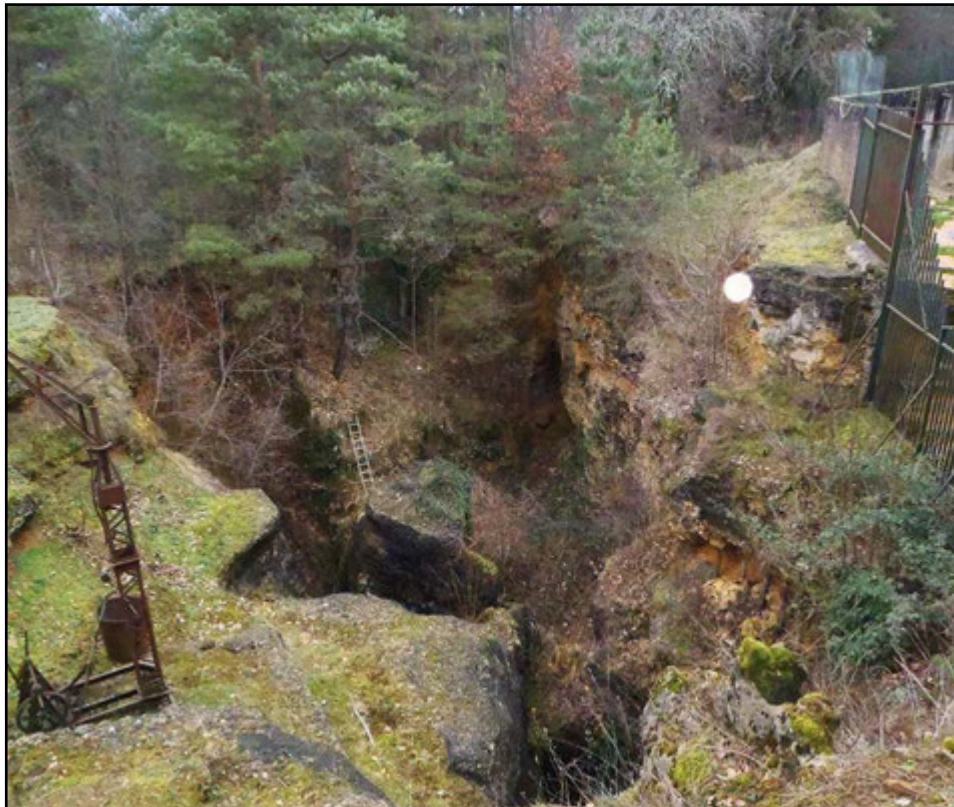


Figure 7 : Site du Régourdou excavé artificiellement par M. Constant. Dans la partie supérieure du site, ce sont essentiellement les couloirs fantômés qui ont été vidés de leur altérite.

Le site du Régourdou, à proximité de la grotte de Lascaux, est une très bonne illustration de ce phénomène puisqu'une grande partie des matériaux tendres évacués par Roger Constant était en fait du fantôme de roche. Il en reste d'ailleurs quelques placages à la base du couloir principal (figure 7). On perçoit également la géométrie et la densité de ce phénomène au sein des calcaires crétacés, l'encaissant formant des pinacles, des arches et des cloisons entre les différentes zones altérées.

3.1.2 La cryptokarstification

Le creusement des vallées engendre un gradient hydraulique qui se traduit par un transfert des écoulements depuis la surface jusqu'à un point bas qui correspond généralement aux

exutoires des eaux souterraines (sources). La corrosion se concentre essentiellement au contact de la couverture superficielle (meuble et perméable) et du substrat calcaire. Elle exploite toutes les discontinuités permettant l'évacuation des eaux à cette interface pour rejoindre en profondeur les zones préalablement altérées, notamment les couloirs fantômisés. Au gré du développement du cryptokarst, le front de crypto-altération s'imprime dans le substratum calcaire en formant des crypto-dolines et des pinacles entre lesquels la couverture meuble est affectée de tassements et de soutirages localisés (figure 8). Les argiles à silex, qui constituent *pro parte* un héritage de la longue période d'altération comprise entre le retrait de la mer crétacée et l'arrivée des séquences fluviatiles tertiaires, sont également soutirées dans le cryptokarst.

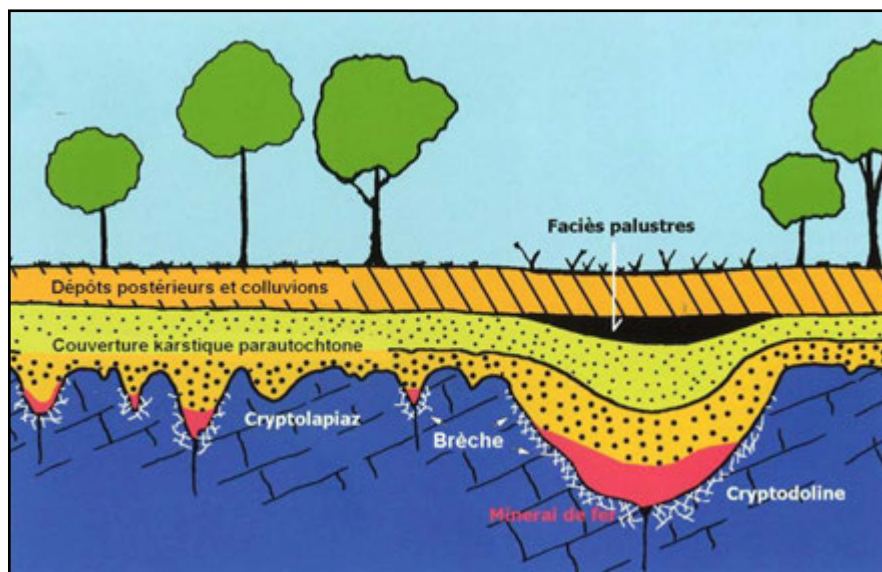


Figure 8 :
Coupe
schématique
d'un
cryptokarst
illustrant les
différentes
morphologies
ainsi que les
formations
associées.

Après érosion de la couverture meuble, les formes karstiques visibles en surface les plus évidentes correspondent à un cryptolapiaz exhumé. Les pinacles sont associés à un faciès de sables argileux à forte concentrations de silex issus de l'altération des calcaires gréseux *in situ* (C4b et C5a) et soulignés par des minéralisations ferrugineuses qui indiquent le front de crypto-altération sous couverture : on parlera dans leur cas **d'altérites parautochtones**.

Les dépressions cryptokarstiques sont quasiment invisibles en surface et seule la végétation peut permettre de les identifier. En direction du centre, on observe un dispositif en auréoles concentriques des différents constituants de la couverture : le calcaire crétacé, les enduits ferrugineux sur les épontes, un ourlet d'argiles à silex, puis au centre, les formations fluviatiles. Bien sûr, ce schéma est variable en fonction des conditions topographiques locales et de la dynamique d'évolution du cryptokarst. Ces dépôts sont, en outre, tronqués par l'érosion ou recouverts par des formations colluviales polygéniques.

A l'échelle du plateau, ces formes et formations permettent de délimiter le front de couvertures plus ou moins épaisses constituées par les argiles à silex elles-mêmes et recouvertes localement par les alluvions résiduelles du Tertiaire constituant une couverture allochtone.

Bien qu'hétérogène, ce cryptolapiaz forme sans doute un continuum à l'échelle du plateau à l'interface du substratum et des couvertures conservées en place ou remaniées. Il constitue un front d'altération qui s'enfoncé dans les calcaires gréseux et vient tronquer des structures d'altération autochtones plus anciennes et les discontinuités karstiques sous-jacentes.

Cette deuxième famille de formes, plus ou moins cachées elles aussi, s'imprime essentiellement sur les couloirs de fantômisation et recoupe les pseudoendokarsts, comme ceux visibles sur le site de Régourdou. Ces structures, calquées en partie sur le maillage de la fracturation, expliquent la géométrie et le fonctionnement des vallons de la colline de Lascaux qui sont très développés, mais sans affluents et surtout avec des bassins versants indigents. Ils correspondent en fait au décolmatage des altérites des couloirs de fantômisation.

3.2 CREUSEMENT DES FORMES PARAGENETIQUES ET EPINOYEES PAR MISE EN CHARGE ET CIRCULATIONS CAPTIVES

La poursuite du creusement des vallées, avec le décapage localisé de la couverture meuble et l'abaissement du niveau de base, s'est traduite par la mise en place de drains karstiques organisés.

Dans les karsts de la fantômisation, les développements en réseau souterrains sont consécutifs au tassement de l'altérite par ressuyage, c'est-à-dire quand le niveau de base s'abaisse. Ceci a pour conséquence de libérer des vides, souvent interconnectés, permettant la circulation des eaux. Cette phase spéléogénétique s'acquière ensuite de deux façons différentes :

- *par évacuation de l'altérite lorsqu'un système karstique gravifique se met en place. Quand les versants des vallées recoupent le massif altéré, les couloirs de fantômisation et les conduits de pseudo-endokarst sont évidés par érosion régressive.*
- *par corrosion paragenétique des voûtes et des contacts entre la roche saine et l'altérite remaniée, puis des remplissages, toujours après tassement différentiel du fantôme de roche. Ce cas de figure implique la mise en place de circulations karstiques sous une couverture, c'est-à-dire dans les systèmes aquifères captifs. La phase de tassement induit une variation de niveau de base. Des phases de décharge sont suivies de mises en charge avec développement de creusements ascendants et d'une zone épinoyée. Le creusement s'opère préférentiellement dans la zone d'inondation des conduits.*

Le plus souvent, ces drains circulent de manière captive sous la couverture meuble qui scelle le sommet des calcaires. Les circulations karstiques s'organisent donc en direction des secteurs où cette dernière a été érodée et qui constituent alors des zones d'émergence de l'aquifère captif. C'est à partir de ces points de fuite que le système karstique se met en place. Des écoulements plus dynamiques exploitent les faiblesses des calcaires et notamment des fantômes (couloir et pseudo-endokarst) qui constituent un réseau maillé, déjà connecté, et facile à excaver. Le réseau karstique peut se développer rapidement, notamment par érosion régressive le long des couloirs altérés et des pseudoendokarsts. Certaines morphologies résultent uniquement de la vidange de cette altérite : c'est le cas de certaines coupoles de plafond du site du Régourdou (figure 9).

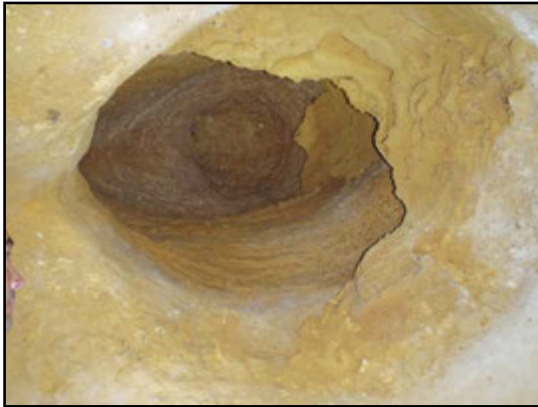


Figure 9 : En haut et à gauche : coupole de décolmatage de fantôme de roche ; à droite : coupole creusée par mise en charge dans la zone épinoyée ou ZEN ; en bas : chenal de voûte qui témoigne d'une circulation au contact de la voûte, alors que la cavité était presque totalement comblée.

3.3 LA PLACE DE LA GROTTES DE LASCAUX AU SEIN DE CE KARST POLYGENIQUE

La formation de la grotte de Lascaux correspond en première analyse, à une phase de transition entre les circulations dans un aquifère captif au sein de la structure de drainage fantômisée et une phase associée à des mises en charge probablement contemporaine du fonctionnement du système cryptokarstique. Ce résultat est novateur et n'avait jamais été formalisé auparavant. Ses incidences en termes de compréhension du fonctionnement de la grotte de Lascaux ne sont pas neutres. Cette genèse de la grotte de Lascaux se doit d'être intégrée dans les prochaines études de la cavité et dans la compréhension des phénomènes qui affectent l'intégrité de son bien.

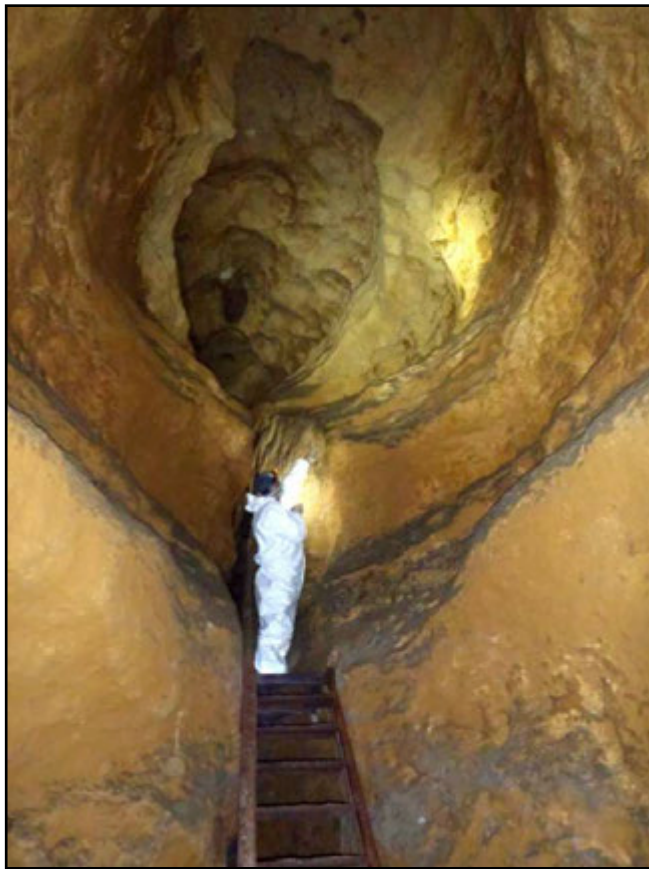


Figure 10 : Remontée depuis la base du Puits du Sorcier en direction des Sables Ensablées. La fente dans laquelle est appuyée l'échelle correspond au couloir fantômisé. Au dessus, les morphologies témoignent plutôt d'un fonctionnement noyé à épinoyé.

La cavité a donc été initiée par une phase de tassement-décolmatage des arènes du fantôme de roche au début du creusement de la vallée de la Vézère. Des formes paragenétiques et épinoyées (figure 10 et 11) sont identifiables tout au long du réseau. L'amont hydraulique se situait au sud et l'on se trouve bien ici dans le cadre d'une alimentation ascendante en direction d'un ancien point de fuite. Des dépôts corrélatifs de cette évolution ont été identifiés lors de notre visite de la grotte. A noter que la galerie du Puits du Sorcier a été presque totalement comblée par ces dépôts, scellés par des encroûtements de calcite dont un témoin est resté accroché à la voûte, quasiment au point le plus haut.

L'encaissement de la vallée de la Vézère a permis de passer d'un fonctionnement paragenétique à une évolution épinoyée puis à une phase de soutirage. Les vides souterrains actuellement visibles ont donc été acquis plus tard, par décolmatage gravitaire des remplissages mais aussi par la poursuite de l'évacuation du fantôme de roche. Ceci est bien perceptible dans la galerie du Puits du Sorcier où les morphologies arrondies se raccordent, à la base, à une diaclase issue uniquement de l'évidement de l'altérite (figure 10).

Aujourd'hui encore, ce soutirage est actif et l'altérite est en cours d'évacuation, notamment au niveau du Puits du Sorcier. Les infiltrations issues de la surface constituent les moteurs de cette vidange en direction des exutoires du massif.

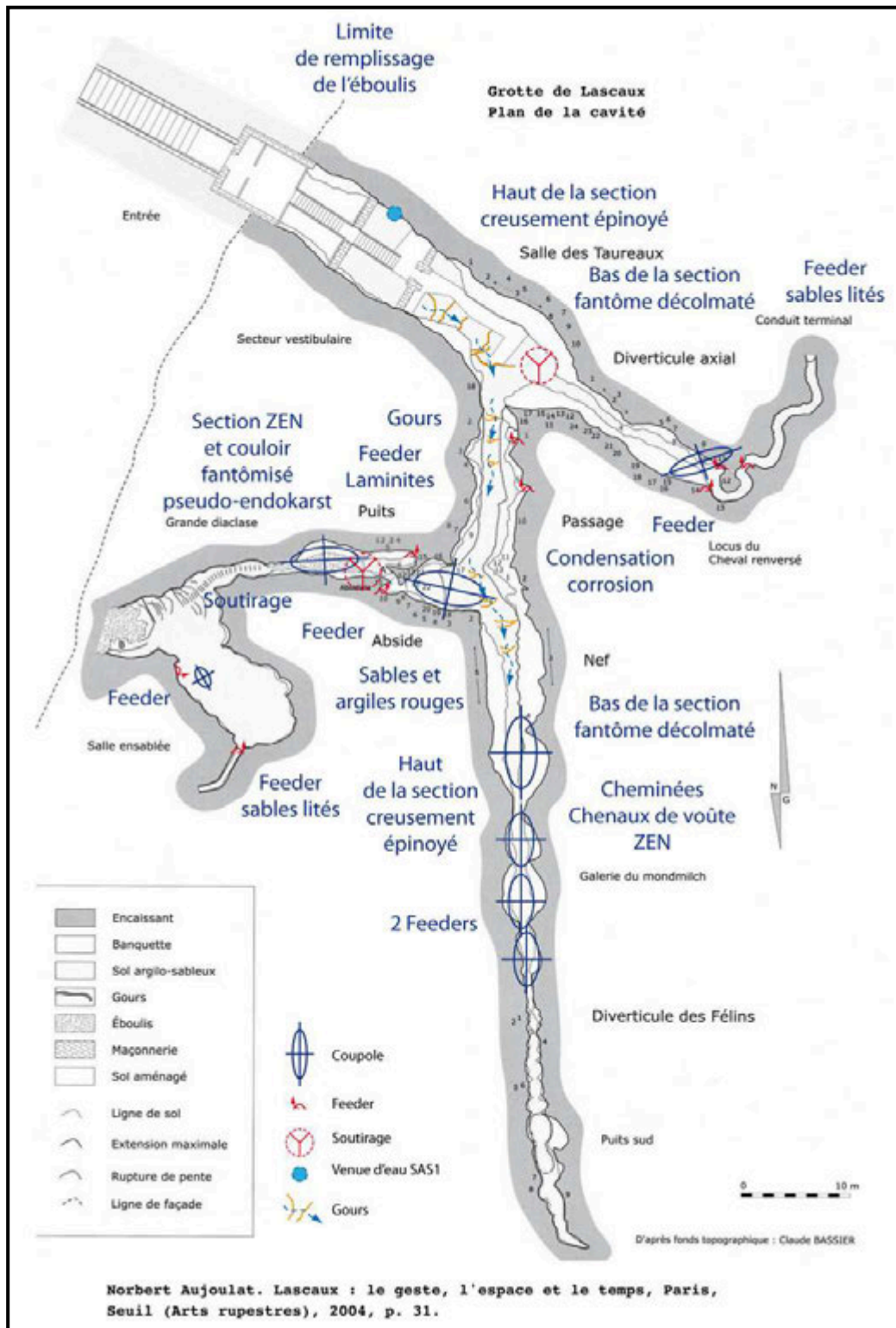


Figure 11 : Report des premières observations morphologiques (août 2014) et des principales circulations hydrologiques dans la grotte de Lascaux.

CONCLUSIONS PARTIELLES

Différents types de karstification ont été identifiés autour de la grotte de Lascaux et ses alentours :

- **la fantômisation** est une altération isovolume développée au sein du massif et qui a digéré, pendant une très longue période, certaines parties des calcaires (altérite autochtones)
- **la cryptokarstification** démarre avec le creusement des vallées. Sous les argiles à silex, la karstification des calcaires provoque une subsidence différentielle de la couverture
- le décapage partiel de la couverture permet la mise en place d'exutoire karstique. Un drainage karstique s'organise progressivement. C'est à ce moment que la grotte de Lascaux se forme.
- aux morphologies paragénétiques s'ajoutent des **formes épinoyées** qui témoignent de l'abaissement progressif du niveau de base, et donc du creusement des vallées.

Ces phases de karstification, bien visibles dans la grotte, ont aussi une expression en surface. Il en résulte une **diversité et imbrication de formations superficielles** d'âge et de nature variés.

4. FORMATIONS SUPERFICIELLES ET INDICES KARSTIQUES DE SURFACE : LEUR REPARTITION SPATIALE A L'ECHELLE DE LA COLLINE

A la surface du plateau, trois types de formations superficielles anciennes ont été repérés :

- les sables roux plus ou moins rubéfiés issus de l'altération *in situ* des calcaires gréseux du Coniacien supérieur et du Santonien basal ; il s'agit des altérites autochtones développées au détriment du massif calcaires et conservées en place.
- les argiles à silex orangées qui correspondent à des altérites parautochtones issues de l'altération du Santonien, notamment d'une partie de cet étage qui n'est plus présent sur le site voire du Campanien ;
- les dépôts alluviaux résiduels du Tertiaire associés à des ferruginisations et des silicifications ; ces formations superficielles sont allochtones et altérées en place ; elles peuvent être confondues ou associés aux termes du Sidérolithique dont elles se distinguent néanmoins par des cortèges de minéraux lourds.

4.1 REPARTITION DES SABLES ROUX ET DES SABLES JAUNES

Les sables roux sont issus de différents types d'altération *in situ* des calcaires du Coniacien et du Santonien, principalement par fantômisement et dans une moindre mesure par crypto-altération. Ils constituent une **altérite autochtone** dont la répartition est généralisée sur le massif (figure 12).

On note, néanmoins, des disparités en relation avec l'état de remaniement de ces altérites. A la surface du plateau ces sables affleurent en périphérie de la zone de Bellevue sous forme d'accumulations d'épaisseur métrique de part et d'autre des talwegs et en tête des vallons, ainsi que sur des replats topographiques en faible pente (près des parkings du site de Lascaux II, à l'Est du Régourdou et lieu dit La Fageotte).

Sur les croupes, l'épaisseur de sables diminue fortement selon deux modalités d'affleurement :

- des épaisseurs suffisantes pour masquer le substratum calcaire ou pour former un colmatage important entre les pinacles de lapiaz ;
- de faibles épaisseurs laissant apparaître le substratum, voire sous forme de simples traces sur des dalles de calcaires érodées et sur les versants des vallons où les lapiaz sont absents ; là, ils sont associés à des clastes de calcaire débités en plaquettes.

Les sables roux correspondent souvent à la partie superficielle, plus ou moins remaniée, et caractérisée par une oxydation de fer plus marquée. Lorsque l'épaisseur de ces sables devient plus importante, notamment au niveau des couloirs fantômisés, ils prennent progressivement une teinte jaune. On se trouve alors dans les altérites autochtones. Lorsque ces sables jaunes sont sub-affleurant, cela donne une indication quant à l'importance de la troncature de la partie supérieure du couloir altéré.

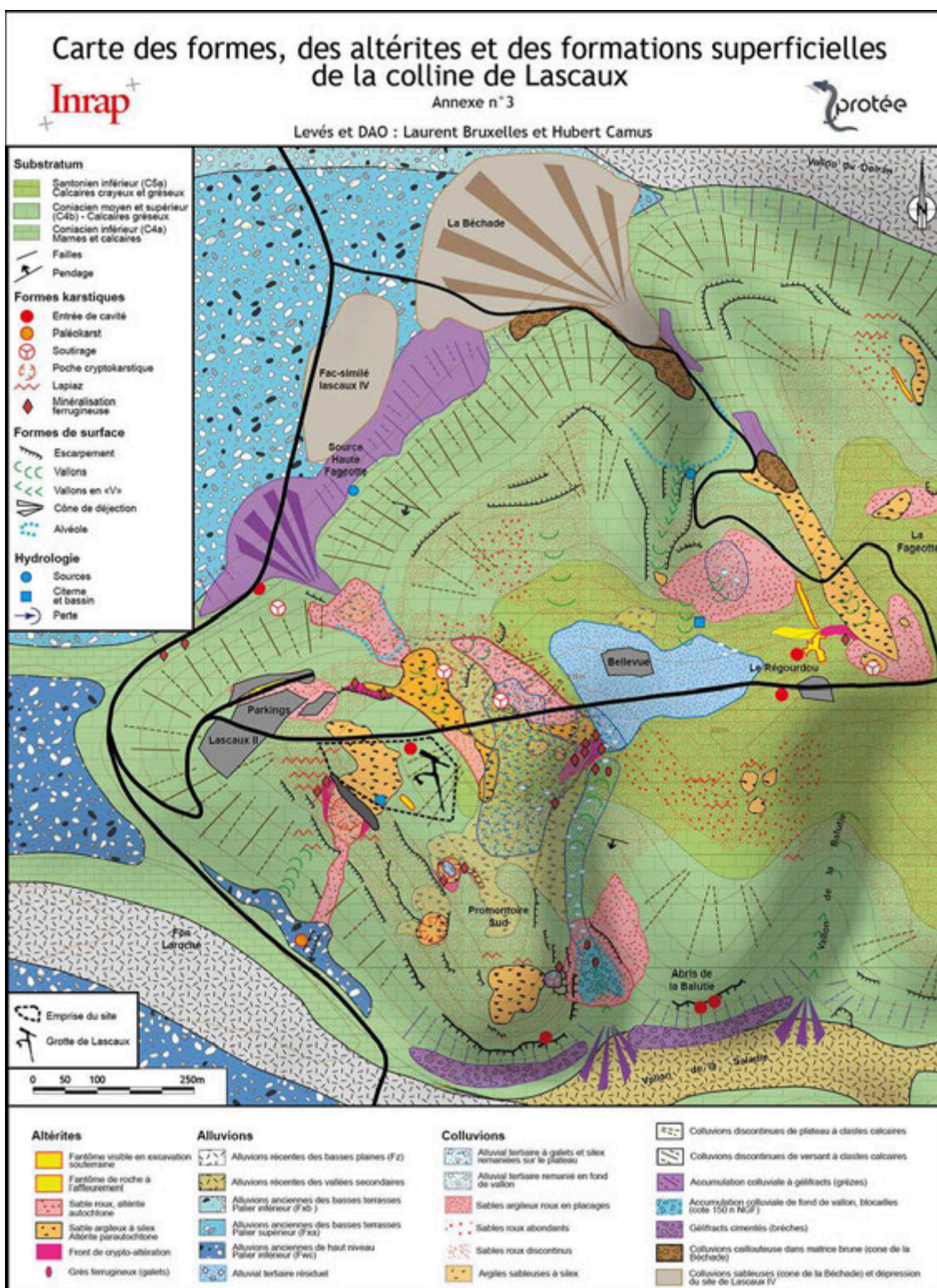


Figure 12 : Carte des formes, des altérites et des formations superficielles de la colline de Lascaux.

4.2 REPARTITION ET OCCURRENCE DES ARGILES A SILEX SUR LE PLATEAU

Les argiles à silex sont réparties de façon tout à fait discontinue, soit conservée dans l'axe des couloirs de fantômisement et/ou en position de tête de vallon, soit sous forme de poches au sein des lapiaz et dans des dépressions associées (figure 12). Leur mur est souligné par des minéralisations ferrugineuses (nodules et enduits), comme on l'observe tout autour du promontoire du site de Lascaux et près du site du Régourdou, en limite d'un couloir de fantômisement à N150°. Cette disposition révèle l'extension du front de crypto-altération qui dégrade la surface sommitale de la colline. Ce front de corrosion s'imprime dans le bâti calcaire en le digérant et en épousant les irrégularités du toit des calcaires. C'est au cours de cette imprégnation du mur des argiles à silex que les crypto-dolines et les cryptolapiaz sont générés.

L'épaisseur initiale de cette formation parautochtone était significativement plus épaisse. Elles ont donc été soumises à une forte dynamique de décapage, et ce, avant le dépôt des alluvions allochtones qui les recouvrent en discordance. Dans le secteur de Lascaux, elles ne sont donc préservées que de manière résiduelle, au cœur des structures karstiques où la subsidence a été la plus marquée.

4.3 REPARTITION ET OCCURRENCE DES FORMATIONS FLUVIALES TERTIAIRES

Les sables, les graviers et les galets de la formation fluviatile du Tertiaire occupent la partie centrale de la surface sommitale (figure 12). Les têtes de vallons en fer à cheval érodent toute l'épaisseur de cette couverture allochtone pour laisser apparaître en dessous les argiles à silex ou les sables roux ou jaunes. Ces alluvions résiduelles sont remaniées de deux façons :

- soit en aval des têtes de vallons : dans le vallon SE de Lascaux, cette formation est représentée en abondance, dans les vallons qui descendent du site du Régourdou et de Bellevue, on remarque que ces formations empâtent fortement la partie haute du profil en long qui est restée perchée par rapport à son aval ; il s'agit d'une branche abandonnée du bassin versant amont du réseau hydrographique de la Béchade ;
- soit sur des surfaces de type glacis correspondant à des systèmes colluviaux aménagés en terrasses agricoles comme à l'Est du site du Régourdou et sur le promontoire du site de Lascaux ; cet épandage avait besoin pour s'étendre d'une certaine continuité topographique ce qui suggère qu'il est antérieur au recul des têtes de vallon dans les secteurs hauts.

Enfin, comme les sables roux, ces alluvions résiduelles remobilisées se retrouvent en aval des vallons sous forme de séquences de dépôts au sein des cônes de déjection, au moins dans le cas de celui du vallon Nord de Lascaux.

La cartographie de ces formations et de leur remaniement sur les pentes montre que les argiles à silex peuvent atteindre très localement plusieurs mètres d'épaisseur, mais ont une répartition discontinue, alors que les alluvions résiduelles, moins épaisses, forment un ensemble d'un seul tenant entre Lascaux et le Régourdou. Les zones d'accumulation de terres arables correspondent à la gestion des fonds de vallon en haut de profil et des corniches du plateau. Les fonds de vallon à fond plat s'interrompent brutalement par un raccordement en ravin escarpé qui montre que ces colluvions agricoles reposent principalement sur le substratum calcaire, exactement comme les terrasses agricole en haut de versant.

A ces formations héritées, altérites et dépôts, il faut ajouter des colluvions plus récentes qui remanient en partie le produit du décapage de ces couvertures anciennes et en partie le produit de la météorisation du substratum lorsqu'il est porté à l'affleurement. Ces produits de l'érosion du substratum sont essentiellement constitués par les gélifracsts, mais aussi par des plaquettes calcaires et par la fraction fine de profils pédogéniques de nature variable : rendzines (rendosol), podzols (brunisol pseudoluviques), sols bruns (leptiques calcisol), sols fersialitique hérités (calcisol pelosoliques rubéfiés) dont l'étude pédologique fait le détail (Poulenard, 2014 ; cf. *infra*).

4.4 FORMATIONS RECENTES COLLUVIONS, DEPOTS DE PENTE ET DE VALLONS

La mise en place et la répartition de ces formations superficielles « récentes » sont contrôlées par divers processus morphodynamiques en fonction de leur position sur le massif calcaires et en fonction des conditions morphoclimatiques qui sévissaient à ce moment et/ou qui ont autorisé ou pas leur conservation.

A la surface du plateau, les systèmes colluviaux présentent des zones d'érosion, dites soustractives, et des zones d'accumulation de matériel, dites additives, préalablement mobilisé et dont l'état de conservation est en corrélation avec l'évolution pédogénétique des sols. **Lorsque les couvertures végétale et pédologique sont déstabilisées, ces formations souvent peu cohérentes sont érodées, laissant à leur toit une surface d'érosion sur laquelle s'installe le système colluvial suivant.**

Ces surfaces d'érosion ou troncatures peuvent aller jusqu'à décaper totalement le substratum calcaire, mais sans inciser les formations meubles conservées dans les points bas du toit des calcaires et donc protégées. Il en résulte que :

- ces systèmes morphosédimentaires ont tendance à régulariser la topographie en arasant et redistribuant les matériaux meubles qui dépassent de leur pente de dépôt, et en comblant d'éventuelles parties en creux ;
- du fait de la géométrie très irrégulière du toit des calcaires, ils permettent de conserver des enregistrements, dépôts et formations d'altération, correspondant à des dynamiques passées (figure 13).

Cette capacité à enregistrer des événements passés et à les conserver permet de caractériser les conditions morphodynamiques qui ont sévi sur le site, mais aussi de faire des comparaisons de faciès avec les dépôts corrélatifs que l'on retrouve en aval, en pied de versant.

En outre, l'ensemble de ces formations superficielles a été fortement affecté par des modes de culture qui ont provoqué à une forte érosion des sols sur les croupes, et des accumulations dans les vallons et dans les secteurs de terrasses agricoles recoupée en demi-déblai par la voie d'accès au Régourdou. **La déprise agricole et le développement du couvert végétal semblent jouer actuellement un rôle protecteur.**

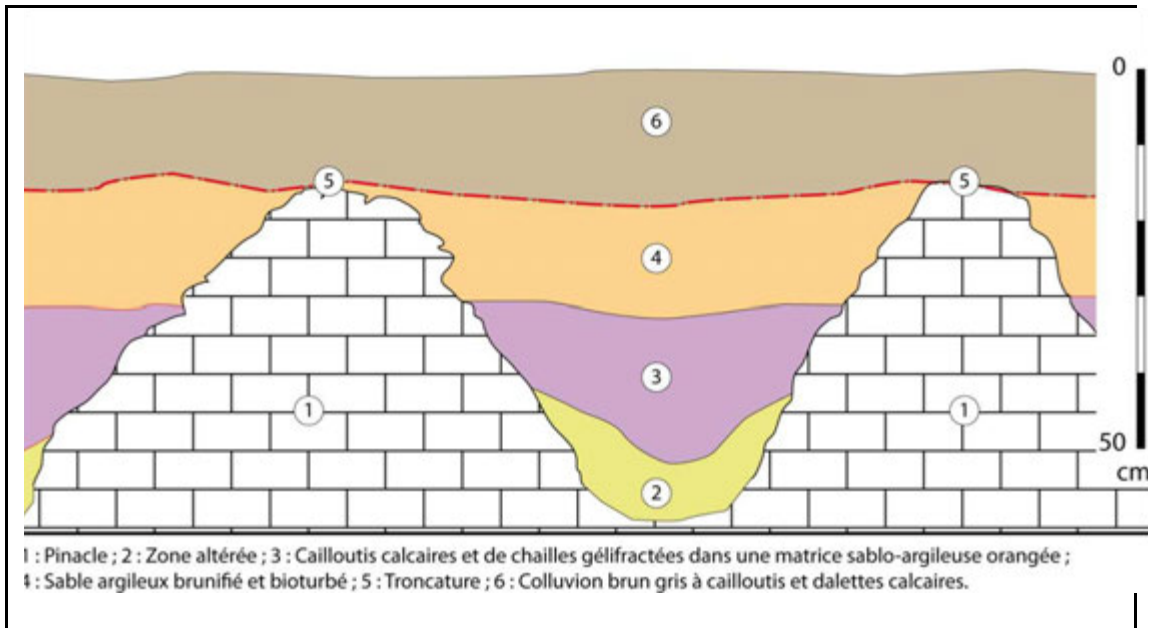


Figure 13 : Relations entre les troncatures, les systèmes colluviaux et la conservation des formations anciennes grâce à l'irrégularité du lapiaz.

Les systèmes érosifs de surface jouent donc un rôle dans les dynamiques d'ouverture et de fermeture des cavités que ce soit sur les versants ou à la surface du plateau.

L'ouverture de grotte de Lascaux correspond à la troncature du sommet du promontoire calcaire par une surface d'érosion (cf. *infra*, chapitre 6) qui a arasé les pinacles du cryptolapiaz encore visibles en aval versant, au droit du Puits Vouvé.

CONCLUSIONS PARTIELLES

La cartographie des formations superficielles à l'échelle de la colline de Lascaux a montré la **juxtaposition d'altérites et de dépôts d'origine variée** :

- les sables roux et jaunes proviennent de l'altération des calcaires crétacés. Celle-ci peut être superficielle ou plus profonde, le long des couloirs fantômisés (altérite autochtone)
- les argiles à silex sont un héritage de la phase d'altération qui a débuté à la fin du Crétacé. Elles sont conservées de manière différentielle dans des dépressions développées par crypto-corrosion (altérite parautochtone)
- les alluvions tertiaires sont préservées sous forme de lambeaux sur les surfaces sommitales
- avec le creusement des vallées, l'apparition de nouveaux systèmes de pente mais aussi l'affleurement des calcaires crétacés sont à l'origine de troncatures et de dépôts colluviaux de différente nature.

A l'échelle du site, on retrouve ces formations superficielles, plus ou moins épaisses selon la géométrie du substrat calcaire. La géophysique permet alors d'appréhender cette géométrie, mais aussi de détecter d'autres anomalies karstiques au sein des calcaires et qui n'avaient aucune expression morphologique en surface.

5. NATURE ET GEOMETRIE DU SUBSTRAT SOUS L'EMPRISE DU SITE DE LASCAUX

Le site de Lascaux correspond à une pente lissée de l'ordre de 5° formant un glacis topographique vers le NW, l'W et le SW, entre un bombement culminant à 206 m et les corniches du plateau situées vers 170 m ([figure 12](#)). Ce secteur est isolé de la topographie du reste de la colline par des vallons orientés N150°. Le promontoire sud est caractérisé par une surface irrégulière avec des affleurements rocheux à forte rugosité mis en relief et des cuvettes ou des sillons de matériel meuble.

La nature des affleurements est très variable dans ce secteur ([figure 14](#)). La carte de Vouvé (1967 [a](#)) montrait une alternance d'affleurements calcaires et sablo-argileux interprétés comme le remplissage détritique de paléo-canyons.

L'étude morphokarstique de la colline et des plateaux qui entourent la vallée la Vézère montre qu'il s'agit d'un **crypto-lapiaz imprimé dans le maillage d'un réseau de couloirs de fantômisation**. C'est-à-dire qu'une partie des terrains meubles, les sables roux, correspond à une altérite conservée en place et non à une formation allochtone ou parautochtone, comme le suppose l'appellation « remplissages » de la bibliographie. Des « remplissages » ou plus exactement des dépôts sédimentaires existent bien mais dans une proportion moindre et surtout sans constituer le remplissage d'un éventuel relief de canyon.

Nous considérerons ici l'emprise du site mais aussi la partie nord-est, le long de la route du Régourdou, qui est importante pour la compréhension des modalités d'infiltration dans la grotte. Sur la base des travaux antérieurs mais aussi de la cartographie originale réalisée dans le cadre de cette étude, trois ensembles peuvent être distingués :

- **les altérites est** correspondent à un grand couloir d'altération orienté NW-SE et que l'on retrouve à l'échelle de la colline.
- le secteur central est constitué par **la dalle calcaire**. Le terme de dalle n'est pas pleinement satisfaisant mais illustre bien sa morphologie plane et régulière en apparence et son affleurement à faible profondeur. Nous considérons qu'il est nécessaire d'abandonner le terme de « promontoire calcaire » ou de « relief calcaire » tout aussi impropres l'un que l'autre. En effet, ces calcaires n'ont jamais formé d'éminence au-dessus d'éventuels canyons ou dépressions karstiques et renvoient donc à une image fautive de la paléogéographie de ce site.
- **les altérites ouest**, qui semblent contingentées dans une poche plus restreinte mais ouverte sur le versant occidental de la colline.

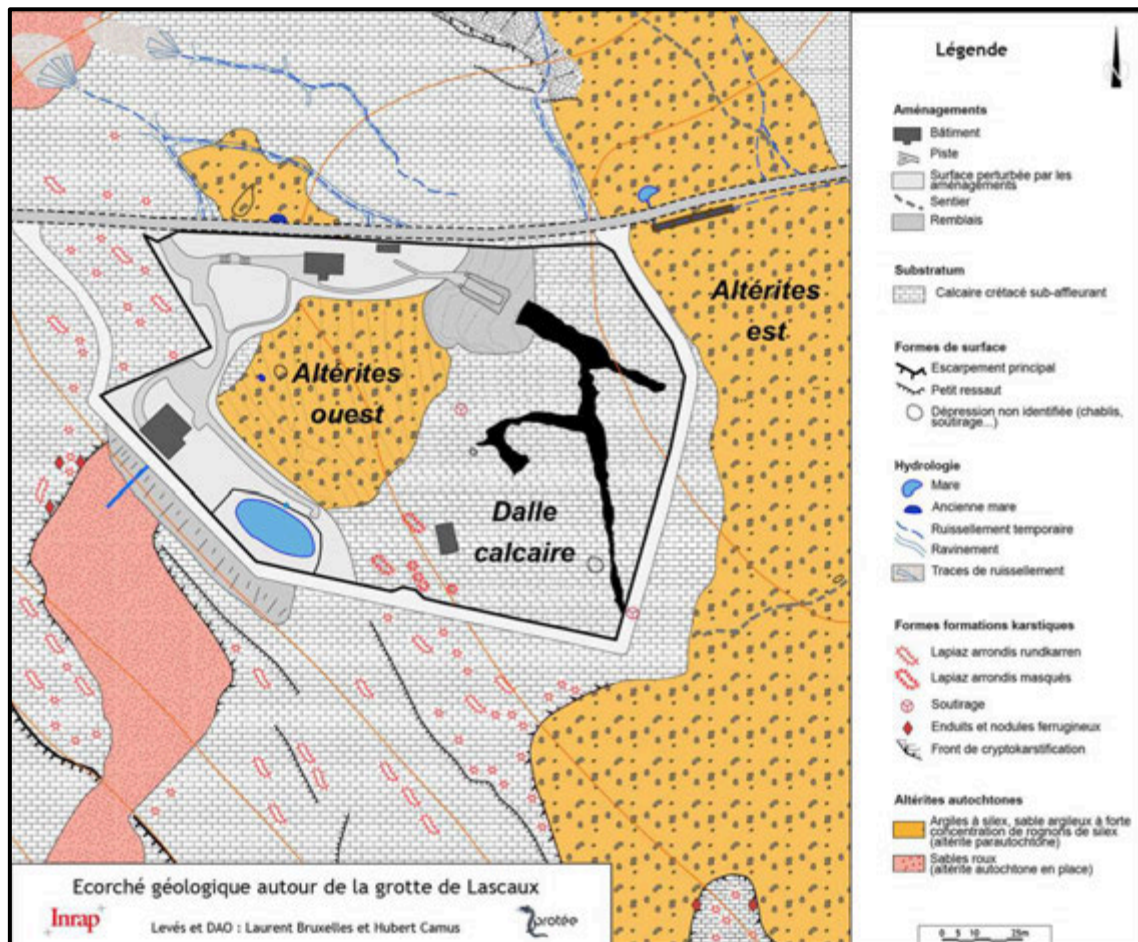


Figure 14 : Ecorché géologique du site de Lascaux et de ses alentours

5.1 DETERMINATION DES LIMITES DU PROMONTOIRE CALCAIRE

Afin de déterminer les limites entre la dalle calcaire et les altérites qui l'encadrent, deux méthodes géophysiques ont été utilisées : la tomographie de résistivité électrique en 2D à partir de laquelle une construction en 3D a été réalisée par géostatistique et le RADAR géologique dans le but de déterminer la fracturation.

Malheureusement, le RADAR géologique s'est avérée infructueux (faible pénétration du signal), probablement en raison de la forte conductivité électrique des formations superficielles y compris dans le promontoire calcaire. Comme nous le verrons dans le chapitre suivant, ceci s'explique notamment par la présence de racines d'un vieux sol argileux rougeâtre (calciol pelosolique rubéfié), préservé de manière différentielle au toit du relief calcaire.

Le contraste électrique entre le calcaire et les autres formations étant très important (la médiane de la résistivité étant de $560 \Omega \cdot m$ dans le calcaire et de $60 \Omega \cdot m$ dans les altérites), la distinction entre ces deux formations a pu être réalisée sans ambiguïté.

L'analyse géostatistique en 3D, de tous les profils a permis d'établir une cartographie précise (figure 15) du contact calcaire/altérites. Des extraits de cette modélisation 3D, sous forme de plans et coupes (figure 16) permettent de caractériser très nettement le passage depuis le relief calcaire vers les altérites ouest. A l'est, les formations des altérites étant recouverte par des formations sableuses superficielles, la limite est moins franche.

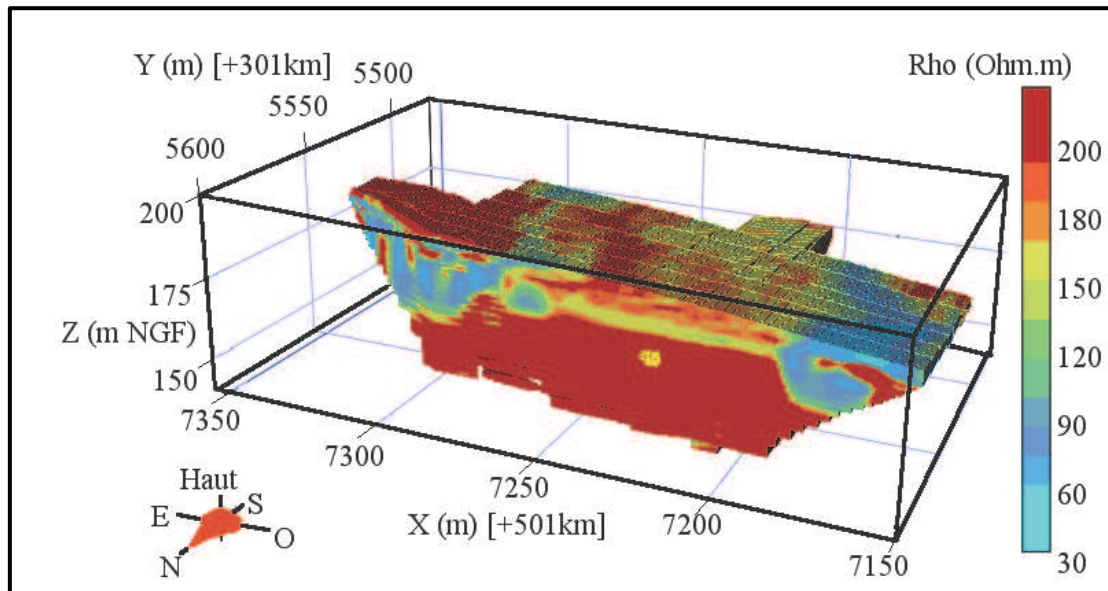


Figure 15 : Représentation 3D du modèle géostatistique sous forme de coupes

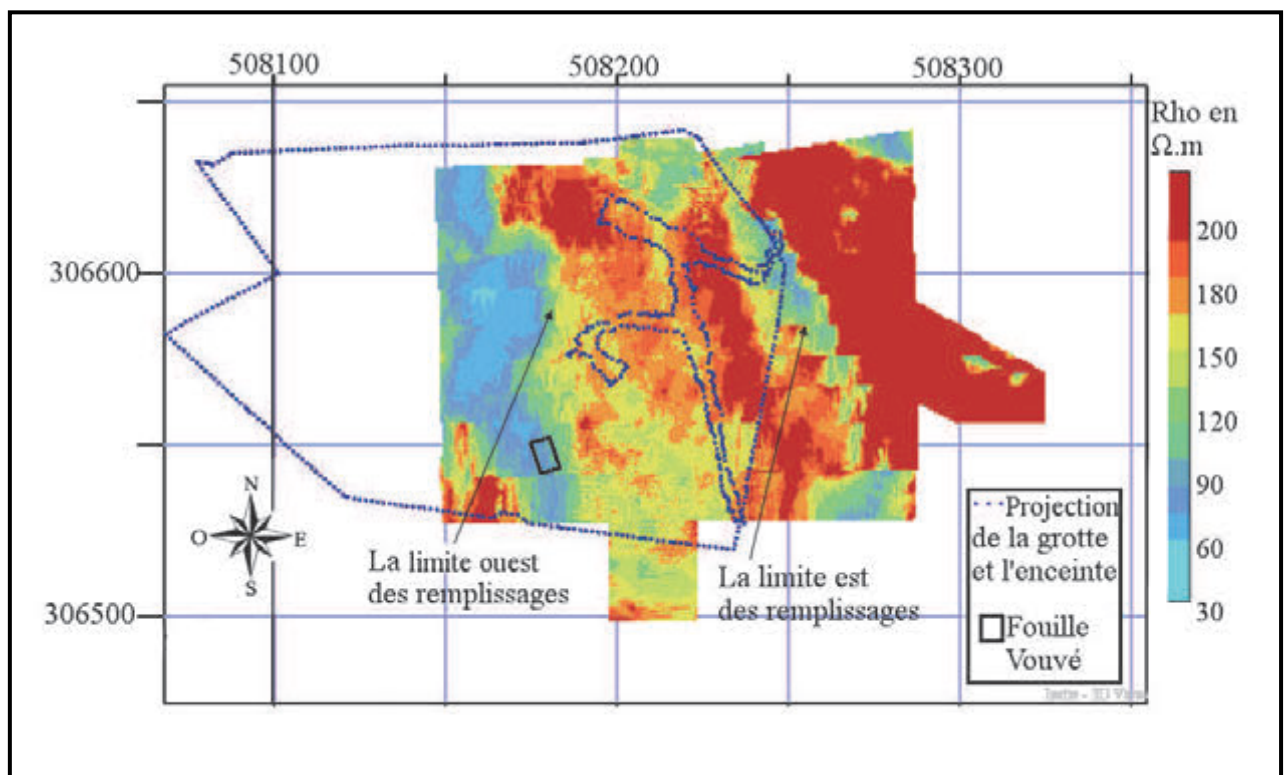


Figure 16 : Vue de dessus à partir d'une reconstruction géostatistique 3D

Dans la partie est du site, afin de préciser la limite entre le calcaire et les altérites, un seuillage des valeurs de résistivité supérieures à $60 \Omega \cdot m$ a été réalisé (Figure 17). La limite ouest suit une orientation sensiblement Nord- Sud alors que la limite orientale est orientée N150 puis Nord-Sud.

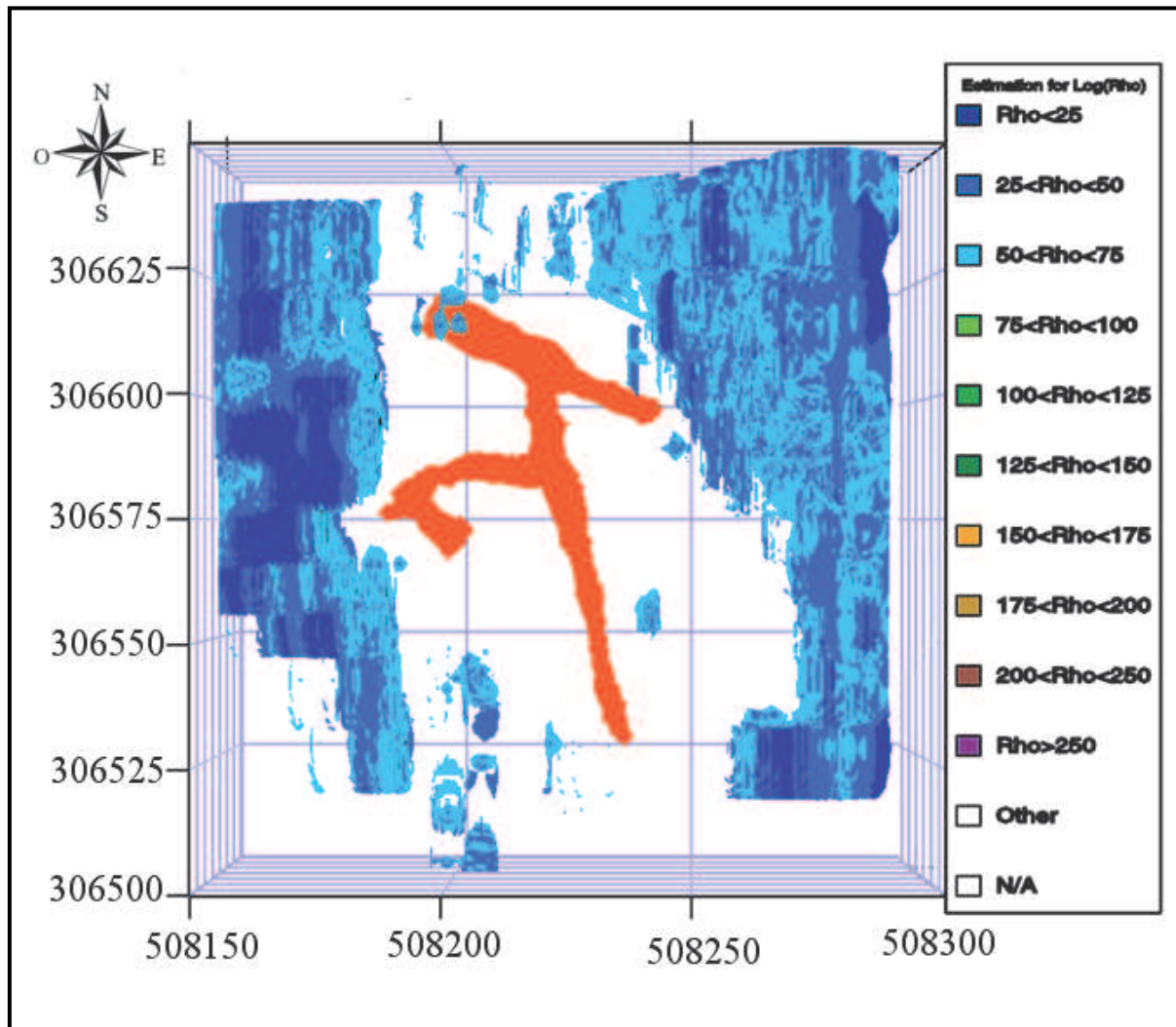


Figure 17 : Vue de dessus du modèle 3D, filtre $\rho > 60 \Omega \cdot m$, altitudes < 179 m NGF

L'épaisseur et la forme des altérites diffèrent sur la partie ouest et la partie est du site. A l'ouest (Figure 18), ces formations assez épaisses au nord (pouvant descendre à 160 m NGF) s'amoinissent au sud sur les profils OE7, OE8, OE9 (Sirieix et Xu, 2014), soit jusque vers la fouille J. Vouvé. Sur le profil le plus au sud (profil OE10), une formation conductrice semble se dessiner à nouveau et à grande profondeur. A noter que l'on se trouve au niveau de cette anomalie non loin du puits Vouvé qui recoupe justement des zones fantômées.

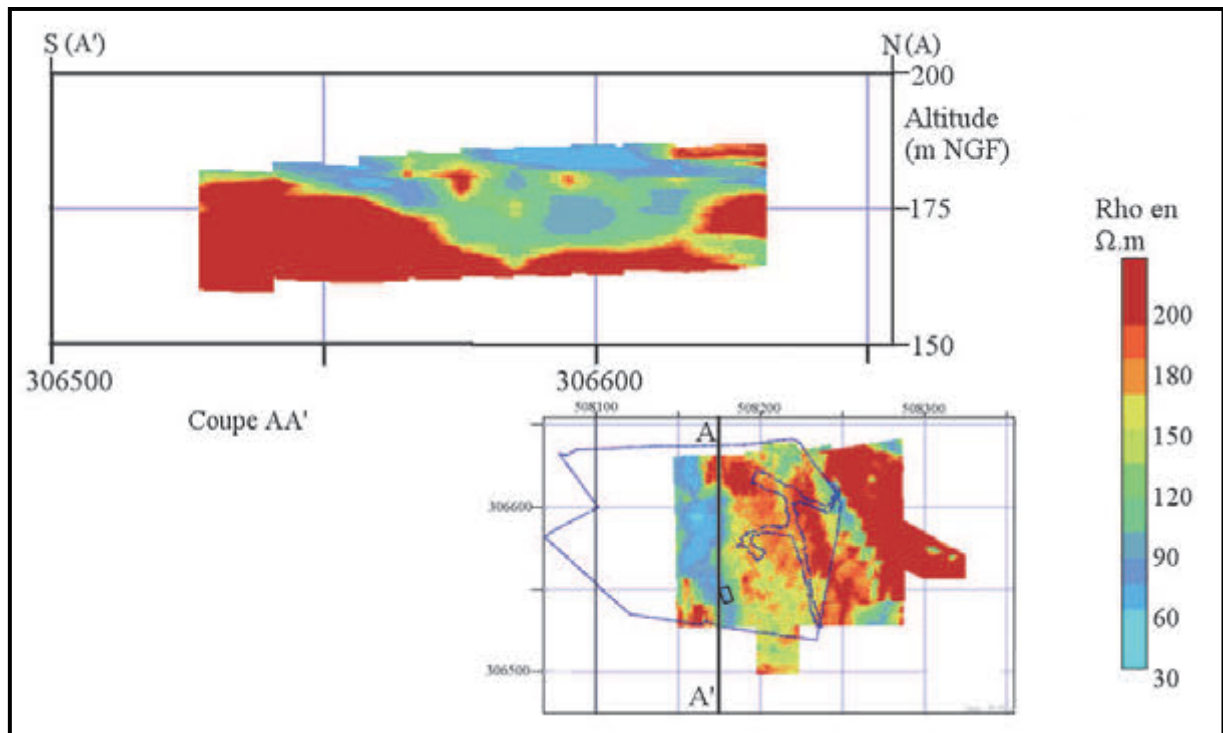


Figure 18 : Coupe sud-nord à travers les remplissages ouest

A l'est, les remplissages sont plus épais avec sensiblement 20 m d'épaisseur (Figure 19). Ils sont recouverts par une formation résistante électriquement attribuable à des sables. Ceci est tout à fait en accord avec les résultats de sondages à la tarière thermique que nous avons réalisés mais aussi avec les interprétations pédologiques.

On observe également la présence d'horizons résistants dans cette formation dont l'origine géologique n'est pas encore connue vers 180 m NGF. Une continuité avec le calcaire peut être proposée comme le montre le profil OE8 long qui traverse largement les remplissages, ou certains pénétromètres réalisés par B. Lopez montrant un refus à faible profondeur dans les altérites, le long du profil OE3. Dans ce type de cryptokarst, à l'image de ce que nous permet d'observer le site du Régourdou, il n'est pas rare de noter la **présence de blocs flottants** dans l'altérite. Un de ces blocs est d'ailleurs visible dans le puits Vouvé. Des ponts rocheux sont également fréquents et un exemple est également visible également au Régourdou. D'autres formations (silex, sables etc.) peuvent aussi expliquer ces valeurs. Sous les altérites parautochtones (argiles à silex), peu résistantes, on passe dans le fantôme, essentiellement sableux. La partie supérieure de ces sables, pour peu qu'ils ne soient pas gorgés d'eau, peuvent constituer des niveaux résistants.

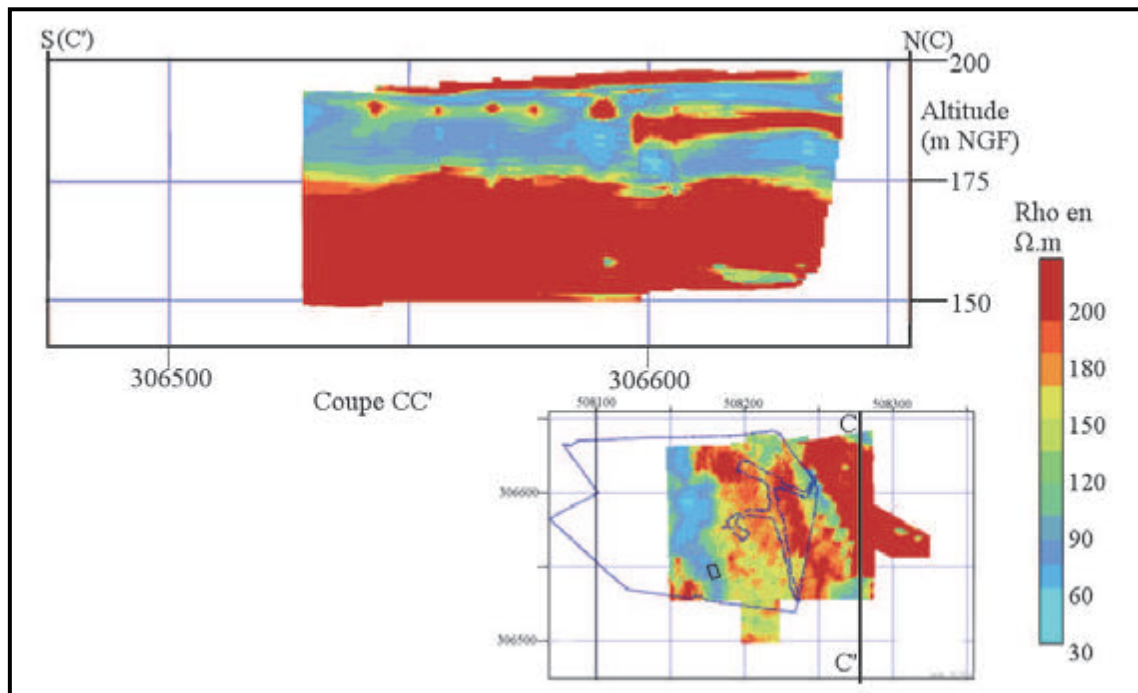


Figure 19 : Coupe sud-nord à travers les remplissages est.

5.2 HETEROGENEITES DE LA DALLE CALCAIRE

Au-delà de cet objectif initial, les mesures de tomographie de résistivité électrique ont montré de fortes hétérogénéités au sein même des calcaires. La première se manifeste par deux niveaux de résistivité différente. Un premier niveau au-dessus de 179 m NGF (médiane de résistivité à 150 $\Omega \cdot m$) et un deuxième (figure 20), en dessous de cette cote, avec une médiane à 560 $\Omega \cdot m$. Ce contraste peut être attribué à une altération superficielle du calcaire mais le fait que cette limite suive une altitude relativement constante et n'étant ainsi pas parallèle à la topographie, peut laisser penser qu'il s'agit d'une modification de faciès géologique. Les deux interprétations pouvant coexister, par exemple un horizon plus imperméable favorisant l'altération des formations le surmontant. On notera que la grotte se développe presque toujours dans la partie inférieure, plus résistante électriquement. De plus, on observera, dans la partie superficielle, que les formations sont plus résistantes près de la surface et voient leur résistivité diminuer en profondeur, juste au-dessus de la cote 179 m NGF. Cette diminution de la résistivité peut être attribuée à une augmentation de la teneur en eau ou à une augmentation de la teneur en argile des formations. Un suivi temporel pourrait préciser la nature de cet horizon.

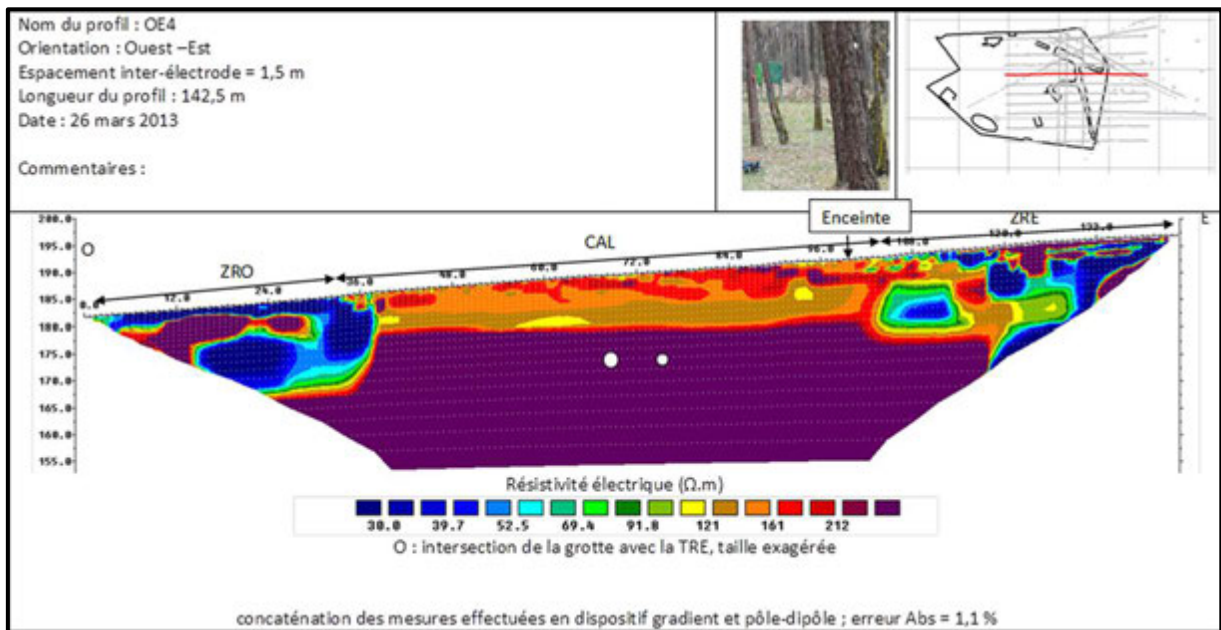


Figure 20 : Exemple de profil type, OE4

Par ailleurs, dans les calcaires, des formations conductrices ayant une allure en forme de conduits, ont pu être identifiées sur plusieurs secteurs du site. Ces « conduits » étant électriquement conducteurs, témoignent de la **présence d'eau en quantité plus élevée** ou, plus vraisemblablement, **d'argile**. Ainsi sur le profil OE4 montré en figure 6, un conduit conducteur se dessine centré sur 108m. Il semble se prolonger sur les profils OE3, OE4, OE5. Il pourrait constituer le prolongement du diverticule axial en direction du sud-est.

Au sud du site, un conduit se dessine sur les profils NS2, NS3, NS4, il aurait une orientation sensiblement N140 et **semble relier la fouille J. Vouvé au Cabinet des Félin**.

A l'ouest, depuis OE3 à OE 7, il semblerait qu'un conduit se prolonge en bordure des remplissages **depuis l'entrée de la grotte et jusque vers les salles ensablées**. Ce conduit semble ponctuellement connecté aux altérites ouest.

La détermination de ces conduits est en partie incertaine, en raison de l'important espacement entre profils de mesure (10 m entre 2 profils). En effet, si cet espacement est suffisant pour déterminer les limites calcaire-formations détritiques, il est trop espacé pour suivre des structures de quelques dizaines de mètres d'extension. **Des mesures intermédiaires ou en 3D seraient nécessaires pour s'assurer de leur géométrie**. Par ailleurs, en fonction de la nature des matériaux les constituants (eau ou argile), leur influence sur la préservation de la grotte est différente. La présence d'eau leur conférerait un rôle de drain pouvant alimenter des joints de la grotte et jouer ainsi un rôle dans la conservation de cette dernière. Ils devraient alors être protégés de l'extérieur ainsi que les remplissages en contact avec ces conduits. Le suivi temporel sur un cycle annuel semble la meilleure méthode non dommageable pour déterminer le passage d'eau ou non dans ces structures.

A proximité du dernier conduit ouest, une augmentation de la résistivité dans la partie supérieure et au droit de la diaclase sur le profil OE5, semble montrer un prolongement sur les profils OE3, OE4, OE 5, OE6. Cela dessinerait une structure résistante depuis l'entrée de la

grotte et jusqu'à l'extrémité nord-ouest de la grande diaclase. Cette augmentation de résistivité pourrait ici être attribuée à une galerie vide.

En profondeur dans le calcaire plus résistant en dessous de 165 m NGF, une diminution de la résistivité sur une surface importante est observée sur le profil NS2 et dans une moindre mesure sur le profil NS3 sur 35 m de long. Cette anomalie est centrée sous la grande diaclase et les salles ensablées. Cette anomalie n'est pas recoupée par les profils OE4, OE5 et OE6. Etant en limite de résolution de la méthode (fortes incertitudes à cette profondeur), on ne peut qu'évoquer la possibilité de l'existence d'une structure de dimension importante en ce lieu. Les observations réalisées dans la grotte nous ont permis d'observer l'existence d'une structure fantômisée verticale (« la grande diaclase ») en préalable au fonctionnement de la cavité dans la zone épinoyée. Cette structure altérée se prolonge certainement très en profondeur et il est possible que ce soit cette anomalie, constitué de sable plus ou moins argileux et pouvant servir de zone de circulation des eaux vers les parties les plus profondes de la grotte, qui soit détectée ici.

CONCLUSIONS PARTIELLES

La **cartographie des formations superficielles**, couplée à l'étude géophysique du massif, a permis de préciser la nature et la géométrie du substrat sous l'emprise du site de Lascaux. A ce titre, il faut préciser qu'il n'est plus possible de parler de « promontoire calcaire » et encore moins de « canyons » ou de « remplissages ». Ces formes découlent de **l'altération sous couverture** et n'ont jamais été vides.

Le contact entre les calcaires (front de cryptokarstification) et les altérites qui l'encadrent (argiles à silex, fantôme), a été précisément relevé grâce à la géophysique. Les contacts verticaux, la présence de blocs flottants et de ponts rocheux confirment qu'il s'agit bien ici d'un crypto-lapiaz, à l'image de celui dégagé par Roger Constant au Régourdou. Dans les calcaires, d'autres anomalies pouvant être interprétées comme des galeries, ont été identifiées.

Ce **substrat**, beaucoup plus **différencié** que ne le laisse penser la seule observation topographique, est également **révélé par les sols et les associations végétales** qu'il supporte. Eux aussi, jouent un rôle important dans les modalités d'infiltration de l'eau.

6. FORMATIONS COLLUVIALES, PEDOGENESE ET REPARTITION DE LA VEGETATION

L'analyse morphodynamique de la mise en place des formations superficielles sur le site de Lascaux relève de la répartition géométrique des accumulations et des troncatures liées aux systèmes colluviaux, ainsi que de l'état du substratum sur lequel ils reposent. **De la nature de ces accumulations, de leur position topographique et des modalités de drainage vont découler des types de pédogenèses distinctes** qui reflètent assez fidèlement les formations aux dépens desquelles elles se développent. La végétation elle aussi, si l'on fait la part de ce qui découle des impacts anthropiques, permet de souligner la nature du substrat et le type de sol sur lequel elle s'est développée.

Ces trois approches, les formations superficielles, la pédogenèse et l'analyse forestière, ont fourni des **résultats convergents** qui illustrent la **complémentarité** de ces approches tout en permettant d'en **valider les interprétations respectives**.

6.1 LES SYSTEMES COLLUVIAUX

Concernant l'emprise et ses abords immédiats, on retient les systèmes colluviaux (érosion, transit, accumulation) suivants :

- **Le système colluvial C1** forme une langue de dépôts remaniés d'orientation NE-SW entre le bombement sommital et les dépressions et cuvettes imprimées dans le lapiaz au sud de l'emprise (**figure 21**). En amont versant, elle remanie des clastes calcaires emballés et des sables roux, puis des gélifracts de silex, et enfin, un mélange de rognons et d'éclats de silex en aval versant. Les graviers et les galets remaniés de la formation résiduelle sommitale de Tertiaire tracent la charge de fond de ce système colluvial. Il scelle la troncature T1/2 ? qui forme une surface de discordance recoupant d'amont en aval : les calcaires du bombement sommital, les sables roux du fantôme de roche en place, les sables argileux à silex restés suffisamment à l'affleurement pour subir l'effet du gel, et enfin le front d'altération du cryptokarst indiqué par les argiles à rognons de silex associées à des minéralisations ferrugineuses (enduits sur les pinacles calcaires).

Ce système colluvial est coupé de son amont pourvoyeur en matériel fluviatile par le col formé par les têtes des vallons N et SE de Lascaux comme le montre l'absence de ce matériel dans les sondages ST01 et ST02 ([Bruxelles et Camus, 2014, annexe 4](#)) alors qu'on le retrouve en abondance dans le sondage ST30 de l'autre côté du col. Les incisions responsables de la formation de ce col sont donc postérieures à cet endroit : elles sont rapportées à la troncature T3.

- **Le système colluvial C2** de sables brun gris à clastes calcaires s'étend sur le promontoire de la grotte de Lascaux en formant une bande NW-SE entre les limites de végétations acidophiles à fougères aigles (Poulenard, 2014, Perrin, 2014). Ce système colluvial, d'origine « agraire », repose sur la troncature T1/2 ? qui arase le calcaire en amont versant de cette bande et qui tangente le sommet des pinacles d'un cryptolapiaz en aval versant (figure 13). Cette troncature est associée à un sol rougeâtre (calcisol pelosolique rubéfié), tronqué, conservé entre ces pinacles. Lorsque ce sol a été érodé, les pinacles piègent des gélifractions de silex et de calcaire recouverts de sables orangés bioturbés, ce qui constitue une **modification de la capacité d'infiltration**. Ce secteur de lapiaz exhumé, puis comblé, s'étend du portail sud de l'emprise vers le sud dans un bois de chênes.
- **Le système colluvial C3** concerne le remaniement des sables-argileux à silex en tête de vallon, c'est-à-dire dans l'axe des couloirs de fantômisation. Latéralement, le contact avec les calcaires ou plus fréquemment, les sables roux, est souligné par des éléments ferrugineux en clastes et en enduits sur paroi ou blocs calcaires. Ces argiles et ses éléments ferrugineux marquent le front d'altération cryptokarstique recoupé en section par le recul des têtes de vallon.

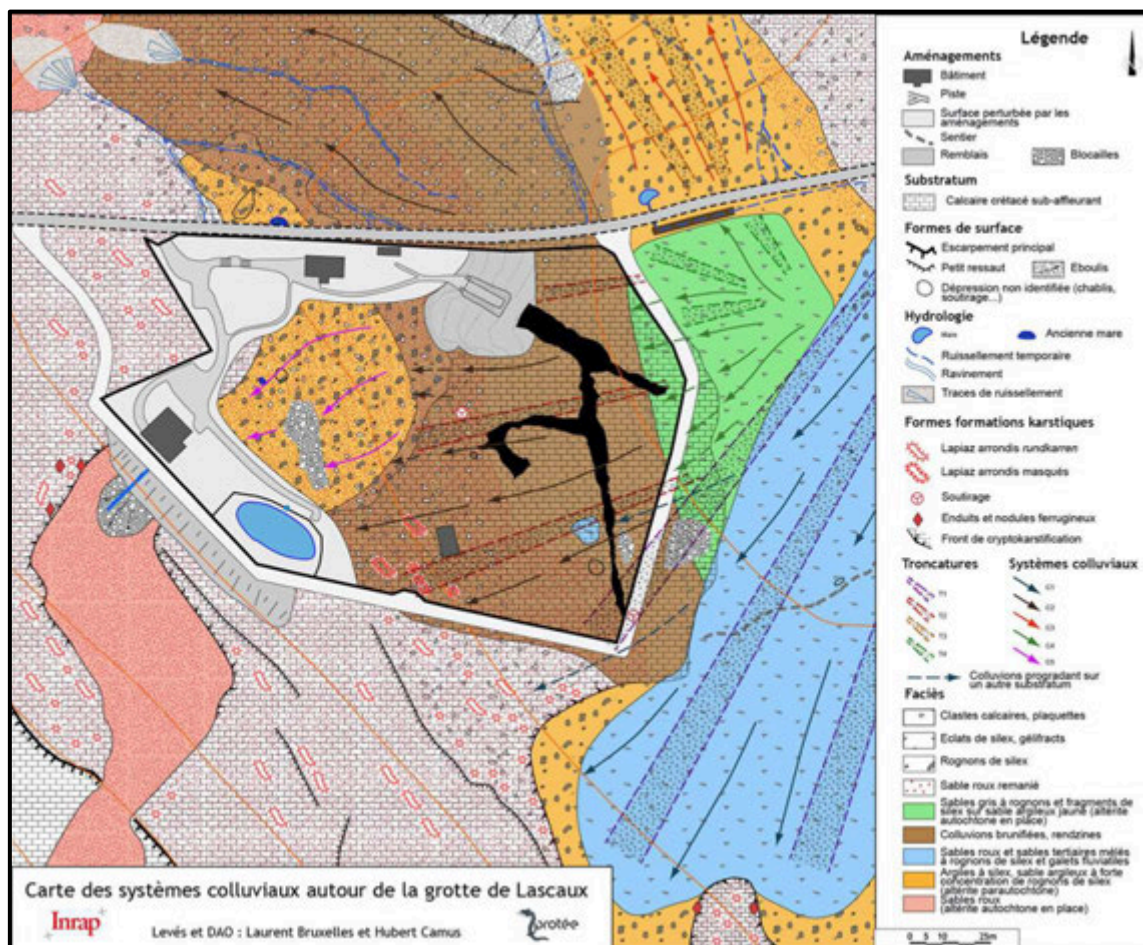


Figure 21 : Carte des systèmes colluviaux autour de la grotte de Lascaux.

- **Le système colluvial C4**, lui aussi contrôlé par l'action anthropique, correspond à des sables contenant quelques silex en éclats mêlés à de rares rognons et localement à des clastes calcaires. Ces sables proviennent de la troncature de la couverture des altérites est. Cette **érosion a décapé les argiles à silex pour atteindre les altérites autochtones de sable jaunes en place. Les infiltrations peuvent donc s'opérer directement dans les altérites sableuses du couloir de fantômisation.**
- **Le système C5** correspond au même type de dynamique colluviale concernant les altérites est. Dans ce cas de figure, cette dynamique érosive s'applique dans une **dépression relative de la bordure ouest du site de Lascaux correspondant à un couloir aveugle vers le Nord et s'ouvrant sur un entonnoir du cryptolapiaz** recoupé par le versant à l'ouest. Ce système colluvial a fonctionné lors de plusieurs phases successives d'érosion des couvertures, mais se distingue strictement de ceux qui le progradent à son amont versant, comme le système colluvial C4.

6.2 ORIGINE DES MATERIAUX : ETUDE DES MINERAUX LOURDS

L'origine et la mise en place des formations superficielles sur lequel s'exercent les pédogenèses constituent le cœur du volet géomorphologie de l'étude globale. Cependant une étude des minéraux lourds de la fraction sableuse sur des matériaux de référence et sur des sables issus du site permet de confirmer les faits saillants suivants (Poulenard, 2014). Ce travail de caractérisation et de détermination a été mené par M. Beiner.

- i- Les cortèges de la formation superficielle (niveau sableux) des altérites est sont peu différents du nord au sud. On retrouve toujours une dominance de la tourmaline, du zircon et de la staurotide. Le disthène est toujours noté. Compte tenu de ce qui a été mis en évidence sur les matériaux de référence, nous pouvons considérer que ces matériaux sont constitués par un mélange de produits issus de l'altération des calcaires crétacés et des alluvions tertiaires (colluvions C1).
- ii- Le cortège du niveau sablo-argileux situé sous les dépôts sableux du remplissage supérieur diffère légèrement. En effet on constate ici l'absence de disthène et l'on est donc plus dans le cadre d'un niveau d'altération peu pollué par des apports tertiaire (colluvions C3 et C4).
- iii- La composition en minéraux lourds des sols sur la dalle de Coniacien (rendosols sur la dalle et calcisols leptiques sur le colluvionnement agricole) présente une spécificité avec la présence de pyroxène – attribué précédemment aux alluvions quaternaires (colluvions C2).
- iv- Le remplissage inférieur (au moins le niveau sableux de surface) est constitué par un mélange assez proche de ce qui a été trouvé dans le remplissage supérieur (altérite parautochtone, colluvions C5).

L'étude des minéraux lourds permet donc de confirmer la stratigraphie globale de l'origine des matériaux : i) fantôme de roche dans les niveaux sableux profonds ; ii) argiles d'altération (cryptokarst) dans les niveaux sablo-argileux (pseudo BT), iii) niveaux de surface constitués

pour l'essentiel par des matériaux tertiaires et enfin iv) sur les zones où les matériaux précédents ont été évacués par érosion (troncatures) et colluvionnement des matériaux issus de dépôts quaternaires résiduels de très haut niveau de la Vézère.

Cette **organisation stratigraphique globale est néanmoins très fortement perturbée** par l'existence de colluvionnement intense ayant nettement mélangés et pour une part homogénéisés les matériaux.

6.3 ORGANISATION DE LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE AU DESSUS DE LA GROTTE DE LASCAUX

Les trois grandes unités cartographiques qui apparaissent nettement sur la base de l'examen de la végétation et sur les données géomorphologiques correspondent effectivement à des unités de sols bien distincts (**figure 22**).

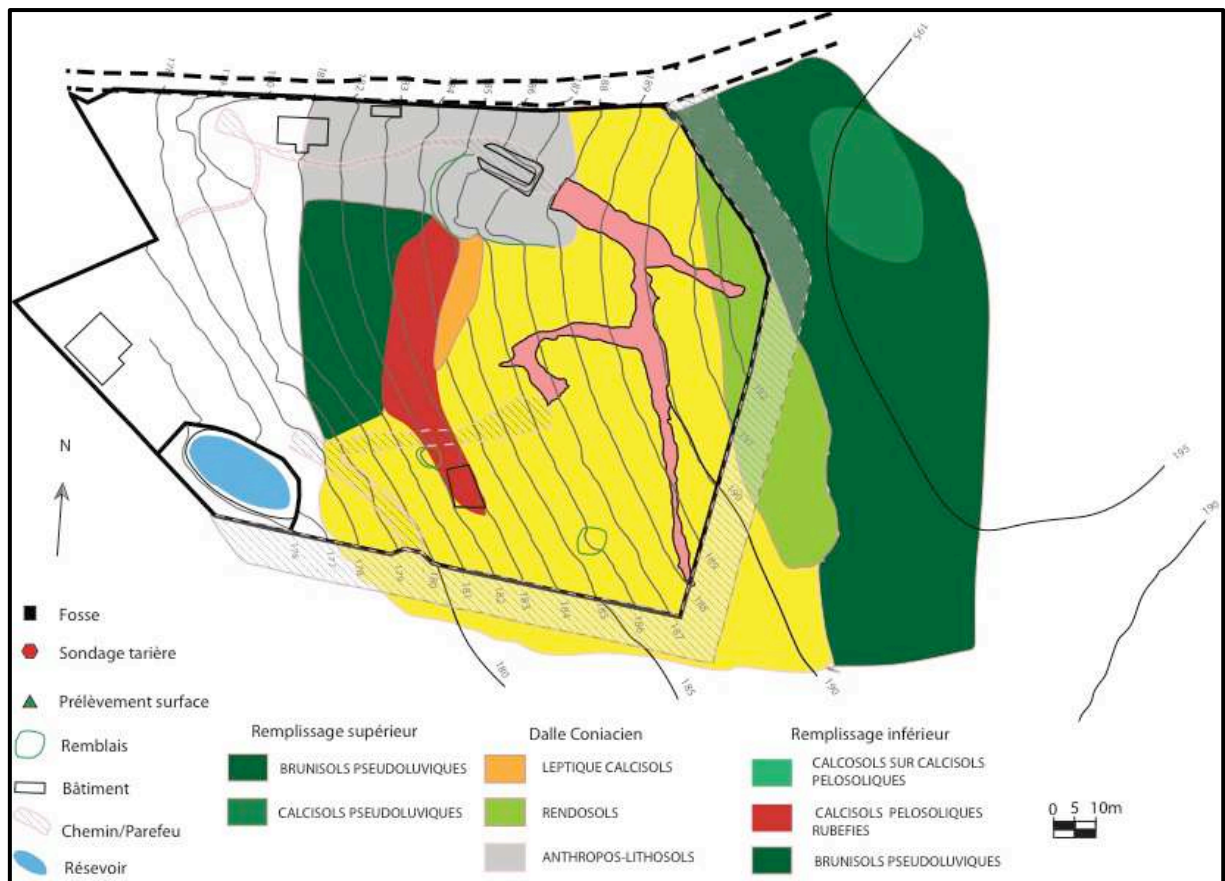


Figure 22 : Carte des sols du site de Lascaux

Les **altérites** est, sous le taillis de châtaignier, sont occupées par des sols acides sableux en surface et présentant en profondeur (entre 50 et 80 cm) un niveau argileux ou sablo-argileux

(figure 23). L'étude complète des caractéristiques des sols a permis de montrer que le lessivage n'est qu'apparent et qu'il s'agit en fait de sols sableux acides (**brunisol dystriques bilithiques pseudoluviqes**). La plupart des profils montrent des traces d'oxydoréduction à l'interface entre les niveaux sableux et argileux. Le contraste textural provoque très clairement l'apparition au moins temporairement d'une petite nappe superficielle.

La plus grande partie de la dalle de Coniacien, au niveau de la grotte, est occupée par un sol peu profond, sombre et riche en carbonate de calcium (effervescence marqué à HCl). Le niveau d'interface entre le calcaire en plaquettes non ou peu altéré et les horizons de surface (vers les 30 -40 cm) est caractérisé par une teinte vaguement rougeâtre. La profondeur et la morphologie de ces **rendosols** (ou rendzines dans la classification CPC, 1967) sont remarquablement constantes sur l'ensemble de la zone.

Entre les sols apparemment lessivés, développés sur les sables et argiles des altérites est, et les rendosols, **une unité intermédiaire se développe**. Les calcaires du Coniacien sont ici à quelques 40-50 cm de profondeur (c'est à dire à peine un peu plus profond que dans les rendosols) mais les horizons pédologiques de surface (au moins 0-30cm) se développent dans des sables exogènes (ne dérivant pas de l'altération des calcaires) et provenant de l'unité supérieure (figure 23 et 24). Les sols sont ici des **calcisols leptiques** (sols bruns calcaire peu épais). Cette unité est clairement délimitée vers le bas par un levé topographique très visible au sommet de la parcelle clôturée. Il n'en reste pas moins que les limites de cette unité pédologique spécifique recoupent approximativement les limites de la parcelle en friche sur les cadastres anciens. **Les trois unités d'usages de 1813 correspondent très clairement à trois unités pédologiques : vigne sur rendosols ; friche sur calcisols leptiques; châtaigneraie sur brunisol pseudoluviqes.**

La partie nord-ouest de la parcelle d'Etat est très fortement perturbée par des aménagements divers et variés. **Au dessus de l'entrée de la grotte, le sol est quasiment inexistant** avec de l'ordre de 5 cm de matériaux pédologiques sur des fragments calcaires ou sur des morceaux de bétons (Lithosols). Le remblai correspondant aux travaux d'ouverture est également occupé par des sols très superficiels de types regosols. Enfin plus à l'Ouest (vers la maison d'accueil), les sols apparaissent profondément remaniés par des travaux. L'ensemble de cette zone est cartographié comme **anthroposols-lithosols**.

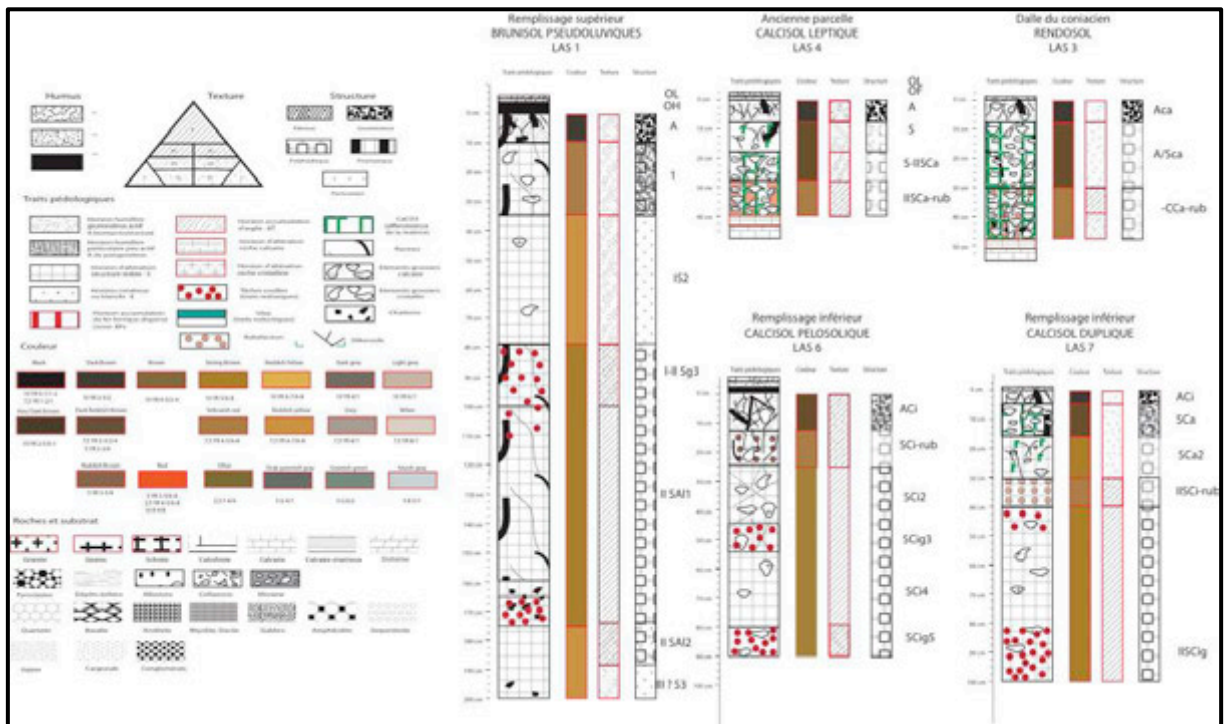


Figure 23 : Caractéristiques morphologiques des principaux sols du site de Lascaux

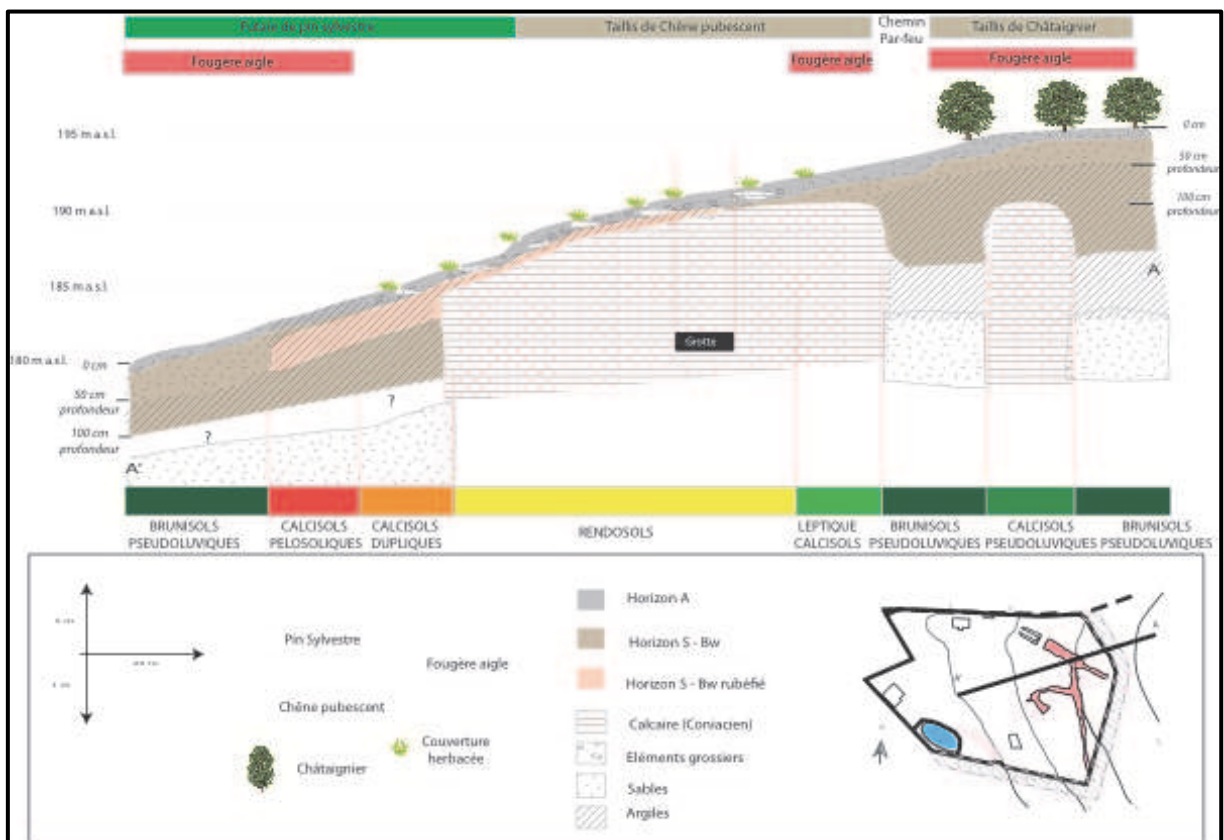


Figure 24 : Toposéquence des sols du site de Lascaux

La distribution des sols des **altérites ouest** est plus complexe. L'orthotype est un sol profond caractérisé par une texture globalement argileuse. Des traces de rubéfaction apparaissent dans les horizons S. Ces **calcisols pelosoliques rubéfiés** (sols bruns calciques argileux rubéfiés) sont rencontrés dans une bande de terrain plus ou moins parallèle aux courbes de niveau depuis la zone de remblais jusqu'au puits Vouvé. A l'amont de cette unité (mais uniquement dans la partie nord) on constate l'occurrence de sols équivalents en profondeur mais recarbonatés (effervescence de la matrice) et enrichis en éléments grossiers calcaire pour les horizons de surface. Ces **calcisols dupliques** (calcosols sur calcisols) correspondent clairement à une unité de transition avec des matériaux en provenance de la zone calcaire recouvrant les niveaux argileux des altérites ouest (**figure 25**).

A l'aval de l'unité des calcisols pelosoliques rubéfiés, on constate très vite l'apparition de sols avec un niveau sableux de surface et donc des sols apparentés aux **brunisol pseudoluviques** des altérites est.

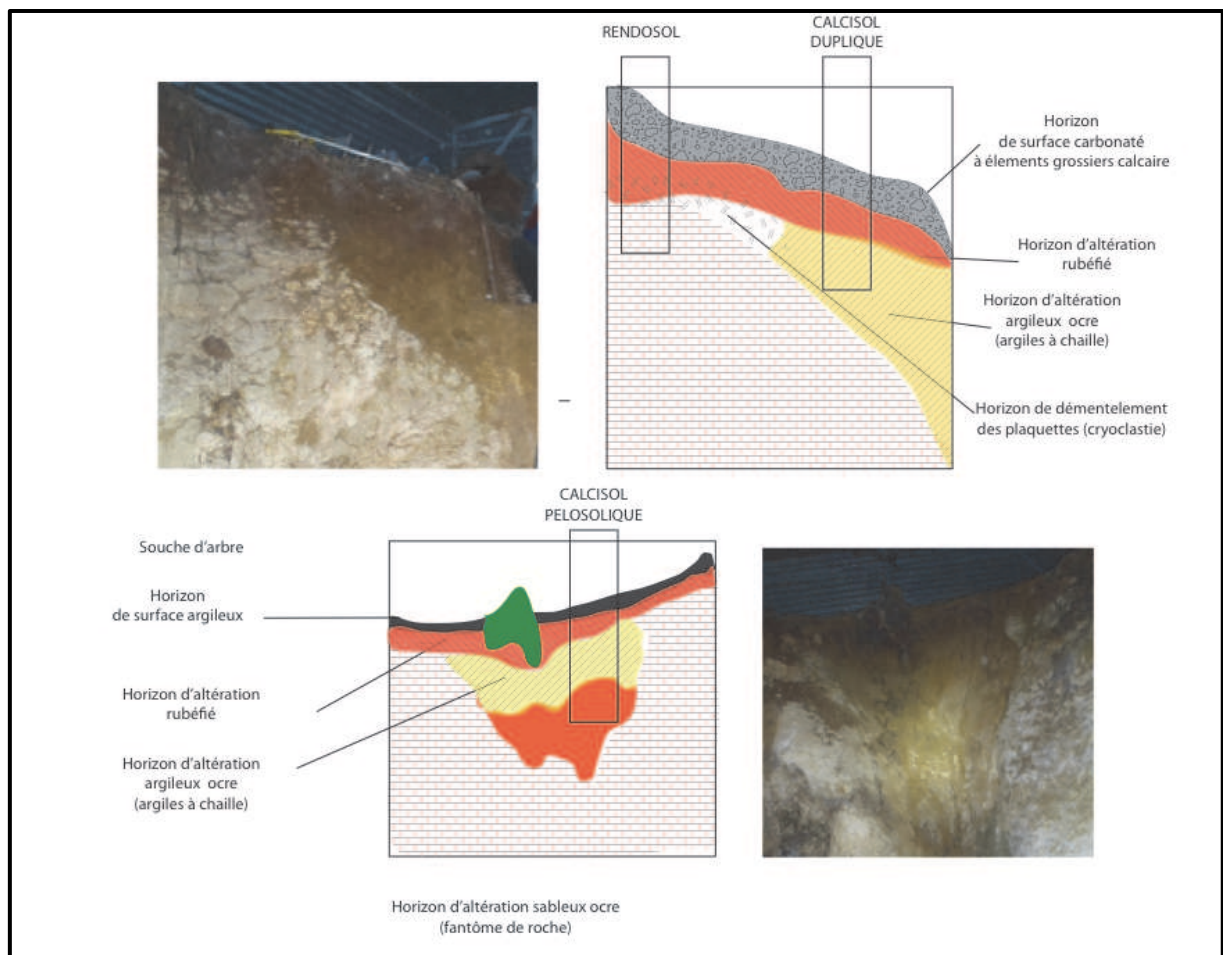


Figure 25 : Organisation des horizons de sols au niveau du puits Vouvé.

6.4 CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES NIVEAUX DE SURFACE

Les propriétés physico-chimiques et physiques des sols sont très nettement organisées autour de l'organisation spatiale des matériaux (**figure 26**) liée elle-même :

- 1 - à la géométrie des différents volumes issus de l'altération des calcaires en places,
- 2 - à la mise en place des dépôts,
- 3 - à l'existence de colluvionnements marqués,
- 4 - aux successions de pédogenèses
- 5 - aux usages passés spécifiques des différentes zones.

Cette **diversité des propriétés des sols doit conduire à des modalités de gestion** (nature des couverts végétaux ; pratiques sylvicoles) **très clairement distinctes selon les unités**. Certaines préconisations sont émises à la fin de ce rapport (chapitre 8).

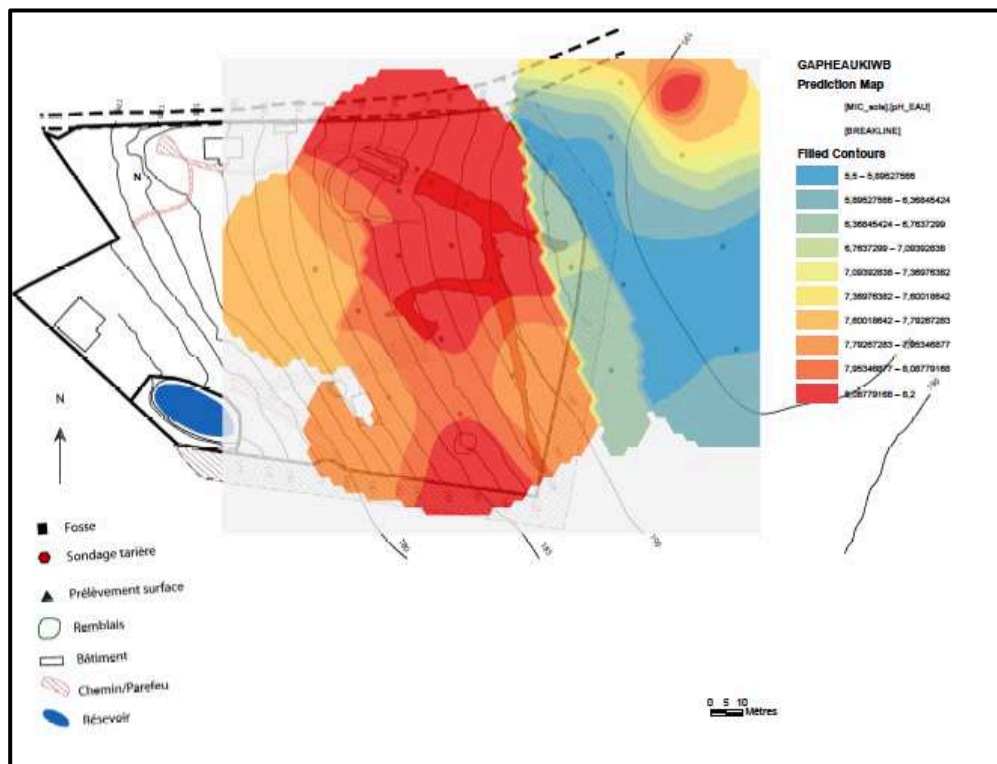


Figure 26 : pH H₂O de l'horizon de surface (interpolation par Kernel).

Cette organisation des propriétés physico-chimique impacte très fortement la pédofaune (**figure 27**) mais également les communautés microbiennes et fongiques (**figure 28**).

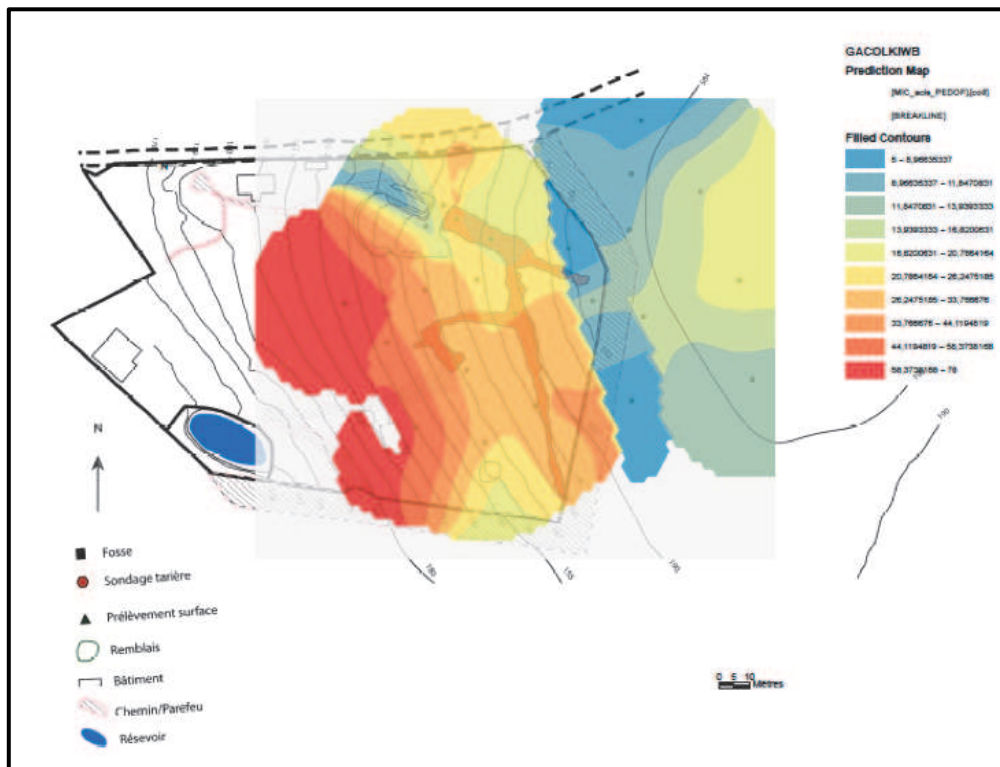


Figure 27 : Abondance des collemboles dans l'horizon de surface (interpolation par Kernel).

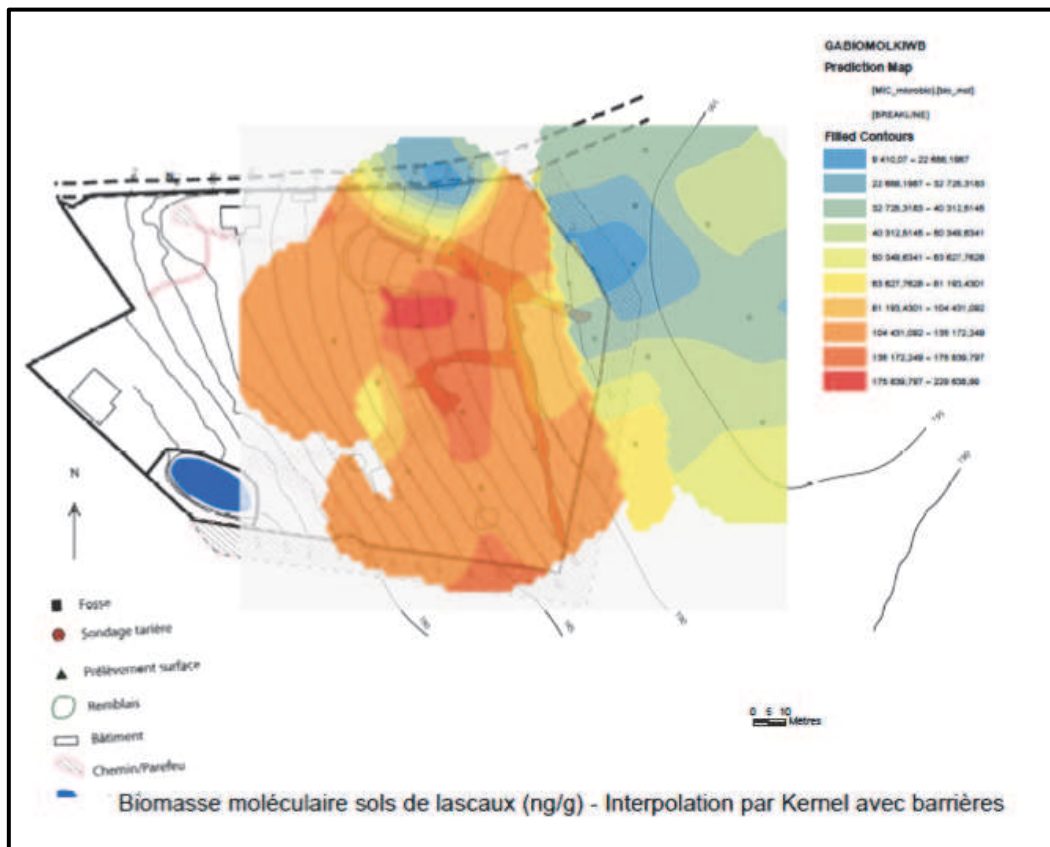


Figure 28 : Biomasse moléculaire de l'horizon de surface (interpolation par Kernel)

Il est à noter ici que les collemboles prélevés dans la grotte en mars 2013 (*Folsomia candida* et *Heteromurus nitidus*) n'ont pas été retrouvés dans les sols échantillonnés pendant la même période.

6.5 LA MATIÈRE ORGANIQUE DES SOLS DE LASCAUX.

Les stocks de matière organique (MO) dans les sols de Lascaux (figure 29) sont dans l'ordre de grandeur de ce qui est observé ailleurs, avec des stocks de MO important dans l'horizon de surface pour les rendosols dans lesquels la matière organique est plus ou moins stabilisée par le calcium. Attention cependant si l'on considère l'ensemble du profil (100 cm de profondeur par exemple), le stock dans les brunisols acides devient quasiment équivalent à celui des rendosols. La très haute valeur du stock estimée dans les calcisols pelosoliques provient vraisemblablement de l'échantillonnage de l'humus (horizon oH) alors que la densité apparente est mesurée hors oH-. La valeur estimée sur le profil ($\pm 8 \text{ kg.m}^{-2}$) est alors sans doute plus proche de la réalité que la valeur de 20 kg.m^{-2} .

	n	C organique %	Densité apparente (g.cm-3)	Éléments grossiers	Stock
Remplissage Supérieur BRUNISOLS PSEUDOLUVIQUES	7	1,51 ($\pm 0,3$)	1,06 ($\pm 0,2$)	10% (± 10)	4,32 moy 3,02 min 5,86 max $\pm 3 \text{ kg.m}^{-2}$ sur le profil
Ancienne parcelle CALCISOL LEPTIQUE	3	2,4 ($\pm 0,36$)	1,01 ($\pm 0,1$)	15% (± 10)	6,23 moy 5,23 min 6,89 max $\pm 6 \text{ kg.m}^{-2}$ sur le profil
Dalle Coniacien RENDOSOL	8	6,1 ($\pm 2,6$)	0,74 ($\pm 0,13$)	40% (± 20)	8,1 moy 5,7 min 18,16 max $\pm 11 \text{ kg.m}^{-2}$ sur le profil
Remplissage Inférieur CALCISOL PELOSOLIQUE	4	8,9 ($\pm 1,43$)	0,92 ($\pm 0,07$)	5 % (± 5)	23,3 moy 18,6 min 30,5 max $\pm 8 \text{ kg.m}^{-2}$ sur le profil

Figure 29 : Stock de carbone organique par unité de sol.

Les matières organiques des sols susceptibles d'être mobilisées par les flux d'eau, de percoler et, éventuellement, d'entrer dans la cavité sont évidemment particulièrement importantes dans le contexte de la grotte de Lascaux. Il n'entrait pas dans les objectifs de l'étude ici présentée de faire ce bilan quantitatif et qualitatif du transfert de matières organiques entre les sols et la grotte. Cependant, nous avons cherché à comparer le transfert potentiel de matières organiques depuis les différents sols cartographiés.

Il s'avère qu'il n'existe pas de différence significative sur les quantités de carbone extrait par percolation sur colonne entre les différents sols (figures 30). On constate que ces valeurs sont dans tous les cas élevées notamment lors des premières infiltrations avec des concentrations de l'ordre de 120 mg.l^{-1} . Les quantités d'azote extractible dans l'échantillon du remplissage supérieur sont significativement plus élevées ce qui induit un C/N plus faible (de nouveau autour de 10) et constant.

En réalisant des percolations successives sur les différents horizons rencontrés en profondeur, on constate une grande différence de comportement. Dans le cas des altérites est, **l'horizon de subsurface constitue un puits de carbone organique soluble** : les concentrations de la solution de sortie sont toujours plus faibles que celle d'entrée. A l'inverse, **les horizons profonds des sols de la dalle de calcaire (au contact en l'occurrence avec la dalle elle-même) constituent encore des sources de carbone organique** : les concentrations en sortie sont plus élevées qu'en entrée. La même dynamique est observée pour l'azote. Au bilan les concentrations de sortie en carbone et en azote sont plus élevées pour les rendosols que pour les brunisols pseudoluviens.

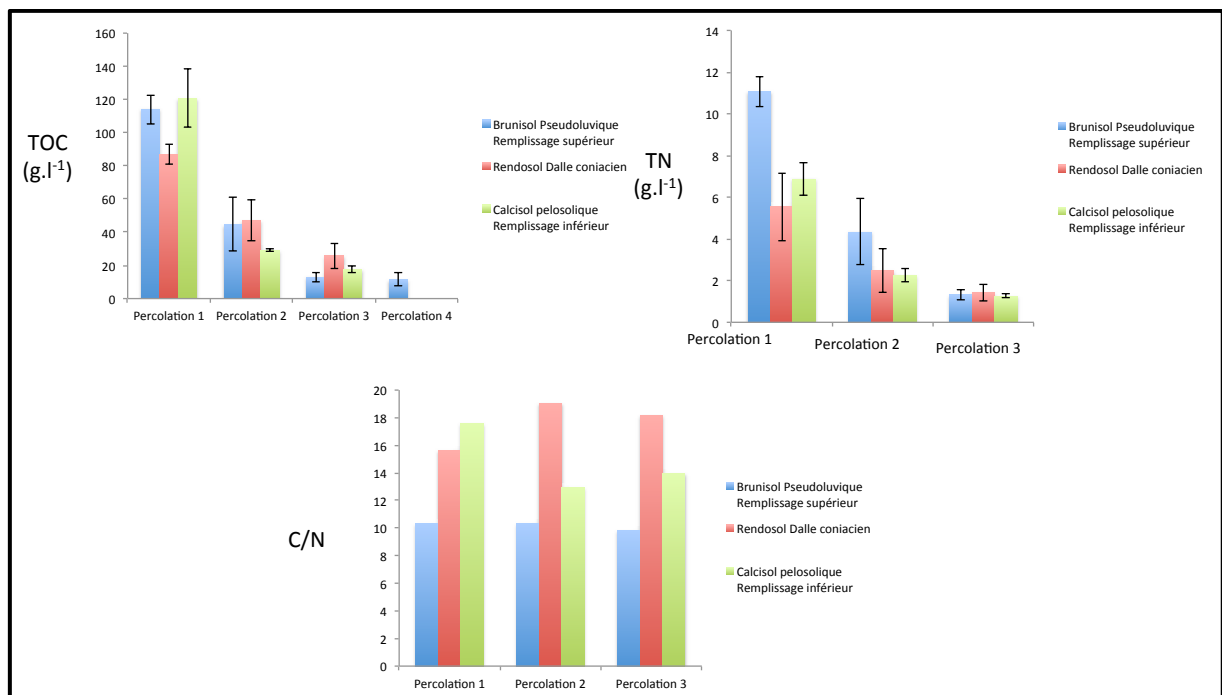


Figure 30 : Carbone organique, azote total et C/N des extraits issus des percolations sur colonne.

Qualitativement, on observe en revanche assez peu de différences de nature entre les matières organiques dissoutes potentielles issues des différents sols. On observe cependant de

grosses différences en spectroscopie de fluorescence sur la nature des matières organiques mobilisées pour un même sol lors de percolations successives.

6.6 LES RELATIONS SOLS-VEGETATION

L'approche pédologique permet de dégager des caractéristiques qui vont directement influencer sur le type de peuplement végétal et sur sa dynamique, en dehors de toute autre perturbation. Ainsi, la diversité des propriétés des sols, la nature abrupte d'un certain nombre de transitions peut constituer **une difficulté pour la végétation**.

Le peuplement de châtaignier (**figures 31**) situé sur les brunisols pseudoluviques des altérites semble en mauvais état sanitaire. La nature des sols de cette zone (acides en surface mais très riche en argile en subsurface avec des pointements calcaire ; sols avec une très grande quantité d'oxydes de fer et une très faible disponibilité du P) constitue un facteur limitant certain pour la végétation dans cette zone. Si une végétation acidiphile est ici nécessaire, un rajeunissement de la formation semble devoir être envisagé.

Dans la zone centrale sur calcaire, les sols sont carbonatés et les réserves hydriques sont faibles. La végétation doit donc être calcicole et xérophile ou mesoxérophile. Il est vraisemblable que les **racines des végétaux** (notamment des chênes) descendent dans les anfractuosités des calcaires. Nous n'avons pas été en mesure d'étudier ces profils racinaires profonds mais ils **pourraient impacter de manière significative les transferts de matières entre les sols et la grotte** (notamment dans les zones où la grotte est à faible profondeur).

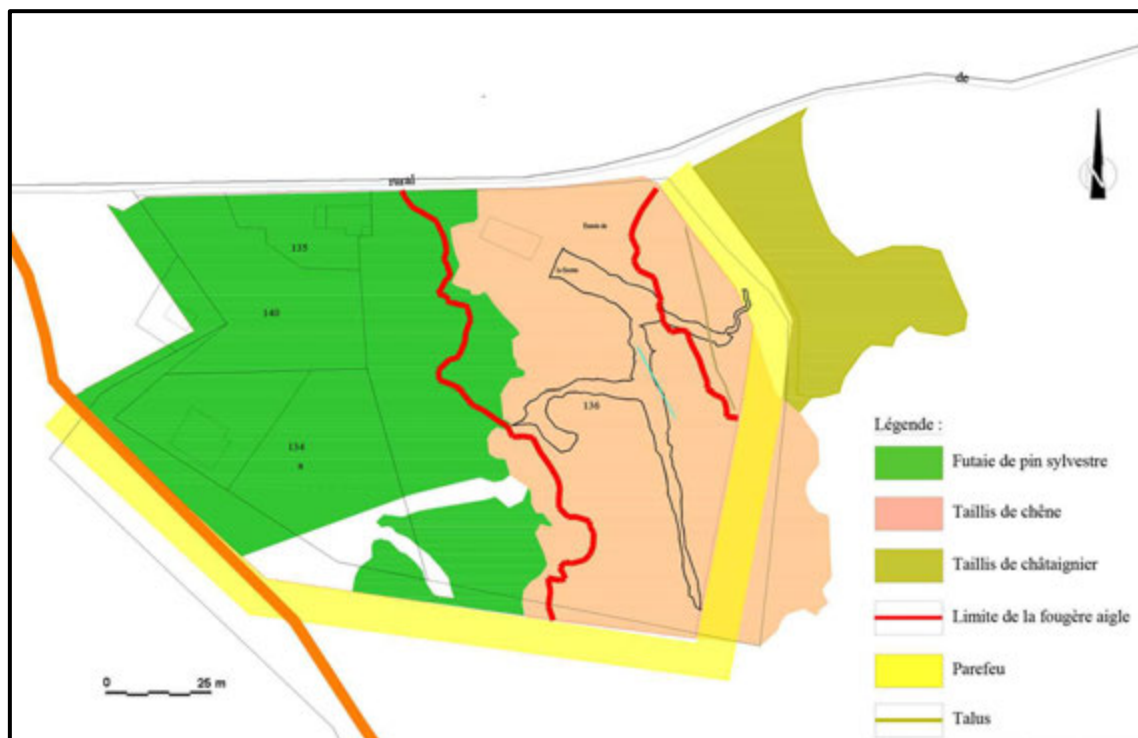


Figure 31 : Cartographie GPS de la végétation et des sols à proximité de la grotte (S. Perrin)

Dans la zone inférieure (altérites ouest), les propriétés des sols sont plutôt favorables à la végétation avec une belle réserve de nutriments, une grande capacité d'échange des cations.

La productivité y est d'ailleurs élevée avec des arbres de grandes tailles induisant un fort coefficient d'élancement et donc des risques d'instabilité. Le caractère très argileux de certains sols de la zone doit conduire cependant à la fois à des périodes de saturation en eau mais également à des périodes de sécheresse édaphique prononcée.

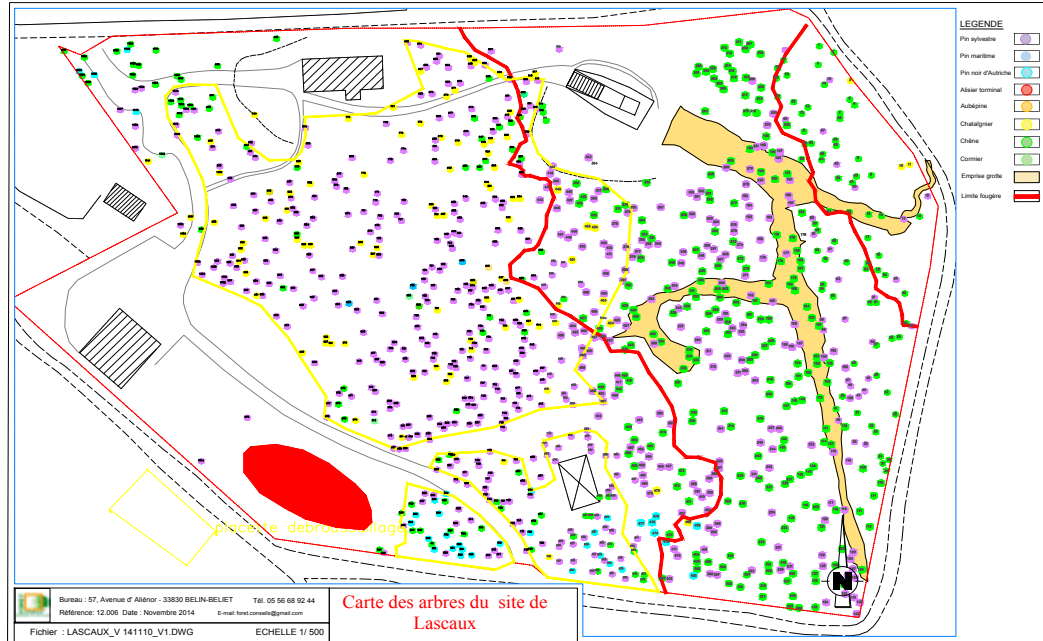


Figure 32 : Cartographie des essences d'arbre (S. Perrin)

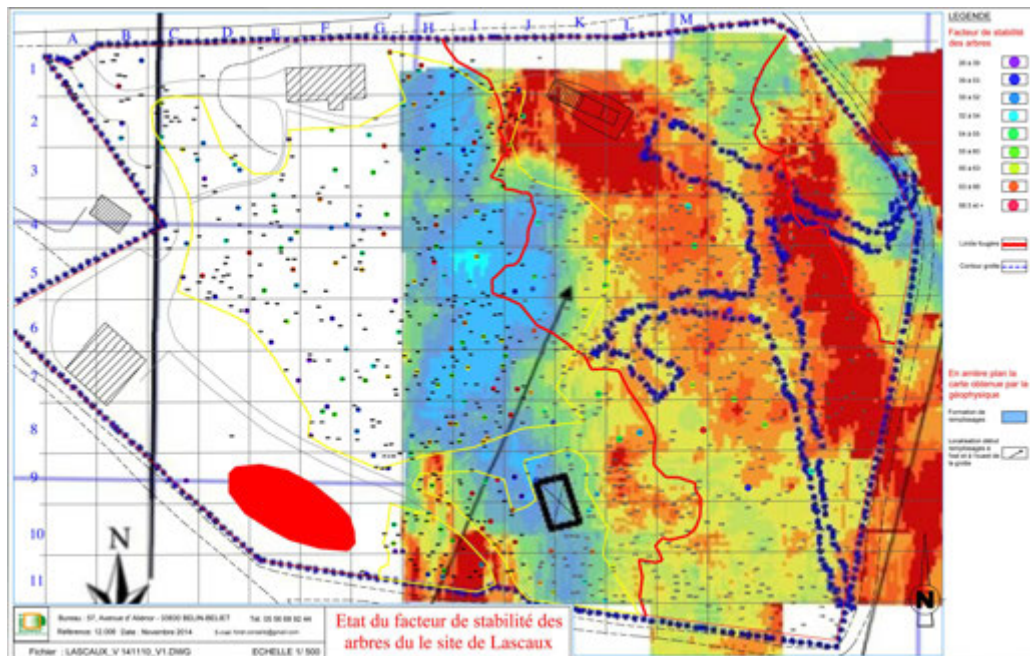


Figure 33 : Cartographie de la stabilité des arbres – approche croisée avec la géométrie de l'encaissant rocheux

CONCLUSIONS PARTIELLES

L'emprise du site de Lascaux a connu une succession de troncatures et de systèmes colluviaux qui remanient le stock d'altérites et de dépôts. Ces colluvions sont marqués par des **pédogenèses distinctes**, plus ou moins poussées, et supportant des associations végétales variées.

Malgré l'impact de l'agriculture depuis plus d'un siècle, les cartes des formations superficielles, des sols et de la végétation ont révélé des limites comparables qui confirment les observations tout en permettant de les interpréter plus en détail.

De plus, une caractérisation physico-chimique et biologique des niveaux de surface a été réalisée et quelques préconisations concernant la gestion forestière ont été émises.

Enfin, les transferts de matière organique varient selon le type de sol de l'emprise. Alors que les **horizons superficiels jouent le rôle d'un puits de carbone dans les altérites est**, les **horizons profonds des sols de la dalle calcaire constituent des sources de carbone organique**.

7. IMPLICATIONS SUR LES MODALITES D'INFILTRATION

L'analyse des modalités d'infiltration sur le site de Lascaux relève de la **corrélation entre la cartographie des couvertures liées aux systèmes colluviaux et aux altérites en place, la géométrie des troncatures et de leur intersection avec les états de surface du substratum calcaire, la répartition des sols ainsi que la présence de discontinuités lithostratigraphiques et karstiques.**

Cette analyse des modalités d'infiltrations repose donc sur :

- les cartographies de surface (écorché géologique, formations superficielles, sols, végétation) ;
- les sondages à la tarière réalisés en novembre 2013 et la prise en compte des sondages pédologiques et des données de la bibliographie (sondages Vouvé) ;
- les résultats des études géophysiques ;
- les observations dans le Puits Vouvé et les coupes naturelles dans l'emprise et aux abords du site de Lascaux ;
- les observations dans la cavité.

Ces modalités d'infiltrations ont des impacts variables en fonction des conditions de régime hydrologique, de stabilité du couvert végétal, mais aussi et surtout en fonction des différentes structures karstiques et des couvertures qui les accompagnent, notamment dans l'emprise du site :

- état de surface et troncature : calcaire couvert, calcaire nu, apports des systèmes colluviaux additifs, impact des systèmes soustractifs ;
- nature des couvertures : altérites siliceuses en place dans des couloirs de fantômisation, argiles à silex en rognons et nodules de fer, des argiles à silex gélifracés ou non, sédiments résiduels tertiaires, colluvions carbonatées) ;
- types de sols (rendosols peu épais ou brunisols dystriques bilitiques pseudoluviques avec des horizons argileux) ;
- occurrences de discontinuités karstiques permettant les connexions avec l'endokarst : parois des couloirs de fantômisation, front du cryptolapiaz, dalle calcaire arasée.

Le principal lien entre ces caractères d'état ou de fonctionnement morphokarstique est la circulation des eaux.

Il s'agit donc ici de **remettre les observations issues des levés cartographiques dans les contextes dynamiques successifs qui ont présidé à la mise en place des couvertures karstiques et à leur évolution afin de déterminer le contrôle qu'elles opèrent sur l'infiltration actuelle.**

En outre, un suivi temporel en géophysique de la zone située au nord-est de la grotte, son amont hydraulique actuel, a permis de préciser le comportement du massif calcaire.

7.1 ZONATION DES AFFLEUREMENTS CALCAIRES ET DES COUVERTURES :

La carte de l'écorché géologique sous les formations superficielles (figure 14) montre une mosaïque de secteurs où les calcaires sont sub-affleurants séparés par des secteurs occupés par des formations sablo-argileuses. Les secteurs d'affleurements calcaires correspondent à des surfaces d'érosion, ou troncatures, où les couvertures sont décapées. Les couloirs de fantômisations sont constitués par les sables jaunes et les sables roux, la couverture du cryptokarst est constituée par les argiles à rognons de silex et plus partiellement par les sables et graviers du fluviatile tertiaire.

Les sables roux, des silex épars ou des sables alluviaux résiduels sont parfois présents au sein de formations colluviales discontinues et peu épaisses (figure 34).

Entre ces zones d'affleurements calcaires, les plages de formations superficielles occupent des positions et des répartitions distinctes en fonction de leur nature :

- les argiles à rognons de silex (en orange) sont conservées dans des zones allongées plus ou moins dépressionnaires, calquées sur le maillage des couloirs de fantômisations ;
- les alluvions résiduelles (en bleu) sont conservées dans les têtes de vallons et au centre du plateau ;
- des colluvions agricoles (marron et vert) masquent les formations sous-jacentes, souvent à l'amorce de la descente des profils des vallons ou en position de corniche convexe.

Dans le détail, les systèmes colluviaux correspondant sont déterminés par la présence dominante d'un de ces caractères.

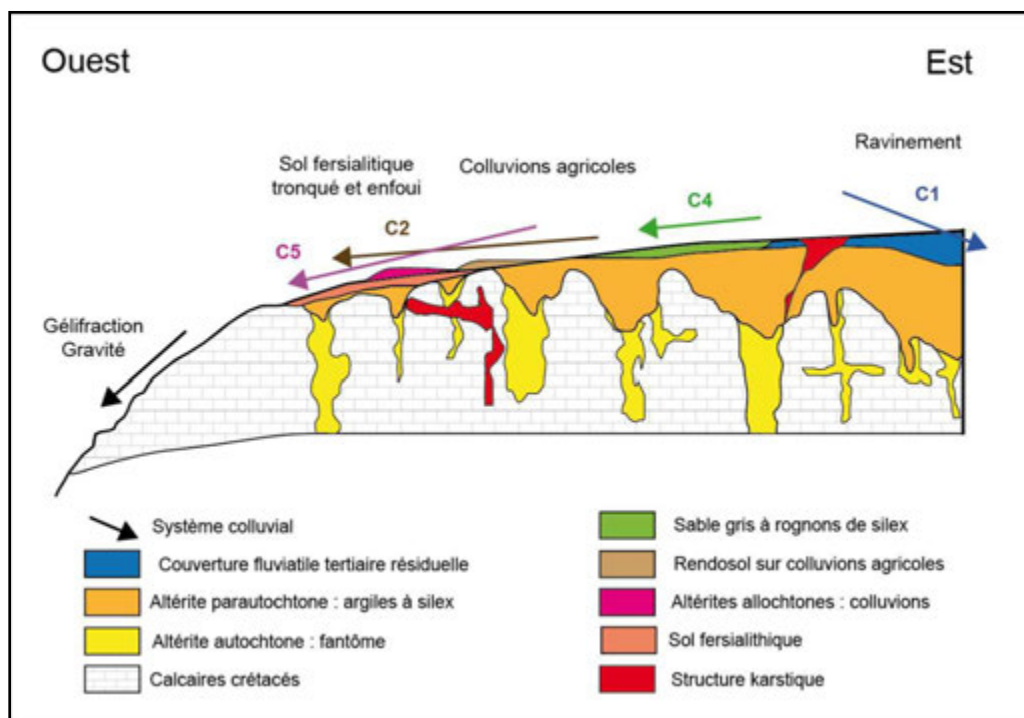


Figure 34 : Coupe schématique et synthétique illustrant les différentes formations karstiques ainsi que les principales dynamiques colluviales

7.2 LES MODALITES D'INFILTRATION :

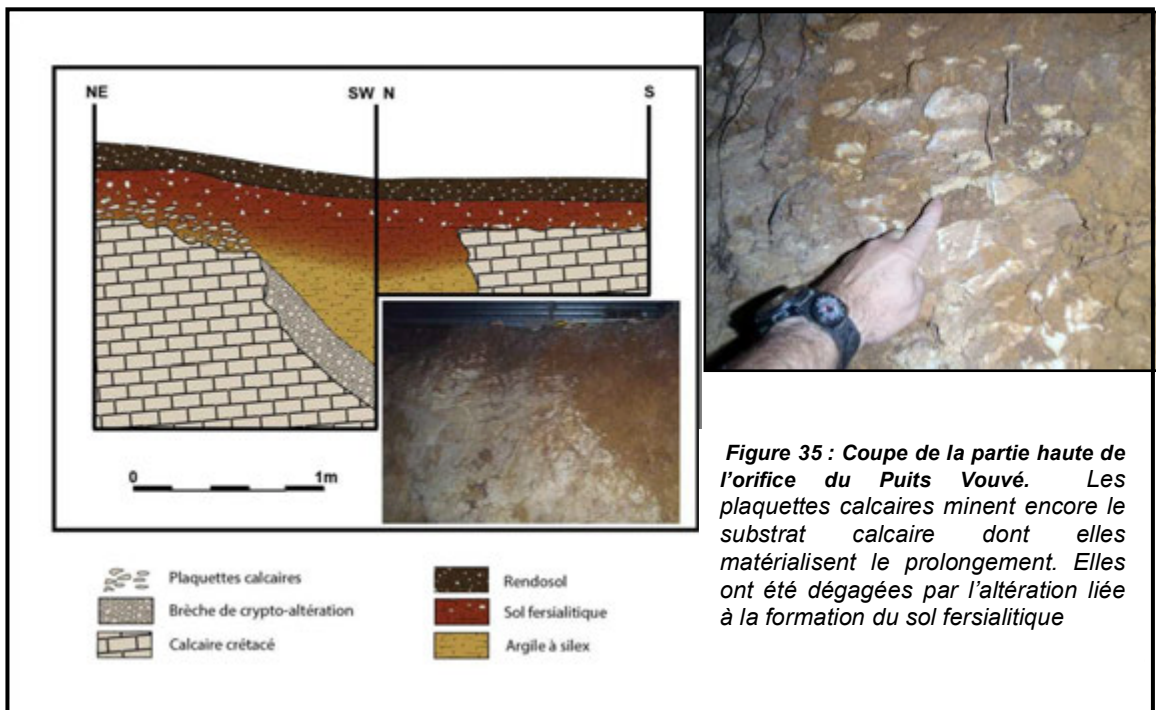
7.2.1 Fonctionnement général à l'échelle du plateau

Les couvertures au centre du plateau sont constituées de la superposition des alluvions résiduelles discordantes sur les argiles à silex et sur les sables d'arénisation du cryptolapiaz. L'eau peut ruisseler en surface, mais provoque surtout la saturation au moins partielle de ces couvertures. Cet ensemble constitue un **petit aquifère perché au toit des argiles et qui se vidange par déversement** dans la partie haute des vallons dont l'amont dessine un fer à cheval.

Plus bas dans le versant, décalée par rapport à l'axe des vallons, une **seconde zone de venue d'eau correspond au recoupement des couloirs karstiques associés au cryptokarst et/ou aux couloirs de fantômisiation** comme dans le talweg du ravin de la Béchade au nord du massif. Ce type d'infiltration concerne cependant la grotte que de manière très indirecte puisqu'il se situe altitudinalement plus bas que la cavité.

A la surface du plateau, des entonnoirs de soutirage attestent de l'activité et de la compétence de ces systèmes hydrosédimentaires d'infiltration. L'eau emprunte ensuite les discontinuités constituées par l'interface du remplissage des couloirs karstiques et le calcaire sain selon deux modalités :

- les argiles à silex, parfois surmontées de sables et d'alluvions résiduelles, occupent la partie supérieure des couloirs. Les infiltrations peuvent être transmises le long du contact entre les altérites et les calcaires. A ce niveau, un karst d'interface constitué de micro-conduits voire d'une brèche d'altération peut se développer, comme le montre l'exemple relevé dans la partie supérieure du puits Vouvé ([figure 35](#)). Le contact devient alors la zone de circulation préférentielle jusqu'à ce que des discontinuités karstiques soient recoupées en discordance et permette à l'eau de circuler directement au sein des calcaires. Ces brèches ont d'ailleurs été traversées à plusieurs reprises par les sondages réalisés par Jean Vouvé. Dans l'un d'eux, une venue d'eau à même été identifiée exactement au niveau de cette interface ([Vouvé, 1967](#)). Enfin, la présence de plusieurs conduits révélés par la géophysique montre l'existence de drains potentiels au sein de la grotte et susceptibles d'être exploités par les infiltrations.
- sous les argiles cryptokarstiques, le reste du couloir de fantômisiation est constitué d'altération isovolumique en place et en connexion avec des discontinuités équivalentes de type pseudo-endokarst ; dans ce cas la transmissivité hydraulique reste celle des sables d'arénisation tant que des vides ne sont pas acquis par décolmatage.



A ces infiltrations concentrées, s'ajoutent les infiltrations diffuses directes dans l'impluvium constitué par le décapage des calcaires sub-affleurants et des discontinuités (fractures, lapiaz, entrées de cavité) qui les affectent en surface.

L'ensemble des infiltrations semble résurger au contact avec les calcaires marneux du Coniacien au nord ou de façon occulte sous le niveau du vallon sec de Fon Laroche au sud. La grotte de Lascaux se trouve dans la tranche calcaire située entre ces phénomènes d'infiltration et les zones de sources.

7.2.2 Schéma de fonctionnement dynamique des infiltrations

Les modalités d'infiltration sur le site de Lascaux sont 4 types (carte des infiltrations, [figure 36](#)) :

- 1- Des infiltrations particulières s'organisent au contact de la couverture et de la zone de brèches du front de cryptoaltération. **Ce contact constitue une zone préférentielle d'entrée d'eau dans les calcaires (1 de la figure 36)**. Les secteurs les plus concernés sont en limite ouest du système colluvial C1 contre le cryptolapiaz et au contact des argiles à silex et du calcaire à l'ouest de la « mare préhistorique ». Le puits Vové offre une coupe montrant clairement la présence et la position de ces brèches et leur relation avec les formations superficielles ([figure 35](#)).
- 2- **L'infiltration plus ou moins concentrée dans l'altérite autochtone** du couloir de fantômisation (appelé « remplissage supérieur » dans la littérature). Ce secteur correspond à une **fenêtre hydrogéologique** ouverte par ablation des argiles à silex jusqu'aux sables jaunes (2 de la figure 36). Cette zone d'infiltration alimente le contact

de la paroi du couloir de fantômisation et très probablement, en aval drainage, les brèches soulignant le front de crypto-altération. **Cette zone d'infiltration est artificiellement suralimentée par la route du Régourdou et par une tranchée drainant le côté sud de la chaussée vers la « mare préhistorique ».** Cette alimentation concentrée et soutenue est probablement à l'origine de l'arrivée d'eau du sas 1 dans la grotte. Le secteur alimenté par ces infiltrations correspond au secteur sensible susceptible d'être drainé par l'émergence du SAS 1.

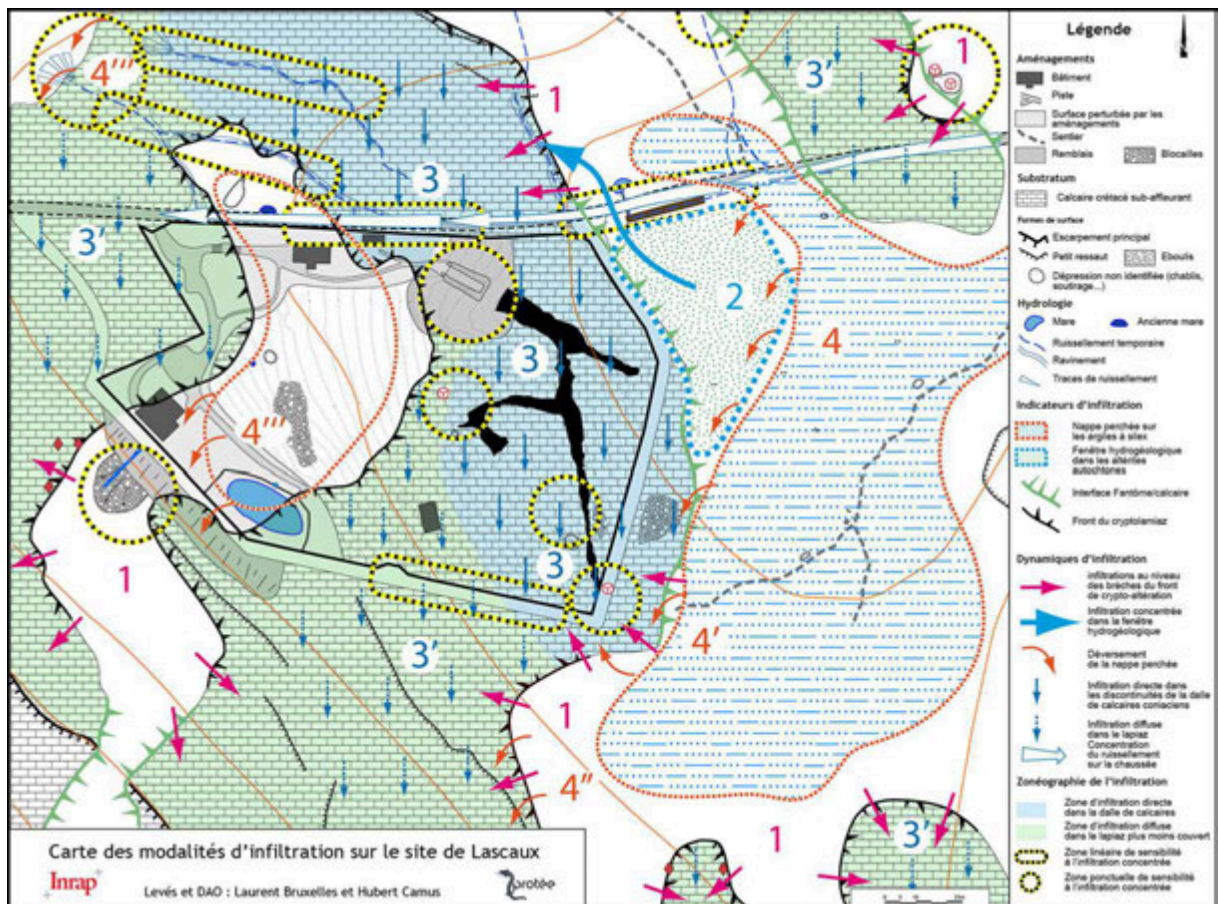


Figure 36 : Carte des modalités d'infiltration sur le site de Lascaux.

- 3- L'infiltration directe sur la dalle de calcaire (3 de la figure 36) dont le toit arasé par la troncature 1/2 ? recoupe des discontinuités de type diaclase (alimentant les arrivées d'eau dans le Cabinet des Félin), le porche effondré de la grotte, et potentiellement, des couloirs de fantômisation de petite taille comme dans le puits Vouvé. En aval versant de ce dernier et vers le sud, cette troncature tangente le sommet des pinacles qui ont connu plusieurs phases de décapage et colmatage colluvial suivis d'une forte pédogenèse (calcsols pelosoliques rubéfiées). Cette surface constitue une **aire d'infiltration plus diffuse qui s'étend une cinquantaine de mètres au sud de l'emprise jusqu'à la limite des calcaires dans lequel se développe la grotte (3' de la figure 36).**
- 4- La nappe perchée sur l'écran localement imperméable constitué par la couche d'argile à silex est susceptible d'alimenter par déversement les différents secteurs correspondant aux trois précédents modes d'infiltration : déversement dans la fenêtre

hydrogéologique des colluvions C4 (4 de la figure 36), le contact entre les colluvions saturées et la dalle de calcaire (4' de la figure 36), le contact avec les brèches du front de crypto-altération (4'' de la figure 36). Cette couche est discontinue et ponctuellement déformée ou remobilisée dans des structures de soutirage, les bétaires ou des points bas du front de crypto-altération constitués par les entonnoirs entre les pinacles du cryptolapiaz. Ces entonnoirs sont révélés par l'affleurement concentrique du sable roux de l'altérite autochtone au contact du calcaire, des argiles à silex en rognons et d'un remplissage central de l'entonnoir dont la constitution peut varier.

La coupe schématique des infiltrations (figure 37) montre l'ensemble de ces phénomènes d'infiltration en relation avec les vides souterrains et les processus hydrosédimentaires qui entretiennent le fonctionnement des bétaires.

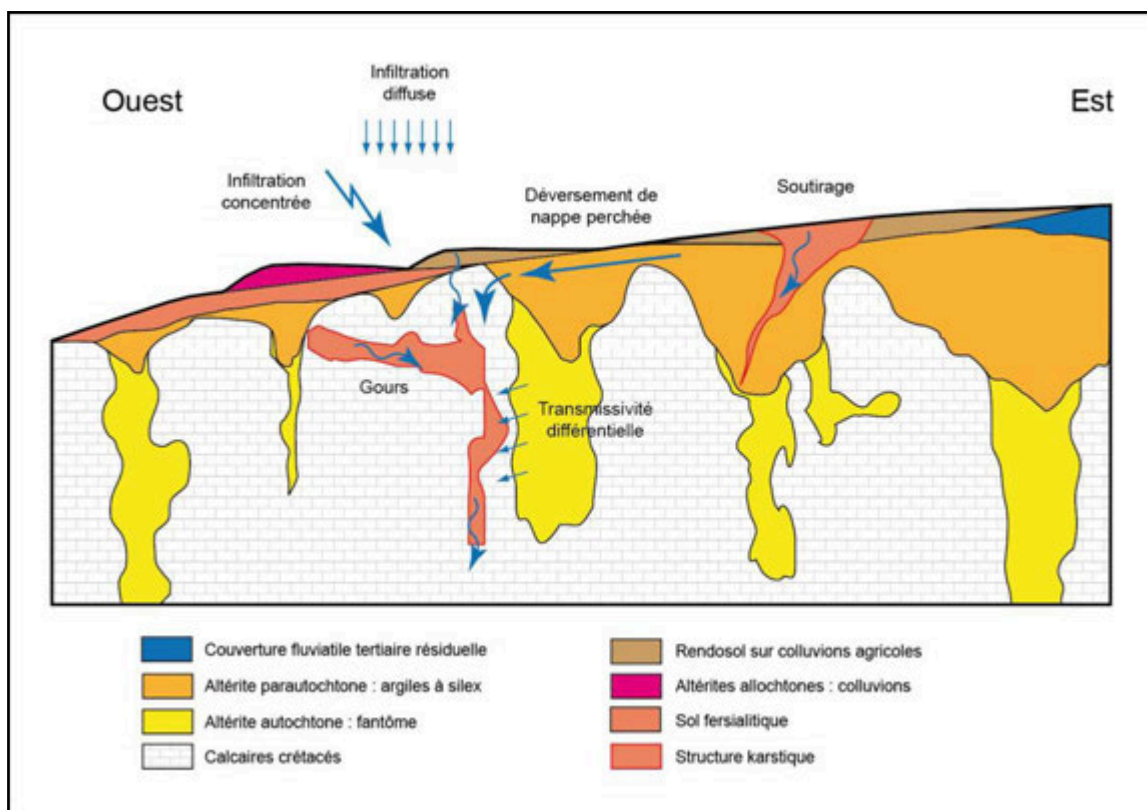


Figure 37: Coupe schématique synthétique des principales modalités d'infiltration en fonction des contextes karstiques identifiés sur la colline de Lascaux.

7.2.3 Les perturbations relevées

Ces conditions hydrodynamiques induites par le dispositif géométrique des formations superficielles, des altérites et des discontinuités karstiques (figures 14, 21 et 37), sont aggravées par des désordres d'ordre hydrologique ou géotechnique qui sont classés en deux facteurs de sensibilités :

- les zones linéaires de sensibilité à l'infiltration concentrée,

- les zones ponctuelles de sensibilité à l'infiltration concentrée.

Les premières correspondent à la **route du Régourdou qui accélère la concentration des eaux et l'achemine dans un secteur sensible qui longe la grotte** : tout ou partie des débits de l'émergence du Sas 1 pourraient être due à ces infiltrations. Le drain qui alimente la « mare préhistorique » (**figure 38**) constitue probablement une nuisance à la sensibilité karstique de cette zone. Il sera intéressant d'évaluer dans quelle mesure ce **désordre contribue à la recharge de l'aquifère suivi en géophysique et alimentant l'émergence du Sas 1** (cf. *infra*).

Dans une moindre mesure, la piste extérieure de la clôture Sud constitue une zone sensible linéaire, mais elle ne provoque pas l'accélération du drainage concentré. Deux autres zones sont repérées au nord de la route, le long de lits de ravinement alimentés en surface par les eaux drainées par la route et allant se perdre au contact entre les calcaires et les parkings où se trouve une zone d'infiltration ponctuelle.

Les secondes correspondent à différents types de **point d'infiltration concentrée**. La plus spectaculaire est constituée par les deux entonnoirs des bétoures au NE du site, situées sur le contact est d'un éperon calcaire. Un autre soutirage se trouve en contrebas, de l'autre côté de cet affleurement. Un deuxième ensemble de désordres potentiels **correspond à trois secteurs situés au-dessus des cheminée ou voûte remontante de la grotte : au-dessus du Cabinets des Félics et de la Salle Ensablée**. Il faut ajouter à ces zones d'infiltrations naturelles, le porche d'entrée et probablement le puits Vouvé. Les deux autres points correspondent au déversement en aval hydraulique du site (**4'' de la figure 36**).



Figure 38 : La mare préhistorique constitue un point de concentration et d'infiltration des eaux collectées au nord-est du site et le long de la route.

7.3 MISE EN EVIDENCE D'UNE ZONE POSSIBLE DE RECHARGE A PARTIR DU SUIVI TEMPOREL REALISE EN AMONT DE L'ENTREE DE LA GROTT

Dans le cadre de la thèse de Shan Xu financée par l'Université de Bordeaux, un suivi temporel a été réalisé afin de mieux comprendre le comportement du massif calcaire en amont de la grotte, en zone non saturée. Les résultats apportent des informations enrichissantes pour la conservation du site que nous jugeons utiles de présenter. Le profil du suivi temporel (Figure 35) est installé au nord de la grotte, selon une orientation nord-ouest à sud-est.

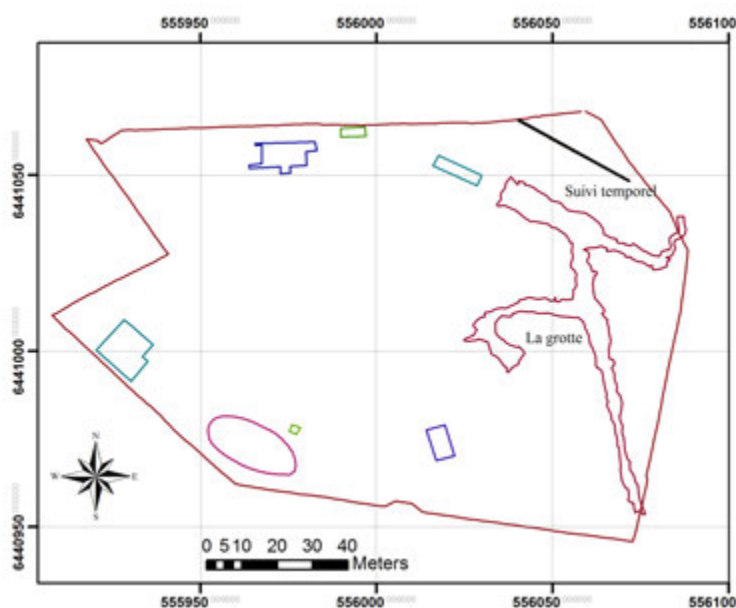


Figure 35 : Emplacement du profil du suivi temporel

Comme le montre la figure 40, les trois modèles de résistivité électrique (extrait des 21 mesures) varient au cours de la période d'observation, Quatre zones distinctes (notées I, II, III et IV) peuvent être délimitées alors que la zone étudiée est totalement localisée dans le promontoire calcaire de Lascaux. L'essentiel des variations se concentre sur la zone III. La résistivité de cette zone décroît depuis juin jusqu'à fin décembre 2012 témoignant d'une diminution de la teneur en eau de cette formation, alors que les précipitations ont repris depuis octobre (pluie efficace en bleu sur la figure 37).

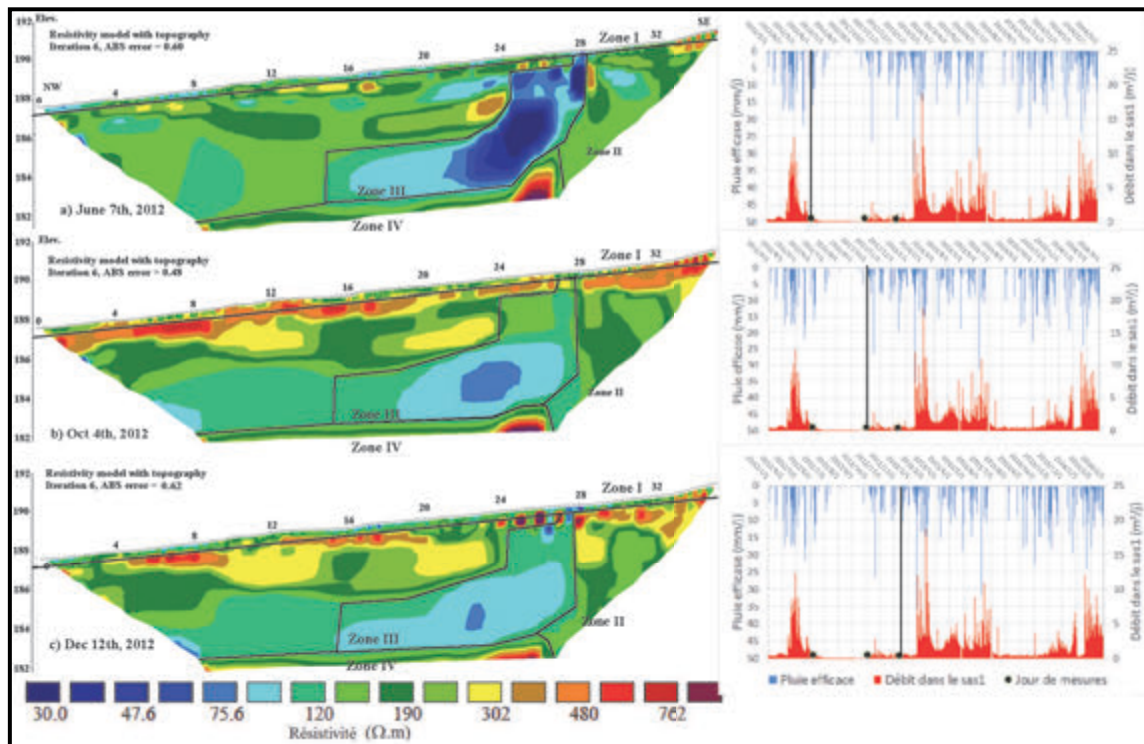


Figure 40 : Trois modèles représentatives pour montrer l'existence de la zone III

En prenant en compte toutes les mesures, nous avons réalisé une analyse de classification hiérarchique (figure 40) par méthode de Ward. Cette étude nous permet d'avoir un point de vue quantitatif de la variation de résistivité dans l'ensemble des modèles.

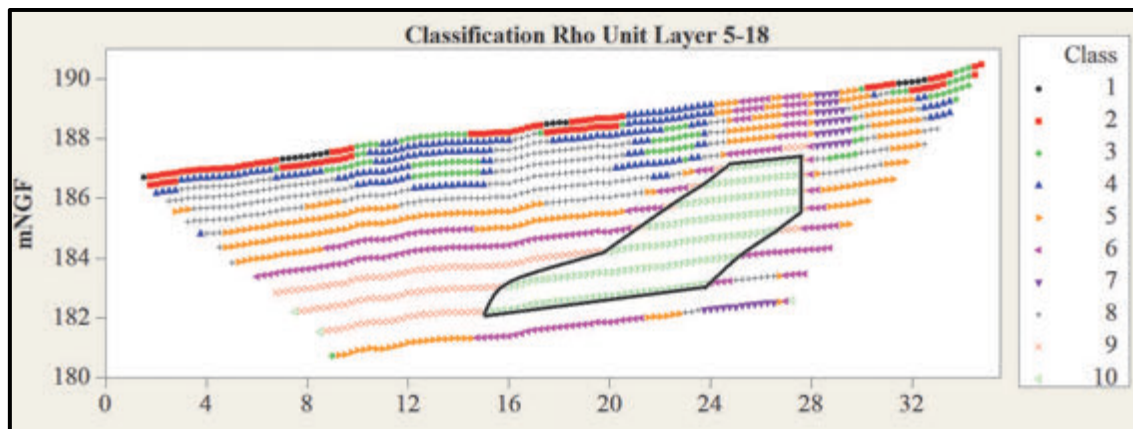


Figure 41 : L'analyse de la classification hiérarchique de tous les 20 suivis temporels

On observe que la classe 10 recouvre quasiment la zone III que l'on a avait sélectionné visuellement. La variation de la résistivité médiane de cette classe au cours du temps, représenté parallèlement au débit mesuré dans le Sas 1 (grotte) montre un lien étroit entre ces deux variables (Figure).

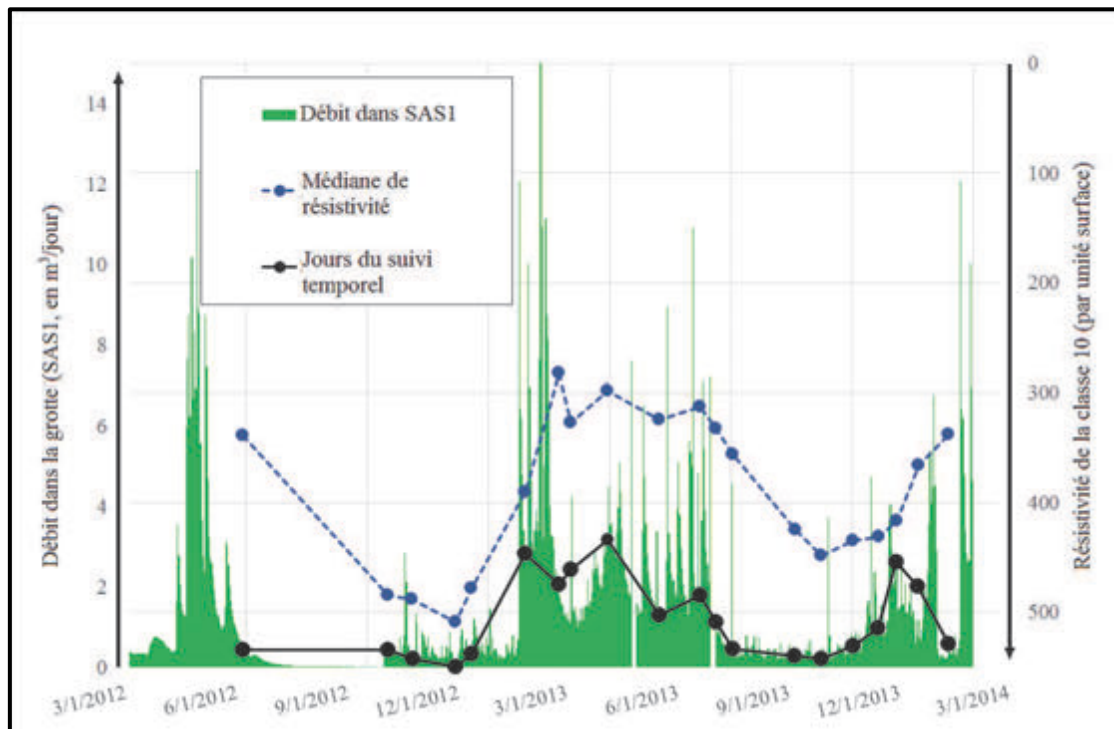


Figure 42 : Comparaison de la variation de résistivité par unité de surface avec la mesure du débit dans le Sas 1

Globalement, on constate que la courbe de résistivité est quasiment synchronisée avec celle de la variation du débit. Dans le détail, on peut remarquer que le changement de résistivité intervient 3 ou 4 jours avant celui du débit. Ces variations peuvent s'interpréter comme étant celles de la zone d'alimentation de l'émergence du Sas 1 de la grotte ou éventuellement des joints de la salle des taureaux qui montrent aussi un débit différé par rapport aux épisodes pluvieux.

La tomographie de résistivité électrique installée de façon pérenne, est une méthode qui pourrait permettre de contrôler et de prévenir les écoulements dans la grotte conjointement à l'infiltration efficace. L'utilisation de la mesure 3D pourrait non seulement permettre de calculer le volume contributif à l'alimentation du karst mais aussi déterminer la forme géométrique complète de cette structure, en effet, comme le montre la [figure 42](#), l'interpolation entre profils de mesure est difficile à établir, en raison de la distance les séparant. De plus, la zone d'investigation est limitée à l'enceinte nord alors que ces structures se poursuivent très probablement au-delà (sous la route, vers la mare etc.) qui nécessiteraient alors une protection.

8. PROPOSITIONS DE PRECONISATIONS ET DE PERSPECTIVES

L'étude détaillée des formes et des formations superficielles de la colline de Lascaux a permis de renouveler les connaissances du contexte géologique de la grotte. Ainsi, il n'est plus possible de parler de « remplissages » ni de « canyons » concernant les masses sableuses qui emplissent les dépressions du substratum calcaire. Au-delà de la simple question de vocabulaire, c'est tout l'héritage géologique et le fonctionnement hydrogéologique actuel qui s'en trouve modifié.

La cartographie des formes et formations superficielles, l'approche pédologique mais aussi l'analyse des peuplements forestiers convergent pour montrer que la colline de Lascaux, et notamment le secteur de la grotte, constituent un véritable patchwork. La difficulté était de pouvoir les distinguer sachant que ces matériaux sont localement mélangés par le colluvionnement. En outre, les sols du site ont été profondément impactés par des usages agricoles anciens ayant conduit à des remaniements et à des brassages. Malgré cela, chaque formation a pu être distinguée et son histoire mais aussi son comportement hydrologique et hydrogéologique intervient dans les modalités de l'infiltration de l'eau sous terre et dans l'apport de matière organique dans la grotte ont été évalués.

Enfin, les éléments potentiellement transférables depuis les sols jusqu'à la cavité et pouvant avoir un impact sur la dynamique de la grotte et la conservation des parois (matières organiques, microorganismes et pédofaune) ont été inventoriés. Les stocks, la nature, la diversité et l'organisation spatiale de ces éléments dans les sols ont été décrits. Le croisement entre ces stocks et la réalité des transferts de ces éléments vers la grotte est maintenant à réaliser.

8.1 PROPOSITION DE PRECONISATIONS EN LIEN AVEC LES RESULTATS ACQUIS

Au terme de cette étude, quelques préconisations peuvent être émises concernant la protection de la grotte de Lascaux, que ce soit pour la gestion des eaux de surface, sur l'impact d'éventuels aménagements et sur les techniques recommandées pour la gestion forestière.

Par exemple, ces préconisations concernent :

- **Le cas de la route du Régourdou est assez problématique** car elle constitue à notre avis, l'une des principales perturbations hydrologiques et hydrogéologiques en lien direct avec la grotte. Il conviendrait de tout faire pour restituer les conditions de drainage initial en direction du versant.
- **La gestion des pistes constitue un enjeu pour le maintien des conditions d'infiltration** dans de fourchettes de nuisance acceptables,
- **La circulation d'engin, y compris pour la DFCI, doit être régulée ; à ce titre, les pistes nouvelles doivent être évitées sur toute la zone calcaire où se développe la grotte**, ainsi que dans le secteur de la nappe perchée

(4 de la figure 36) en raison du risque de destruction de l'écran étanche constitué par les argiles à rognons de silex.

- Tout ce qui peut favoriser la concentration de l'eau en amont de la grotte, sur les colluvions (1, 2 et 4 de la figure 36) sont à éviter. **La coupe des châtaigniers devra se faire de manière raisonnée en évitant les grandes trouées, susceptibles de favoriser l'organisation du ruissellement.**
- Dans ce même secteur, l'extraction des arbres devra se faire par un moyen non mécanique et en diversifiant autant que possible le cheminement. Ceci toujours dans l'idée d'éviter d'organiser la concentration de l'eau en surface et son drainage par la fenêtre hydrogéologique (2 de la figure 36).

8.2 PROPOSITIONS DE PERSPECTIVES D'ETUDE EN LIEN AVEC LES RESULTATS

L'étude ici présentée répond aux différents objectifs initiaux. Cependant, **d'autres développements sont apparus tout au long de ce travail**. Ils apporteront à coup sûr des informations précieuses permettant d'améliorer encore un peu plus la connaissance de ce site.

Quelques pistes complémentaires peuvent être proposées :

- Une étude complète de grotte de Lascaux sous un angle karstogénétique permettrait d'avoir un niveau d'information comparable à celui que nous avons maintenant en surface et d'en optimiser les résultats. La confrontation des deux angles d'observation seraient riche d'enseignements ;
- Une étude des phénomènes de condensation-corrosion à l'origine de certaines morphologies pariétales mais aussi de la disparition d'une partie des peintures (figure 43) serait très pertinente. Ce phénomène est très perceptible dans la plus grande partie de la grotte et répond de conditions aérologiques spécifiques mais que nous pouvons documenter ;
- L'étude des autres cavités du massif serait un appoint précieux. Le Régourdou ou la grotte de la petite carrière constituent de très bons modèles à proximité de la grotte de Lascaux. Une étude plus complète de ces sites permettrait d'aller encore plus loin dans la connaissance de l'histoire polygénique de la grotte de Lascaux
- Pour l'approche géomorphologique, nous avons dû réaliser nos fonds de carte et générer nos propres modèles numériques de terrain à partir d'un traitement photogrammétrique. Il serait souhaitable qu'un site de la notoriété de Lascaux dispose d'un MNT haute résolution à 5 m, voire d'une acquisition LIDAR de la colline et de la vallée.
- L'étude des modalités d'infiltration dans la grotte par thermographie n'a jamais été tentée. Les expériences que nous avons menées ailleurs ont été très instructives. Les points de venues d'eau sont étudiés de longue date dans la grotte et les conditions climatiques bénéficient d'un suivi très précis, néanmoins des investigations concernant les échanges thermiques au niveau des parois pourrait fournir de nouvelles clés de compréhension du fonctionnement hydrogéologique et aérologique de la cavité.

- Le suivi temporel en géophysique apporte des éléments de réponse majeurs concernant les circulations qui alimentent la grotte. D'autres secteurs pourraient être mesurés afin de contraindre toutes les zones potentielles d'alimentation en eau.
- D'autres types d'investigations géophysiques pourraient être tentés. La gravimétrie, aujourd'hui beaucoup plus accessible et plus précise, donnera une bonne idée de la répartition des vides sous la dalle calcaire. Ce point est important si l'on veut connaître l'extension du réseau, sa géométrie et donc mieux comprendre son fonctionnement aérologique, évaluer les échanges possibles avec d'autres galeries encore inconnues voire avec la surface.



Figure 36: *Phénomènes de condensation/corrosion observés dans la grotte de Lascaux.*

CONCLUSIONS PARTIELLES

La végétation, les sols, les formations superficielles et les altérites interviennent dans les modalités d'infiltration de l'eau.

Ainsi, les colluvions, qui remanient les sables fluviatiles, affectés par une pédogenèse de type brunisol pseudoluvique, constituent un **aquifère perché**. Ce sont les argiles à silex, en dessous, qui représentent le mur de cet aquifère. Cependant, les troncatures permettent localement à cette nappe de se déverser dans les altérites autochtones.

Le **contact entre les calcaires et les altérites**, bien matérialisé grâce à la géophysique, constitue une **zone de circulation privilégiée des eaux** (brèche cryptokarstique, micro-conduits). Dès que ces circulations recoupent une discontinuité au sein des calcaires (conduit, pseudo-endokarst, joint karstifié...), l'eau peut l'emprunter afin de rejoindre des conduits karstiques plus développés.

C'est ce qu'il se passe dans la grotte de Lascaux, au niveau du Sas 1. Le suivi temporel en géophysique a d'ailleurs permis de montrer le lien entre la recharge de cet aquifère et le débit de l'émergence du Sas 1.

Sur la dalle calcaire, l'infiltration est essentiellement diffuse malgré la présence de vestiges de sol argileux rougeâtre anciens (calcisols pelosoliques rubédiés). Elle peut localement exploiter des discontinuités (diaclasses, fantôme ou conduits), comme celles recoupées par le puits Vouvé ou révélées par la géophysique.

Sur les **altérites ouest**, la **présence d'argiles à silex contribue ici aussi à la concentration des eaux en surface et à leur infiltration au contact des calcaires.**

Enfin, ce **dispositif naturel est actuellement perturbé, notamment par le passage de la route du Régourdou et par la présence de la « Mare préhistorique »**. La gestion de la forêt devra également prendre en compte la fragilité de l'écran argileux au niveau des altérites est. **Des préconisations ont été émises dans ce sens.**

9. CONCLUSION GENERALE

Cette synthèse avait pour objet de croiser les résultats acquis par les différents volets de cette étude (géophysique, géomorphologie, karstologie, pédologie, couverture végétale) et d'aller au delà de la juxtaposition des travaux réalisés. L'objectif était par le croisement de ces résultats de mieux préciser le contexte physique et environnemental dans lequel se développe la grotte de Lascaux et ainsi de permettre aux travaux à venir de prendre en compte les géométries et la nature des formations géologiques et superficielles (bio-pédologique) dans les transferts passés, récents, actuels et à venir entre la « surface » et la cavité.

Ce rapport de synthèse s'inscrit résolument dans une approche globale mettant en avant les différents compartiments intervenant dans le fonctionnement de la grotte de Lascaux et dans la conservation du bien archéologique. La structuration de ce rapport a été pensée sur une logique d'emboîtement spatial allant du contexte géologique et géomorphologique régional jusqu'aux mosaïques pédologiques et biologiques (ici forestières) en passant par la géométrie de l'encaissant géologique et la caractérisation des formations qui interviennent dans les flux hydrologiques et de matières organiques voire microbiologique. Des conclusions partielles ont été rédigées à l'issue de l'étude de chacun de ces compartiments ; les résultats et points de réflexions majeurs ont été portés dans ces conclusions partielles. Leur lecture met en avant les fortes interactions qui existent entre les différents compartiments étudiés dans ce travail pluridisciplinaire. En dehors de la portée des résultats portés dans cette étude, tous nouveaux dans la connaissance de la grotte de Lascaux et de son proche environnement physique et environnemental, il importe de relever dans cette conclusion leur très forte interaction et interdépendance. La prise en compte de ces interdépendances conduira nécessairement à de nouvelles logiques d'appréhension du fonctionnement de la grotte de Lascaux et de suivi des paramètres qui interviennent dans la conservation des œuvres pariétales.

Ce travail constitue une nouvelle base de connaissances sur les paramètres qui influencent (in)directement les transferts hydrologiques, physico-chimiques, biologiques et de matières depuis l'encaissant jusque la cavité et inversement depuis la cavité vers son environnement proche. Cette étude repose la nature de ces transferts qui ne peuvent être plus considérés que verticaux (surface/cavité) mais également latéraux compte tenu des racines d'altération cryptokarstiques et des zones fantômisées à proximité de la cavité ; éléments mis en place dans le temps géologique mais intervenant dans les processus actuels de transfert.

Les résultats de cette étude devront être, de notre point de vue, portés à connaissance des programmes de recherche en cours et à venir ainsi des acteurs de suivi climatique et hydrologique de la cavité.

Enfin, sur la base de cette étude globale, des préconisations de suivi et de gestion ont été proposées. Celles-ci restent à soumettre au Conseil Scientifique et au Groupe de Maîtrise d'Ouvrage de la grotte de Lascaux. De même des approfondissements d'étude sont également proposés dans ce rapport pour mieux cerner les dynamiques actuelles de certains processus hydro-climatiques et pariétaux (vermiculations etc.). Ceux ci sont laissés à l'appréciation du Conseil scientifique de la Grotte de Lascaux.

10. BIBLIOGRAPHIE

Concernant la liste exhaustive des références bibliographiques, nous renvoyons le lecteur aux rapports initiaux propres à chaque volet de cette étude.

Seuls les rapports ayant servi de base à cette synthèse sont listés ci-dessous.

Bruxelles L. et Camus H. – 2014. – Grotte de Lascaux. ***Formes et formations anciennes de surface et de subsurface (Montignac, Dordogne)***. Rapport d'étude, Inrap, Protée et Ceneau, 07-2014, 99 p. + 6 annexes A3 + 1 annexe A1 hors-texte.

Perrin S. – 2014. – ***Expertise des peuplements forestiers appartenant à l'état et en cours d'acquisition sur la colline de Lascaux***. Rapport d'étude, Forêt Conseils, 11/2013, 98 p. + 4 cartes hors texte.

Poulenard J. (coord.) – 2014. – ***Etude des sols du site de la grotte de Lascaux***. Rapport d'étude, Edytem, Université de Savoie, 06-2014, 69 p.

Sirieux C et Xu S. – 2014. – ***Mesures géophysiques sur le site de Lascaux (24) : détermination des limites de la zone de remplissage***. I2M-GCE, Université de Bordeaux, 06-2014, 78 p.

11. TABLE DES MATIERES

1. RAPPEL DES OBJECTIFS DE L'ETUDE	2
2. LE CADRE GEOLOGIQUE ET GEOMORPHOLOGIQUE	4
2.1 PHYSIOGRAPHIE ET TOPONYMIE DE LA COLLINE DE LASCAUX ET DE SES ENVIRONS	4
2.2 LES GRANDS TRAITES DE L'HISTOIRE GEOMORPHOLOGIQUE	5
2.3 LES DEPOTS TERTIAIRES (E-M ET Fs)	7
2.4 LA MISE EN PLACE DU DRAINAGE DE SURFACE	8
2.5 LES TERRASSES ALLUVIALES DE LA VEZERE	9
2.6 LES GELIFRACTS ET SEDIMENTATION EN CONDITION DE FROID	9
2.7 LES CONES DE DEJECTION	10
3. ORGANISATION DES GEOMETRIES KARSTIQUES ET ENREGISTREMENT DES FONCTIONNEMENTS PASSES	11
3.1 LES CONCEPTS DE FANTOMISATION, CRYPTOKARSTIFICATION ET ENDOKARST	11
3.1.1 PROCESSUS ET PRINCIPES DE LA FANTOMISATION	12
3.1.2 LA CRYPTOKARSTIFICATION	13
3.2 CREUSEMENT DES FORMES PARAGENETIQUES ET EPINOYEES PAR MISE EN CHARGE ET CIRCULATIONS CAPTIVES :	15
3.3 LA PLACE DE LA GROTTES DE LASCAUX AU SEIN DE CE KARST POLYGENIQUE	16
4. FORMATIONS SUPERFICIELLES ET INDICES KARSTIQUES DE SURFACE : LEUR REPARTITION SPATIALE A L'ECHELLE DE LA COLLINE	20
4.1 REPARTITION DES SABLES ROUX ET DES SABLES JAUNES	20
4.2 REPARTITION ET OCCURRENCE DES ARGILES A SILEX SUR LE PLATEAU	22
4.3 REPARTITION ET OCCURRENCE DES FORMATIONS FLUVIATILES TERTIAIRES	22
4.4 FORMATIONS RECENTES COLLUVIONS, DEPOTS DE PENTE ET DE VALLONS	23
5. NATURE ET GEOMETRIE DU SUBSTRAT SOUS L'EMPRISE DU SITE DE LASCAUX	25
5.1 DETERMINATION DES LIMITES DU PROMONTOIRE CALCAIRE	26
5.2 HETEROGENEITES DE LA DALLE CALCAIRE	30
6. FORMATIONS COLLUVIALES, PEDOGENESE ET REPARTITION DE LA FLORE	33

6.1	LES SYSTEMES COLLUVIAUX	33
6.2	ORIGINE DES MATERIAUX : ETUDE DES MINERAUX LOURDS	35
6.3	ORGANISATION DE LA COUVERTURE PEDOLOGIQUE AU DESSUS DE LA GROTTE DE LASCAUX	36
6.4	CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES NIVEAUX DE SURFACE	40
6.5	LA MATIERE ORGANIQUE DES SOLS DE LASCAUX.	42
6.6	LES RELATIONS SOLS-VEGETATION	44
7.	IMPLICATIONS SUR LES MODALITES D'INFILTRATION	47
7.1	ZONATION DES AFFLEUREMENTS CALCAIRES ET DES COUVERTURES :	48
7.2	LES MODALITES D'INFILTRATION :	49
7.2.1	FONCTIONNEMENT GENERAL A L'ECHELLE DU PLATEAU	49
7.2.2	SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DYNAMIQUE DES INFILTRATIONS	50
7.2.3	LES PERTURBATIONS RELEVÉES	52
7.3	MISE EN EVIDENCE D'UNE ZONE POSSIBLE DE RECHARGE A PARTIR DU SUIVI TEMPOREL REALISE EN AMONT DE L'ENTREE DE LA GROTTE	54
8.	PRECONISATIONS ET PERSPECTIVES	57
8.1	PRECONISATIONS	57
8.2	PERSPECTIVES D'ETUDES	58
9.	CONCLUSION	61
10.	BIBLIOGRAPHIE	62
11.	TABLE DES MATIERES	63
12.	LISTE DES FIGURES	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

ANNEXE 5

Protocole d'étude sur les Vermiculations

Cahier des charges établi par le Conseil Scientifique



PREFET DE LA REGION AQUITAINE

Direction régionale des affaires culturelles
Conservation régionale
des monuments historiques
Le conservateur régional

Appel à candidature pour la coordination de programme scientifique ***Vermiculations de la grotte de Lascaux***

Sur la base d'un cahier des charges établi par le conseil scientifique de la grotte de Lascaux, la Direction régionale des affaires culturelles – Conservation régionale des monuments historiques vous invite à proposer votre candidature pour la coordination du programme de recherche sur les phénomènes des vermiculations présents dans la grotte de Lascaux (Dordogne).

Le programme de recherche et ses différents axes de ce programme ont été définis dans le document ci-joint sur la base d'une pré-étude, réalisée en 2011, intitulée " Protocole d'étude Vermiculations dans la grotte Lascaux " et du suivi de ce phénomène par la conservation. La pré-étude est disponible auprès de la Direction régionale de Affaires Culturelles d'Aquitaine.

Nous vous remercions de nous faire parvenir les pièces suivantes dans la réponse à cet appel à candidature :

- Un projet détaillé des actions qui seront conduites afin de répondre aux attentes des différents axes prédéfinis par le conseil scientifique. Un calendrier explicite de ces actions est attendu ainsi que les étapes qui seront mises en place pour aboutir à la meilleure connaissance possible du phénomène des vermiculations dans la grotte de Lascaux.
- Votre *curriculum vitae*, vos expériences dans l'étude des phénomènes souterrains et de conduite de programmes scientifiques.
- Le *curriculum vitae* de chacun des membres des équipes impliquées dans les différents volets du programme ainsi qu'une justification du choix de ces équipes dans votre projet
- Le global estimé du programme de recherche qui sera réalisé en 3 ans. L'encadrement financier de ce programme ne peut excéder 150 à 200 K€ annuel. Le montage financier doit être justifié dans votre acte de candidature.

Date limite de réponse à cet appel à candidature est le
30 septembre 2014
à adresser à

Direction régionale des affaires culturelles – Aquitaine
54, rue Magendie
CS 41229
33074 Bordeaux cedex

PROGRAMME “ VERMICULATIONS DE LA GROTTES DE LASCAUX ”

-1- CONTEXTE ET ATTENTE DU PROGRAMME

En octobre 2009, des vermiculations ont été relevées sur une des parois ornées de la grotte de Lascaux (salle des Taureaux). Celles-ci semblent mobiliser les pigments des panneaux pariétaux. Un suivi a été immédiatement mis en place par la Conservation de la Grotte de Lascaux. Ce suivi a souligné une activité des zones affectées par ce phénomène en fin de période estivale (modification et déplacement des vermiculations). Cette activité semble affecter préférentiellement les écailles de paroi, les joints de strates et les secteurs où a été relevé une érosion récente de voile de calcite.

Le Conseil scientifique de la grotte de Lascaux a sollicité et conduit une pré-étude de ce phénomène (janvier 2011) dont les objectifs étaient sur une période restreinte (1 an) :

- Dresser un état de l'art de l'étude des vermiculations ;
- Identifier dans les études déjà réalisées les conditions de leur développement ;
- Saisir les processus qui participent à ce phénomène.

Un des objectifs de ce protocole était de poser les bases d'un programme de recherche centré sur les vermiculations de la grotte de Lascaux et les risques portés sur les parois ornées.

Sur la base du rapport synthétisant l'état de l'art et les résultats analytiques de cette pré-étude (consultable), six tâches de recherche ont été définies par le Conseil Scientifique de la Grotte de Lascaux. **Ces six tâches constituent le cahier des charges du programme de recherche intitulé “ Vermiculations de la grotte de Lascaux ”.** Pour chacune de ces tâches, ont été fixés les objectifs et précisées les attentes en termes de recherche et de connaissances nécessaires pour répondre au mieux à ce phénomène susceptible d'atteindre l'intégrité du bien.

Une attention particulière sera portée dans l'évaluation des candidatures à l'expérience du coordinateur et/ou des équipes impliquées dans l'étude des milieux souterrains. Une attention sera également portée à l'articulation et à la mise en cohérence des différentes actions qui doivent tendre *in fine* à la compréhension de la nature et de la dynamique des vermiculations de la grotte de Lascaux.

Les conditions de conservation de la grotte de Lascaux ne permettent pas des séances longues et nombreuses dans la cavité ; ce paramètre doit être intégré dans la réponse à l'appel à candidature. La Conservation et ses agents apporteront tout le soutien nécessaire et possible pour la conduite du programme de recherche, notamment (i) pour le relevé des spots de vermiculations et leur caractérisation ; (ii) dans le suivi du phénomène et (iii) dans la collecte des données nécessaires à la compréhension des vermiculations, de leur répartition spatiale et dynamique saisonnière.

La mise en œuvre du programme sera assurée par le Groupe de Maîtrise d'Ouvrage (GMO) – DRAC Aquitaine – 54 rue Magendie – CS 41229–33074 Bordeaux cedex.

Le suivi du programme de recherche sera conduit par les référents du conseil scientifique : Jean-Jacques Delannoy, Lucile Jocteur-Monrozier et Baudouin Lismonde.

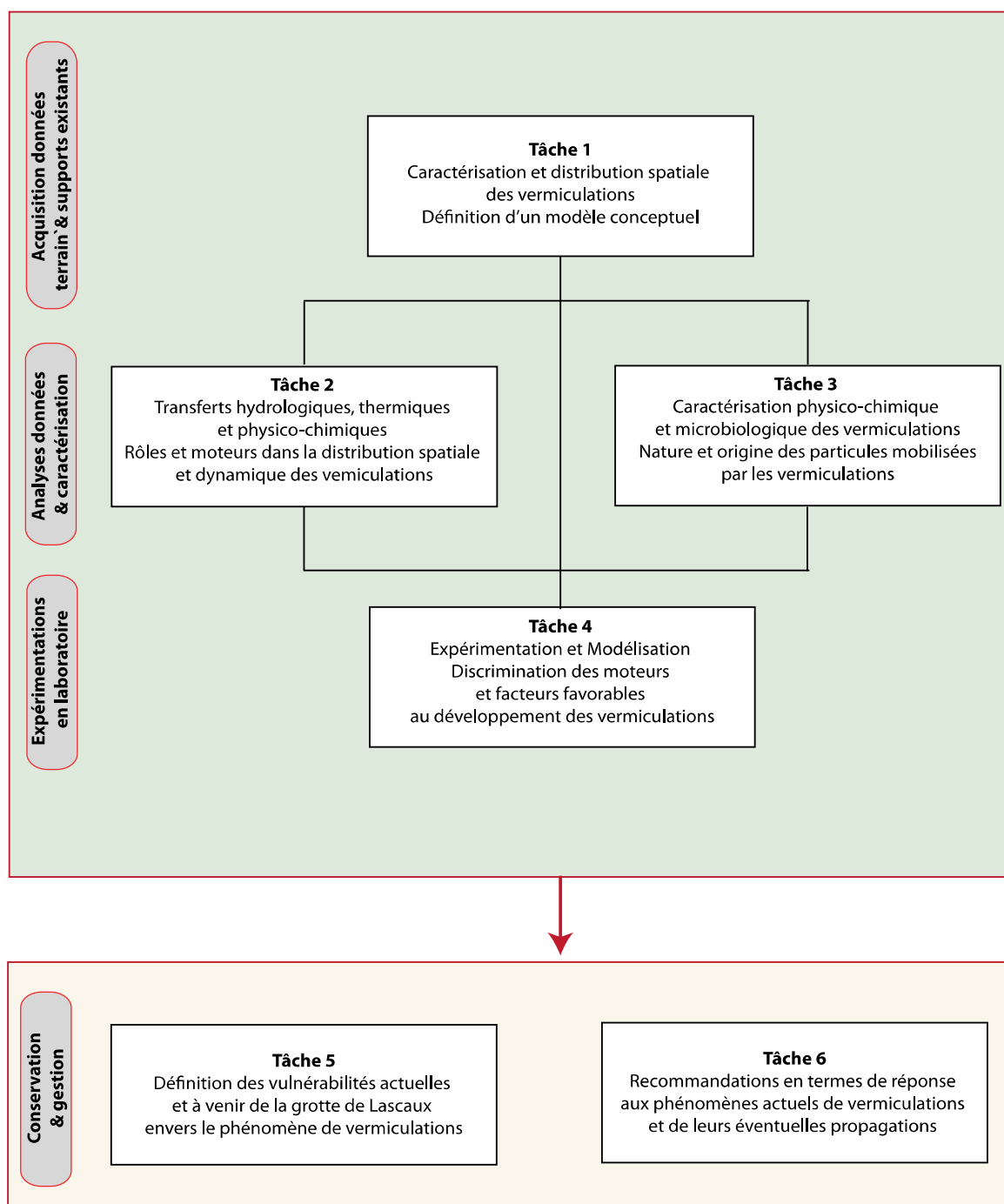
Un état des recherches sera présenté régulièrement auprès de ce conseil. C'est sur la base des résultats de ce programme de recherche et des différentes étapes de restitution que le conseil définira les actions visant à atténuer ce phénomène et ses impacts.

Compte tenu de l'extrême fragilité de la grotte et des indispensables restrictions de présence humaine, toute entrée dans la grotte se fera selon le protocole très strict, remis au coordinateur.

-2- PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTES TÂCHES DU PROGRAMME

Le programme de recherche est articulé autour de 6 tâches qui ont pour objet de cerner le phénomène des vermiculations dans la grotte de Lascaux en tenant compte du contexte spécifique de cette cavité (aménagements, assistance climatique...).

Le schéma synoptique ci-dessous résume les attentes du programme dont les tâches sont en forte interaction et interdépendantes.



Une attention sera portée à la coordination des différentes tâches et aux modalités d'interaction et de phasage. Bien que spécifiques dans leurs objectifs, chacune des tâches repose sur les données et résultats issus des autres tâches.

La réalisation du programme sera organisée **en trois tranches (une tranche ferme et deux tranches conditionnelles)**. **Un rapport d'étude sera remis à l'issue de chaque tranche.**

Tranche ferme (année n) : Acquisition des données terrains ; cartographie et caractérisation (descriptive) des spots de vermiculations ; analyses des processus hydrologiques, thermiques et physico-chimiques pouvant intervenir dans la distribution spatiale et dynamique des vermiculations ; caractérisation physico-chimiques et microbiologiques des vermiculations

Tranche conditionnelle1 (année n+1) : Poursuite des travaux sur les moteurs du phénomène des vermiculations ; expérimentation en laboratoire des modèles théoriques actuels en lien avec les résultats acquis durant la phase 1.

Tranche conditionnelle 2 (année n+2) : Poursuite des travaux d'expérimentation et modélisation des paramètres intervenant dans l'apparition et le développement des vermiculations dans la grotte de Lascaux ; définition des vulnérabilités actuelles et à venir de la cavité et des modalités de suivi du phénomène des vermiculations.

Ces trois temps doivent conduire à des recommandations afin de contraindre le développement des vermiculations dans la cavité et principalement sur les panneaux ornés.

-3- PUBLICATIONS A L'ISSUE DU PROGRAMME

Compte tenu des enjeux de conservation et de communication concernant la grotte de Lascaux, la DRAC se réserve la possibilité de refuser toute action de communication qui lui semblerait inappropriée.

Tâche 1 : Distribution spatiale des vermiculations

Objectifs :

Comprendre la répartition spatiale des vermiculations dans la grotte de Lascaux (anciennes et actuelles) en lien avec ses caractéristiques morphologiques, morphogéniques et hydroclimatiques. Cette tâche a pour objet de caractériser les vermiculations dans l'environnement et le contexte bien spécifiques de cette cavité.

La pré-étude a souligné une localisation préférentielle des vermiculations actives à proximité des joints de stratification et des écailles de parois. Des observations plus récentes ont souligné qu'elles se développent également dans des secteurs où les voiles de calcite ont disparu.

Cette tâche devra être menée en exploitant les différents outils de suivis de la cavité mis en place par la Conservation de la grotte de Lascaux et qui seront maintenus, les relevés photographiques en particulier.

Attentes scientifiques :

- Étude de la répartition spatiale des spots de vermiculations (actives et anciennes) : relations avec les caractères géométriques, morphologiques et hydro-climatiques de la cavité.

- A, Le relevé cartographique des spots de vermiculations est réalisé par la conservation de la grotte de Lascaux. Ce relevé sera mis à disposition du coordinateur et pourra être adapté selon le protocole défini par le coordinateur.
- B, Étude diachronique des différentes catégories de vermiculations en lien avec le constat d'état 2007 et le suivi photographique. Le récent modèle 3D, le constat d'état 2007 et les archives photographiques constituent des supports robustes de travail.
- C, Définition du rôle potentiel des micromorphologies de parois et de la morphogenèse passée et actuelle de la cavité dans la répartition et la propagation des vermiculations (desquamation de la paroi, présence ou non de voile de calcite, etc.). Le récent modèle 3D et le constat d'état réalisé en 2004 pourront servir de support à ce travail.

- Une attention particulière sera portée :

- Une attention sera portée lors de ces relevés cartographiques (i) aux caractéristiques physiques des parois (desquamation de la paroi, présence ou non de voile de calcite, nature, texture et structure des substrats, etc.), (ii) à la géométrie et micromorphologies de parois et (iii) aux processus bio-géochimiques visibles.
- Une attention particulière sera portée lors du relevé cartographique aux différentes catégories de vermiculation : morphologie (géométrie, relief, rugosité), couleur (code Munsell)
- l'influence de la géométrie des parois sur les films humides, sur les processus de condensation et d'évaporation (cf. pré-étude) sur le phénomène des vermiculations ;
- l'influence du substrat (nature, texture, rugosité...) sur les films humides et les processus de condensation et d'évaporation ;
- l'influence de la micro-fissuration ou plus généralement des supports perméables et des apports d'eau chargée de matières organiques sur le phénomène des vermiculations ;
- l'influence potentielle de la genèse de la cavité et des (paléo) remplissages (détritiques et carbonatées) dans la distribution spatiale des vermiculations ;
- L'influence potentielle des événements ayant affecté les surfaces (traitements fongicides) et l'acidité de l'eau (organique et/ou minérale)
- les origines des particules des vermiculations. Il s'agit de poser ici les hypothèses quant à la nature de ces particules : proviennent-elles de l'extérieur (transfert surface/cavité), de la roche ou de l'air.

Il s'agit ici de prendre en compte les spécificités géométriques, géologiques, morphologiques, géomorphologiques et hydrogéologiques de la grotte de Lascaux dans la distribution spatiale des vermiculations et dans la compréhension de leur activité récente.

Sur la base de ces observations et de l'état de l'art réalisé dans la pré-étude, un **premier modèle "conceptuel"** sera formalisé mettant en avant les relations potentielles entre (i) les processus impliqués dans le phénomène de vermiculations, (ii) les paramètres géométriques et géomorphologiques et (iii) les conditions perceptibles dans leur environnement. Il est bien entendu que ce modèle conceptuel n'a pas à répondre à toutes les morphologies pariétales rassemblées sous le même vocable de "vermiculations" ; il doit être ciblé sur les vermiculations de la grotte de Lascaux et tenir compte du contexte particulier de cette cavité.

Cette première tâche vise à poser concrètement les hypothèses et bases de travail des tâches suivantes en terme (i) d'analyses hydro-climatiques, (ii) physico-chimiques et microbiologiques, (iii) de modélisation et (iv) de définition de la vulnérabilité des panneaux ornés.

Supports mobilisables :

Résultats de la pré-étude "vermiculations"

- État des connaissances sur les vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation minérale des vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation microbiologique des vermiculations (Anne-Laure Blieux, Samuel Dequiedt et Pierre-Alain Maron -INRA Dijon – UMR Agroécologie – Plate-forme GenoSol)
- Étude des conditions hydro-climatiques de la grotte et de la surface (Roland Lastennet, Nicolas Peyraube, Philippe Malaurent, Alain Denis - UMR5295 – Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux I2M)
- Évolution actuelle du phénomène des vermiculations (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire, Sandrine Géraud Van Solinge, DRAC Aquitaine)

Constat d'état réalisé par la conservation de la grotte de Lascaux ;

Le constat d'état sera mis à disposition, avec une convention d'utilisation limitant son usage aux besoins de la présente étude (DRAC Aquitaine).

Modèle tridimensionnel de la cavité ;

Le modèle tridimensionnel sera mis à disposition en tout ou en partie, avec une convention d'utilisation limitant son usage aux besoins de la présente étude (DRAC Aquitaine).

Suivis photographiques des vermiculations (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire, Sandrine Géraud Van Solinge, DRAC Aquitaine)

Résultats du programme de recherche géologie/karstologie/pédologie : relevés litho-structuraux, géomorphologiques, karstogéniques et pédologiques récemment réalisés :

- Mesures géophysiques sur le site de Lascaux : détermination des limites de la zone de remplissage (Colette Sirieix, Shan Xu)
- Etude géologique et karstologique (Laurent Bruxelles, Hubert Camus)
- Etude pédologique (Jérôme Poulenard)
- Etude du couvert forestier (Stéphane Perrin)

Rapport sur l'évolution de dépôts de calcite sur certaines écailles de la Salle des Taureaux (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire).

Simulateur de la grotte de Lascaux piloté par D. Lacanette.

Cela comprend la mise à disposition du temps et des moyens de travail de Delphine Lacanette, dans des conditions à définir en concertation avec son employeur et la DRAC/CRMH.

Relevés hebdomadaires de l'humidité des parois de la Salle des Taureaux (agents de la grotte de Lascaux).

Relevés hebdomadaires de l'état hydrique de la grotte (agents de la grotte de Lascaux).

Tâche 2 : Transferts hydrologiques, thermiques et physico-chimiques

Objectifs :

Cerner les interactions entre (i) les phénomènes d'évaporation/condensation, (ii) le fonctionnement hydro-climatique (focus : joints de strate) et (iii) les vermiculations de la grotte de Lascaux. Une attention sera portée à leur distribution spatiale et aux moteurs potentiels de leur dynamique actuelle.

La pré-étude a souligné l'importance de l'évaporation et de l'alternance régulière d'état secs et humides des parois dans le processus de vermiculations ainsi que la localisation préférentielle des vermiculations à proximité des joints de stratification et des écailles de parois.

Attentes scientifiques :

-1- L'accent sera mis sur l'**étude des transferts surface/nappe épikarstique/écoulement des joints** pouvant intervenir dans le processus des vermiculations actives. Cette étude sera articulée autour des entrées suivantes :

- l'eau des zones vermiculées provient-elle de la roche et si oui quelles sont les conditions d'écoulement (porosité, fissuration...) et de transfert depuis la surface. Cette approche prendra en compte les résultats de l'étude géo-physique et karstogénique de l'environnement immédiat de la grotte de Lascaux et s'appuiera sur les suivis hydrogéologiques, passés et actuels;
- l'eau qui participe au phénomène de vermiculations provient-elle de l'humidité de l'air de la cavité (condensation/ évaporation), si oui quelle est la part d'apports extérieurs et les moteurs de ces apports vers et dans la cavité ;
- les caractéristiques physico-chimiques des eaux parvenant dans la cavité et de la matière organique transportée par les écoulements : définir leur part dans les particules des vermiculations et leur rôle dans l'activité microbienne associée aux vermiculations.
- le rôle des flux thermiques depuis la surface vers la cavité et à l'intérieur de la cavité : rôle de ces flux dans la répartition spatiale et la dynamique des vermiculations.
- le rôle des flux thermiques engendrés par l'installation de traitement d'air de la grotte.

-2- Modélisation des processus et paramètres hydro-climatiques de la cavité participant à l'activité des vermiculations et à leur répartition spatiale dans la cavité. Il s'agit ici :

- de mettre en perspective les résultats acquis dans l'analyse des transferts surface/cavité et des conditions climatiques de la grotte ;
- de mesurer les effets potentiels de l'assistance climatique sur les cycles condensation/évaporation qui participent à l'activité des vermiculations.

Ce " modèle " s'appuiera sur l'exploitation des chroniques hydrologiques et climatiques existantes qui seront mises à disposition du programme.

Un croisement de ces chroniques avec les données météorologiques (actuelles et passées) et l'évolution de la couverture bio-pédologique est attendu pour définir la part potentielle des évolutions potentielles du climat et des usages dans l'activité " récente " des vermiculations.

Une attention devra être portée dans cette tâche aux conditions hydro-climatiques particulières de la cavité compte tenu de l'assistance climatique. Celle-ci permet d'agir sur les températures et le taux d'humidité relative, durant une période variant d'une année à l'autre. Aussi les temps de relaxation des phénomènes d'alternance des paramètres climatiques en particulier sont en grande partie imposés par cette gestion.

Supports mobilisables :

Une thèse sur les flux eau/CO₂ (sous la direction de Roland Lastennet) a commencé à l'automne 2013 ; des actions conjointes de recherche sont à envisager.

Résultats de la pré-étude " vermiculations " ;

- État des connaissances sur les vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation minérale des vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation microbiologique des vermiculations (Anne-Laure Blieux, Samuel Dequiedt et Pierre-Alain Maron -INRA Dijon – UMR Agroécologie – Plate-forme GenoSol)
- Étude des conditions hydro-climatiques de la grotte et de la surface (Roland Lastennet, Nicolas Peyraube, Philippe Malaurent, Alain Denis - UMR5295 – Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux I2M)
- Évolution actuelle du phénomène des vermiculations (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire, Sandrine Géraud Van Solinge, DRAC Aquitaine)

Relevés hebdomadaires de l'humidité des parois de la Salle des Taureaux (agents de la grotte de Lascaux).

Relevés hebdomadaires de l'état hydrique de la grotte (agents de la grotte de Lascaux).

Travaux hydrogéologiques (thèse de Benjamin Lopez) ;

Résultats du programme de recherche géologie/karstologie/pédologie : relevés litho-structuraux, géomorphologiques, karstogéniques et pédologiques récemment réalisés :

- Mesures géophysiques sur le site de Lascaux : détermination des limites de la zone de remplissage (Colette Sirieix, Shan Xu)
- Etude géologique et karstologique (Laurent Bruxelles, Hubert Camus)
- Etude pédologique (Jérôme Poulenard)
- Etude du couvert forestier (Stéphane Perrin)

Simulateur de la grotte de Lascaux piloté par D. Lacanette.

Cela comprend la mise à disposition du temps et des moyens de travail de Delphine Lacanette, dans des conditions à définir en concertation avec son employeur et la DRAC/CRMH.

Rapports relatifs à la conduite de l'assistance climatique (Philippe Malaurent, Laboratoire GCE/I2M)

Données climatiques consolidées (Philippe Malaurent, Laboratoire GCE/I2M et DRAC Aquitaine)

Tâche 3 : Caractérisation physico-chimique et microbiologique des vermiculations

Objectifs :

Caractériser la nature des particules composant les vermiculations et poser le rôle potentiel des communautés microbiennes dans l'activité et la genèse des vermiculations.

Une attention sera portée à l'activité microbienne et leurs interactions avec (i) les matériaux mobilisés et mobilisables (moteurs et/ou vecteurs hydrophiles) et (ii) la saisonnalité des phénomènes hydro-climatiques.

Attentes scientifiques :

1- Caractérisation physico-chimique des particules composant les vermiculations.

Bien que des analyses aient été réalisées dans le cadre de la pré-étude, des compléments apparaissent nécessaires pour mieux cerner la nature des particules mobilisées par les vermiculations et leur provenance. Une attention sera également portée sur la caractérisation des particules et les éléments susceptibles d'influencer leur déplacement dans un film aqueux.

Un travail plus exhaustif devra être mené afin de mieux comprendre la spatialité des vermiculations actives et inactives. Une attention sera également portée aux supports des parois, à la remobilisation possible d'anciens remplissages (dans et proxi-cavité : poches d'altération) ainsi qu'à la mobilité des voiles de calcite (apparition, disparition).

2- Caractérisation des communautés microbiennes présentes dans les vermiculations. Ce volet vise à poursuivre le travail engagé dans le cadre de la pré-étude. L'accent sera mis sur :

A. Caractériser les populations microbiennes (bactéries et champignons) susceptibles de contribuer à la mobilisation des pigments et/ou à l'altération de la calcite. Evaluation de l'activité démographique (multiplication cellulaire) et de la synthèse enzymatique.

B. Intégrer la saisonnalité dans l'étude microbiologique des vermiculations (périodes actives/de " repos "). Un couplage devra être réalisé avec les données physico-chimiques et leurs éventuelles variations saisonnières.

3- Croiser les caractéristiques microbiologiques et physico-chimiques des vermiculations afin de mesurer les éventuelles interactions (en particulier sur les propriétés physiques des films aqueux comme tensions interfaciales, viscosité, pression de vapeur saturante ...).

L'accent sera mis ici sur les transferts surface/cavité (cf. Tâche 2) et leur rôle dans la dynamique microbienne, la caractérisation physico-chimique et la nature des particules mobilisées par les vermiculations.

Une attention sera portée lors des relevés aux processus biogéochimiques potentiellement associés aux vermiculations (modifications de l'état redox des pigments, acidification, etc.).

Supports mobilisables :

Résultats de la pré-étude “ vermiculations ” :

- État des connaissances sur les vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation minérale des vermiculations (Stéphane Hoerlé, Émilie Chalmin, Association Air Eau Environnement, Université de Savoie)
- Caractérisation microbiologique des vermiculations (Anne-Laure Blieux, Samuel Dequiedt et Pierre-Alain Maron -INRA Dijon – UMR Agroécologie – Plate-forme GenoSol)
- Étude des conditions hydro-climatiques de la grotte et de la surface (Roland Lastennet, Nicolas Peyraube, Philippe Malaurent, Alain Denis - UMR5295 – Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux I2M)

Évolution actuelle du phénomène des vermiculations (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire, Sandrine Géraud Van Solinge, DRAC Aquitaine)

Programme de recherche Microbiologie – Microclimat (Claude Alabouvette – INRA Dijon, Adriana Bernardi – CNR ISAC, Isabelle Pallot-Frossard – LRMH, Philippe Malauren –Laboratoire I2M - Disponible auprès de la DRAC Aquitaine)

Programme de recherche relatif à l'écologie microbienne de la grotte de Lascaux (Cesareo Saiz Jiménez et Claude Alabouvette)

Alejandro Pidello, *Principes de chimie redox en écologie microbienne* Editions Quae, 2014

Les porteurs du programme Vermiculations sont invités à se rapprocher du coordinateur du programme de recherche “ écologie microbienne ” qui a débuté en 2014 et dont un des objectifs est de caractériser les communautés microbiennes de la grotte de Lascaux. Les références du responsable de ce programme, Yvan Moënne-Loccoz – Laboratoire d'écologie microbienne – Université de Lyon 1 seront transmises par la Conservation de la grotte de Lascaux – Direction régionale des Affaires Culturelles – Aquitaine.

Tâche 4 : Expérimentation et Modélisation

Objectifs :

Contraindre le modèle conceptuel (cf. tâche 1) sur les vermiculations par des approches expérimentales et modélisatrices. Ce volet sera mené en étroite interaction avec les actions et résultats des précédents volets ainsi que sur l'état de l'art du protocole d'étude.

Cette tâche est essentielle et a une valeur fédératrice au sein de ce programme. Elle doit être construite comme un pivot central entre observations, analyses et définition des vulnérabilités de la cavité et des modalités de gestion du phénomène des vermiculations.

Attentes scientifiques :

1- Expérimenter en laboratoire les modèles théoriques actuels

L'expérimentation en laboratoire devra prendre en compte les différents éléments qui participent aux phénomènes de vermiculation : (i) film aqueux sur la paroi ; (ii) conditions aérologiques à proximité du film aqueux et de la paroi (prendre en compte la géométrie des parois) ; (iii) conditions du substrat (nature, rugosité, texture...) ; (iv) nature des particules mobilisables (dont matière organique).

Au cours et au terme des expérimentations qui feront varier les différentes conditions aux limites du système, une attention sera portée à la comparaison des vermiculations formées avec celles observées dans la grotte. De cette approche comparative, devront pouvoir être précisées les conditions favorables à l'apparition des vermiculations dans la cavité et les paramètres qui les contrôlent.

L'expérimentation devra prendre en compte les processus biologiques dans la genèse et l'évolution des vermiculations. Cette expérimentation se fera en lien avec les résultats issus des analyses microbiologiques des vermiculations (cf. tâche 3). Il s'agit ici de préciser, s'il existe, le rôle de la microbiologie sur les processus de vermiculations ainsi que des nutriments .

Cet axe a pour objet de contraindre au mieux les différents paramètres et processus intervenant dans les vermiculations de la grotte de Lascaux. Les conclusions qui seront apportées, seront mobilisées pour définir les modalités de suivi des vermiculations dans la cavité (cf. tâche 5).

2- Expérimenter la mobilisation des pigments par le phénomène de vermiculations

L'expérimentation visera ici à comprendre et quantifier la mobilisation des pigments par le phénomène des vermiculations. Les pigments constituent-ils des particules spécifiques par rapport aux autres particules mobilisées par ce phénomène et si oui comment peut-on mesurer leur mobilité et/ou leur rôle dans le processus de vermiculations. Les observations récentes dans la cavité soulignent que des vermiculations actives se sont développées dans des zones de dissolution récente de voile de calcite.

3- Modéliser les différents paramètres intervenant dans l'apparition et le développement des vermiculations

Intégrer dans un même modèle les différents paramètres (supposés et confirmés) intervenant dans le phénomène de vermiculations et les résultats issus des expérimentations qui seront mises en œuvre (cf. point 1 et 2, *supra*).

Supports mobilisables :

Modèle 3D de la grotte de Lascaux réalisé en 2014 ;

Constat d'état de la grotte de Lascaux réalisé en 2004.

Tâche 5 : Vulnérabilités et suivis des panneaux ornés de la grotte de Lascaux

Objectifs :

Définir les vulnérabilités (spatiales et temporelles) de la cavité sur la base des résultats des observations, des analyses, de l'expérimentation en laboratoire et de la modélisation du phénomène des vermiculations. Les zones vulnérables seront portées sur une cartographie de la cavité (2D ou 3D)

Proposer les modalités de suivi des vermiculations sur la base des résultats des tâches précédentes.

Attentes en terme de suivi :

- 1- À partir des traits topographiques et morphogéniques de la cavité (cf. volet 1), des données hydroclimatiques (simulateur et volet 2), et des résultats issus de l'expérimentation, une **définition des secteurs vulnérables de la cavité** par rapport aux phénomènes de vermiculations est attendue.
- 2- Le support cartographique de ces secteurs sera intégré au modèle **3D de la grotte de Lascaux réalisé en 2014**. Ce support doit permettre de **visualiser les évolutions du phénomène dans le temps ainsi que leur intensité**. Cette cartographie dynamique sera un des supports du suivi des vermiculations par les agents de la conservation
- 3- Une définition des modalités de suivi des vermiculations est attendue ; les résultats de ces suivis sont à intégrer dans la cartographie dynamique des vermiculations.

Supports mobilisables :

Expérience du suivi actuel du phénomène par les agents de la conservation ;

Modèle 3D de la grotte de Lascaux réalisé en 2014 ;

Constat d'état de la grotte de Lascaux réalisé en 2004 ;

Rapport sur l'évolution de dépôts de calcite sur certaines écailles de la Salle des Taureaux (Stéphane Konik, Centre national de Préhistoire).

Tâche 6 : Conclusions et recommandations

Objectifs :

Poser les bases des modalités d'intervention dans le cas de généralisation du phénomène des vermiculations. Une attention sera portée aux effets secondaires potentiels des interventions envisagées

Attentes en terme de gestion :

Poser les bases de stratégies d'intervention dans la grotte de Lascaux en cas de généralisation du phénomène sur un ou plusieurs panneaux ornés. Sur la base des résultats acquis dans les précédentes tâches, des propositions d'indicateurs et de valeurs limites à partir desquelles des risques de vermiculations sont élevés sont attendus.

Pour chaque situation relevée, les différentes possibilités d'intervention devront être décrites. En vue de répondre aux situations engendrant le développement des vermiculations, devront être posées des stratégies d'intervention visant à atténuer le phénomène et /ou les impacts des vermiculations sur les panneaux ornés.

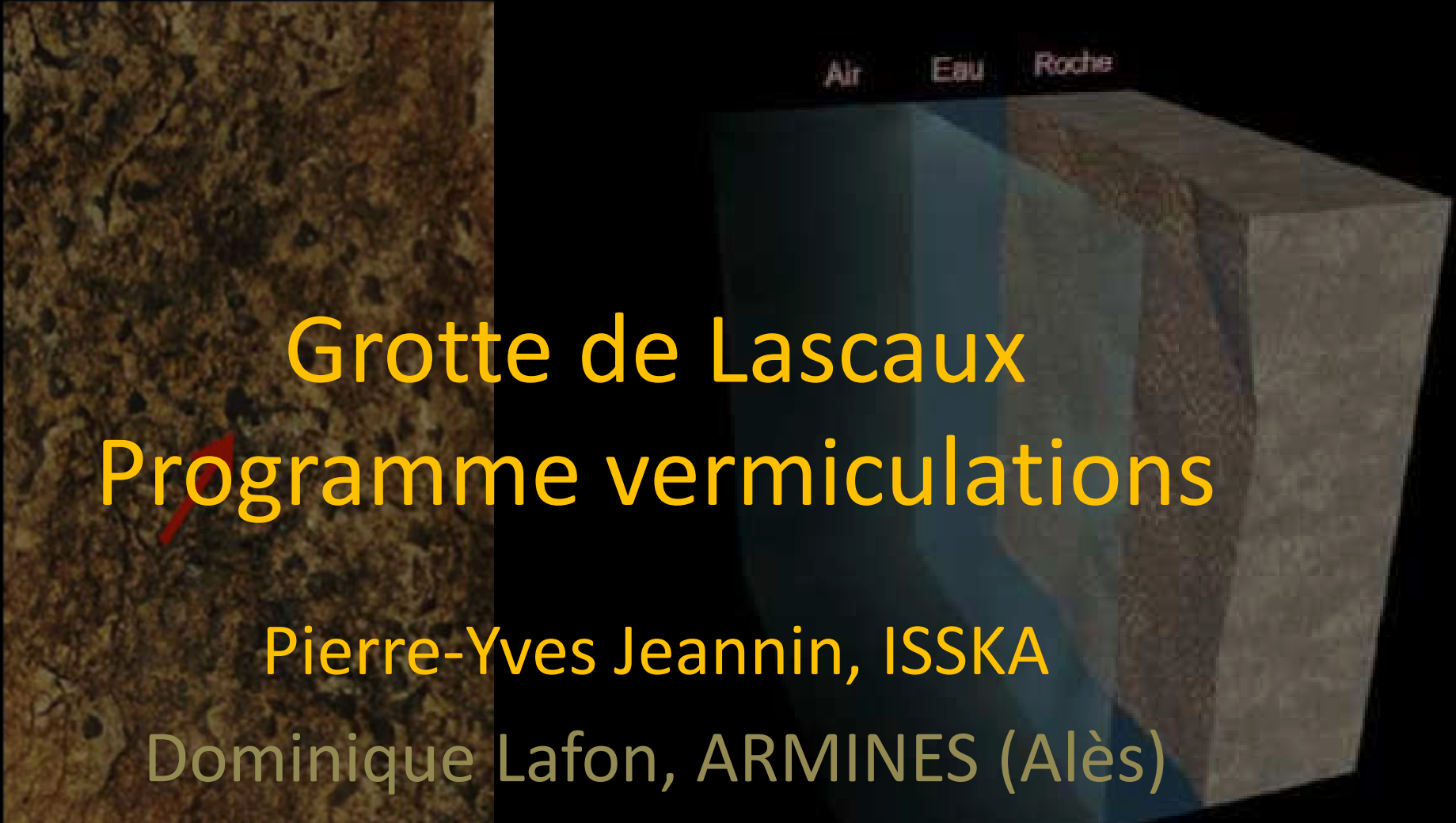
Ce volet visant la conservation de la grotte de Lascaux doit mobiliser l'ensemble des équipes impliquées dans ce programme et impliquer des membres du Conseil Scientifique de la grotte de Lascaux et le Groupe de Maîtrise d'Ouvrage (DRAC Aquitaine).

ANNEXE 6

Étude relative aux vermiculations de la grotte de Lascaux

*Programme de recherche coordonné par
Pierre-Yves Jeannin
Institut Suisse de Spéléologie et de Karstologie, ISSKA*

Rapport de présentation

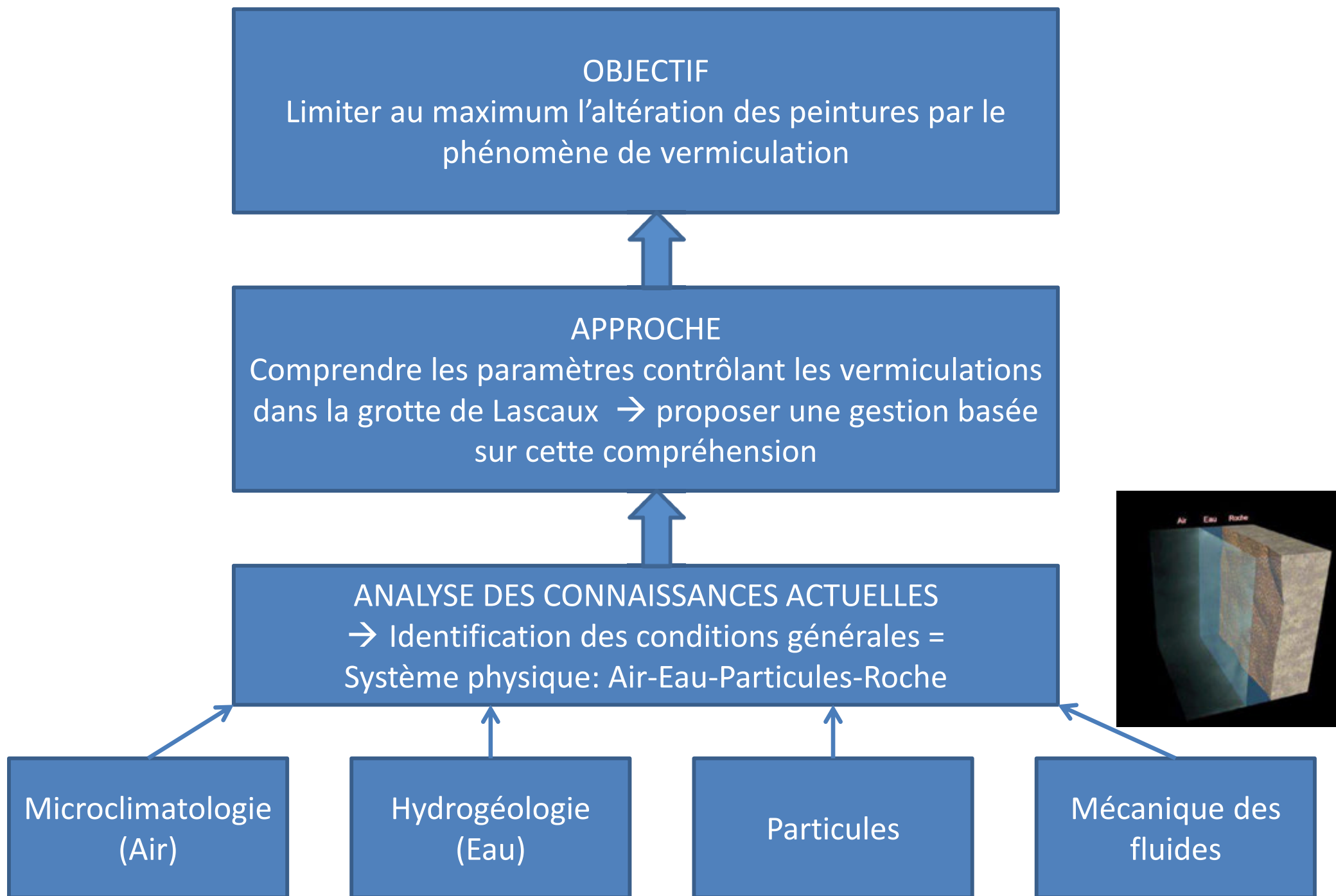


Grotte de Lascaux Programme vermiculations

Pierre-Yves Jeannin, ISSKA

Dominique Lafon, ARMINES (Alès)

Frédéric Doumenc, FAST



Impossible de savoir a priori les paramètres dominants dans la formation de vermiculations

Phase 1, définition du problème

1. Revue critique de la littérature
2. Visite et interview des PEE
3. Formulation du modèle conceptuel v1.0
4. Workshop 1 avec PEE (~avril 2015)
5. Expérimentations de base, observations ciblées
6. Modèle conceptuel v1.1
7. Consultation auprès des PEE
8. Rapport prélim. phase 1 avec modèle + hypothèses + expériences
9. Workshop 2 avec PEE pour discuter des points de désaccord (~nov 2015)
10. Rapport final de phase 1 avec modèle v1.3



Synthèse spatio-temporelle vermiculations Lascaux



Phase 2, expérimentation

Travail dans les tâches 1 à 4, dépend des résultats de la phase 1

Tâche 1:

Affiner synthèse réalisée en phase 1

Tâche 2:

Test d'hypothèses à partir des données existantes (nouvelle analyse) et/ou acquisition de données nouvelles (ciblées)

Tâche 3:

Expérimentations ciblées sur l'agrégation et la mobilité des particules + tests sur l'aspect microbiologique

Tâche 4:

Expérimentations sur la physique du film aqueux en interaction avec la roche, les particules et l'air.



Entre 0.5 et 2.5 ans + mises à jour du modèle (v2.x)

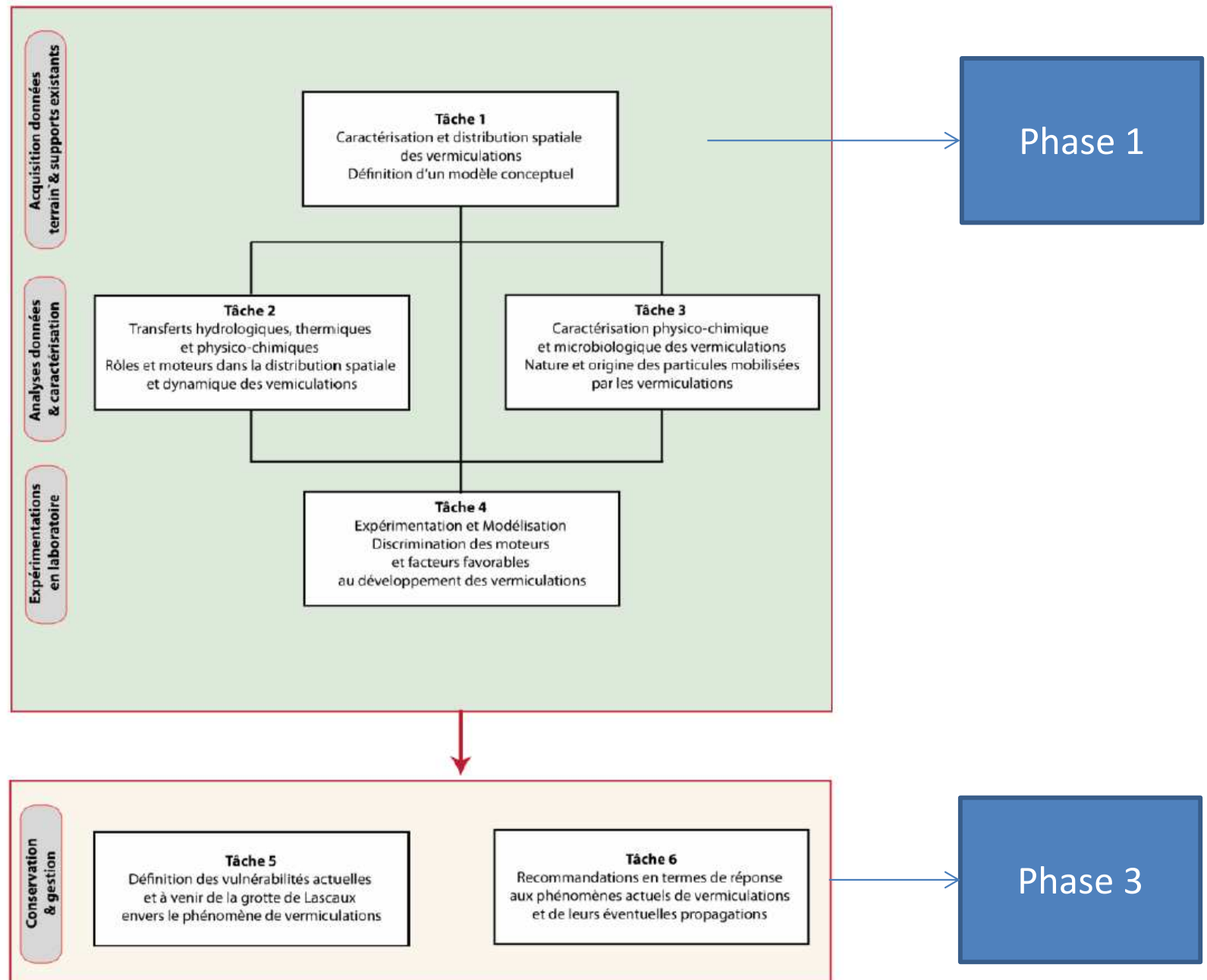


Phase 3, conclusion & recommandations

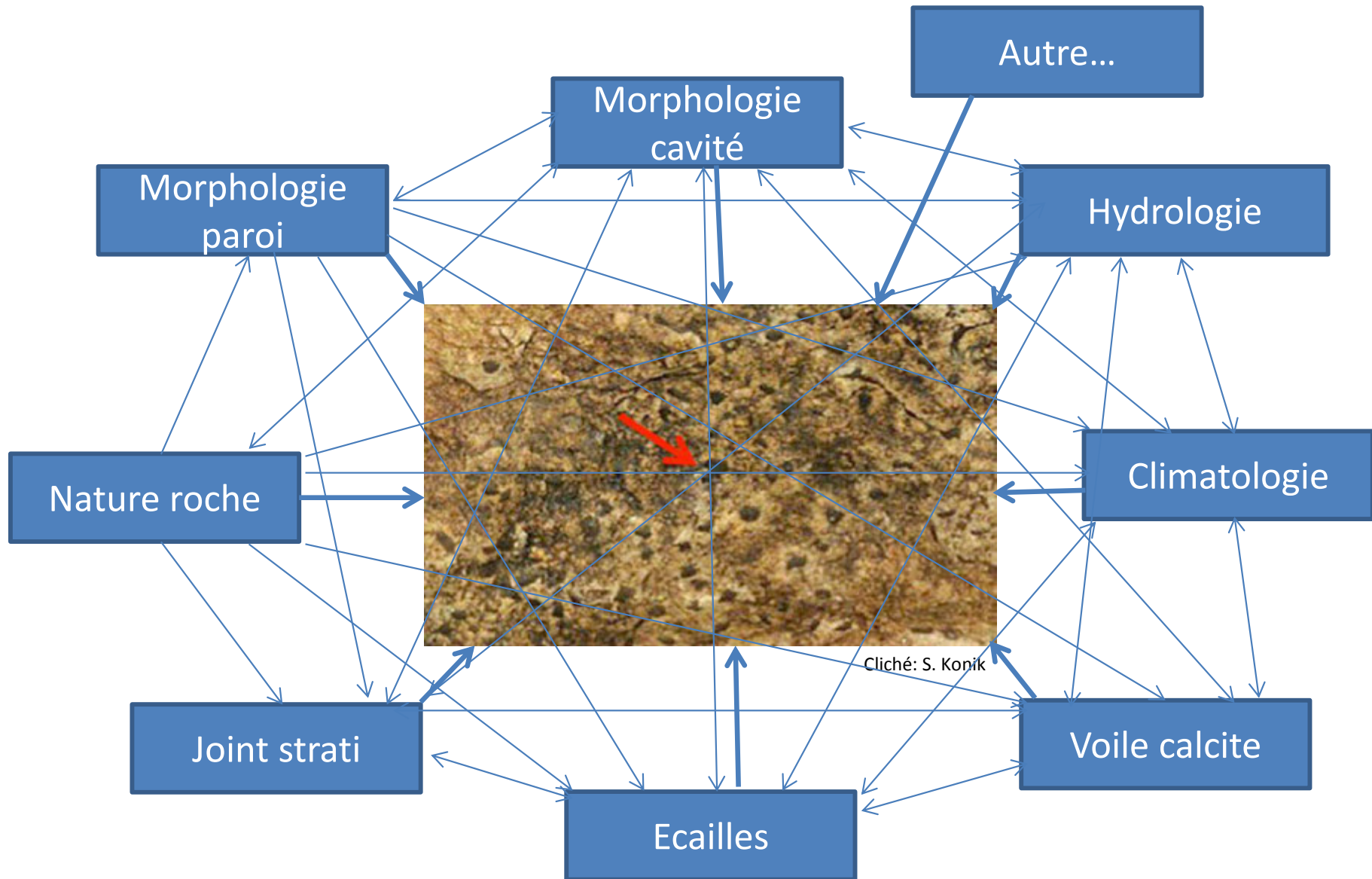
Tâches 5 et 6

1. Synthèse (rapport + modèle v3.1) + zones de vulnérabilité (carte), scénarii
2. Workshop 3: discussion des points critiques du modèle, discussion des recommandations
3. Evt dernières expérimentations
4. Ajustements du modèle final et des recommandations
5. Edition d'un rapport final incluant la description complète des travaux exécutés et des données acquises

Les tâches du projet



Tâche 1: étude empirique



Etude spatiale spatiale et temporelle des vermiculations de Lascaux pour évaluer les relations (attention corrélation \neq causalité)

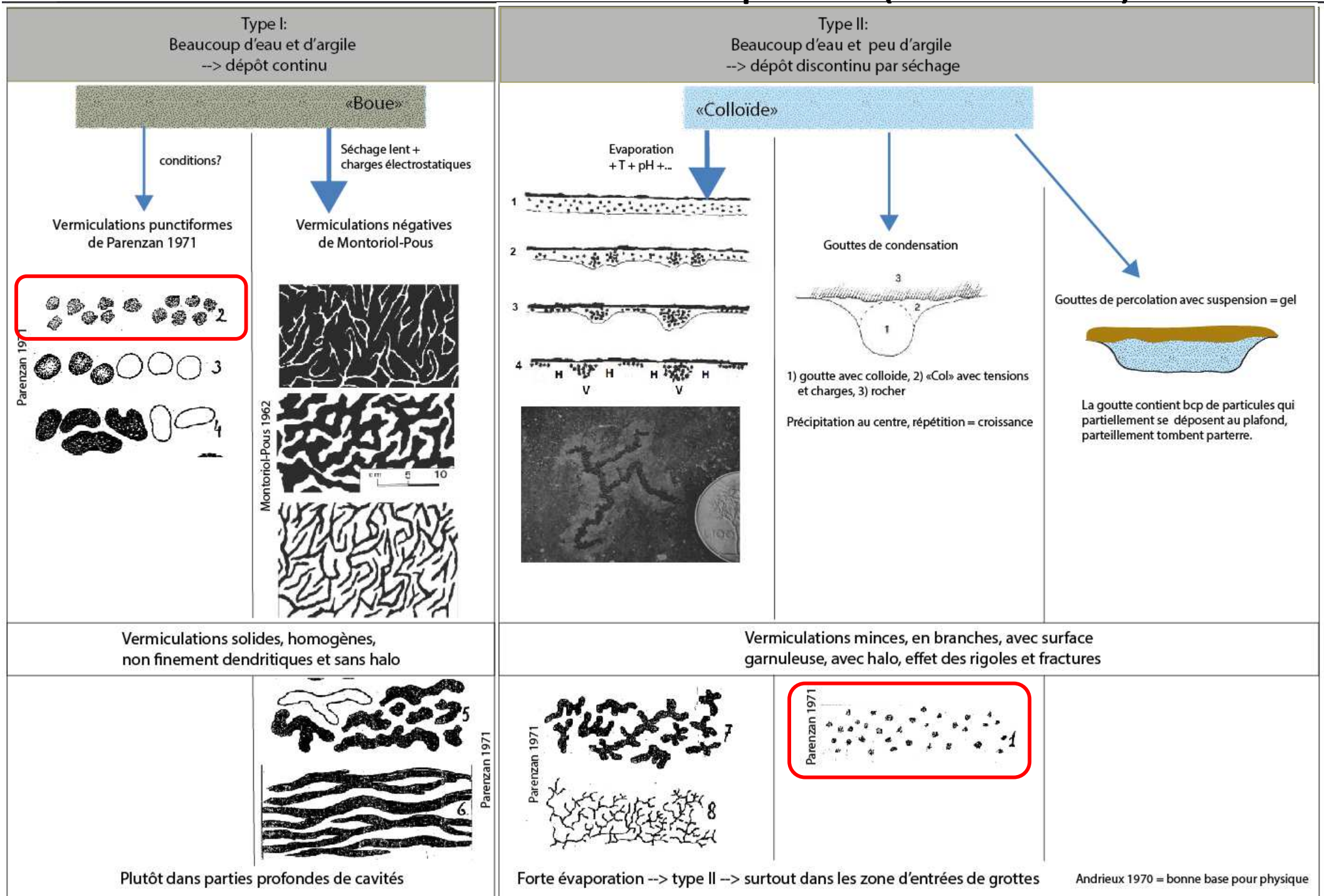
Tâche 1, étude empirique

- Synthétiser
- Observer (vermiculations, film aqueux, parois...)
- Rassembler dans modèle 3D
- Tableau synoptique des événements
Histoire de 1995 à 2014 de T, H, P, épaisseur film, évap, cond., CO2, flux air, flux thermique, flux d'eau, flux de poussières, pH, eH, minéralisation...

Modèle
conceptuel

[Détails](#)

Tâche 1: modèle conceptuel (Bini 1978)



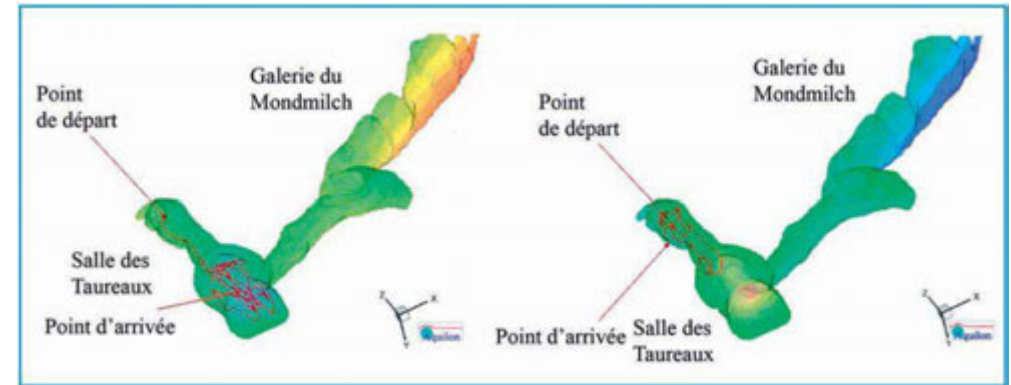
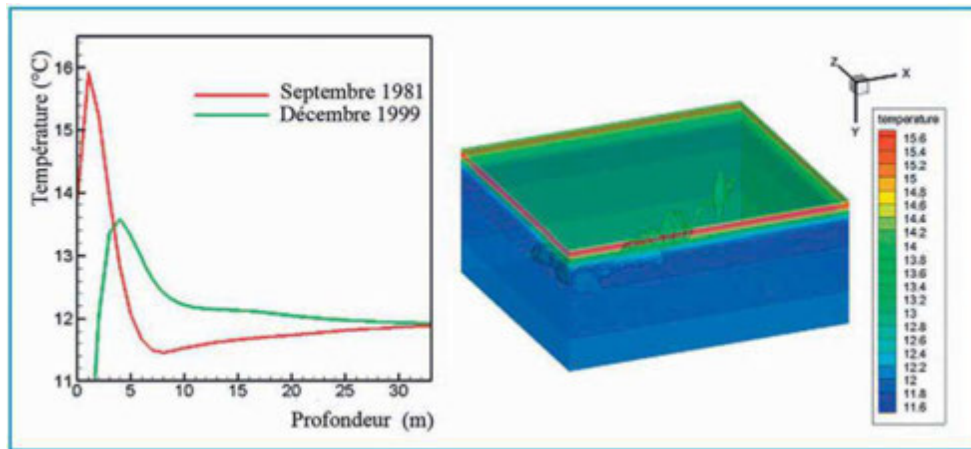
Tâche 2, Transferts

- Hydrologie (transfert de l'eau depuis la surface), modèle spatial (3D), modèle temporel, mesure/analyse du film d'eau
- Transfert thermique (**roche**, air et **eau**), synthèse spatio-temporelle, complément modèle Lacanette, confrontation à modèle spatial hydrogéologique, évaluations pour roche et eau (bilans d'énergie)
- Climatologie de la grotte (**air**, roche et eau), modèle Lacanette
- Transfert des particules et microbiologie formant les vermiculations (autres que les pigments)
- Rôle des interventions humaines (climatisation, pompage CO2...)

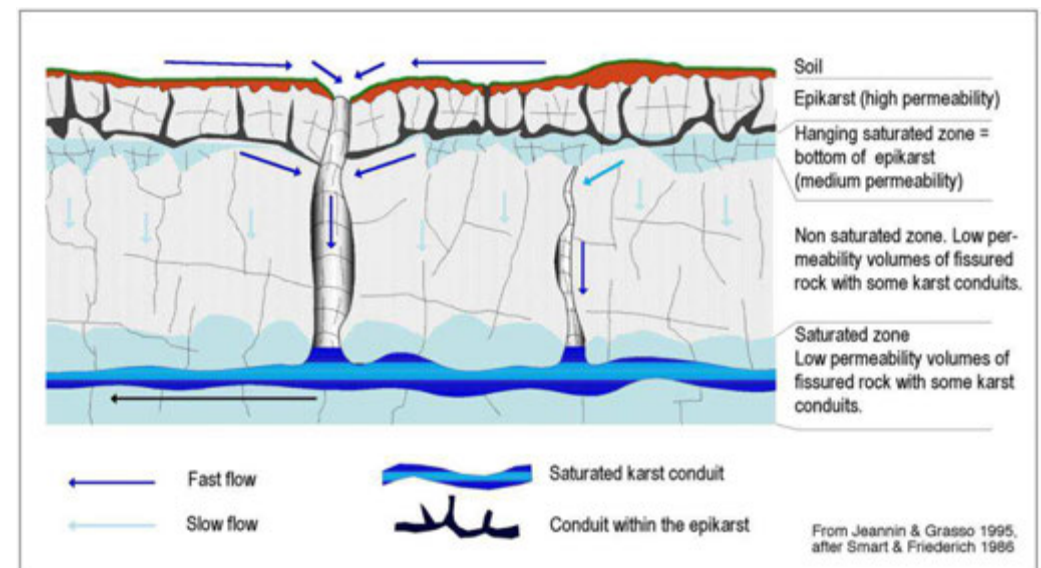
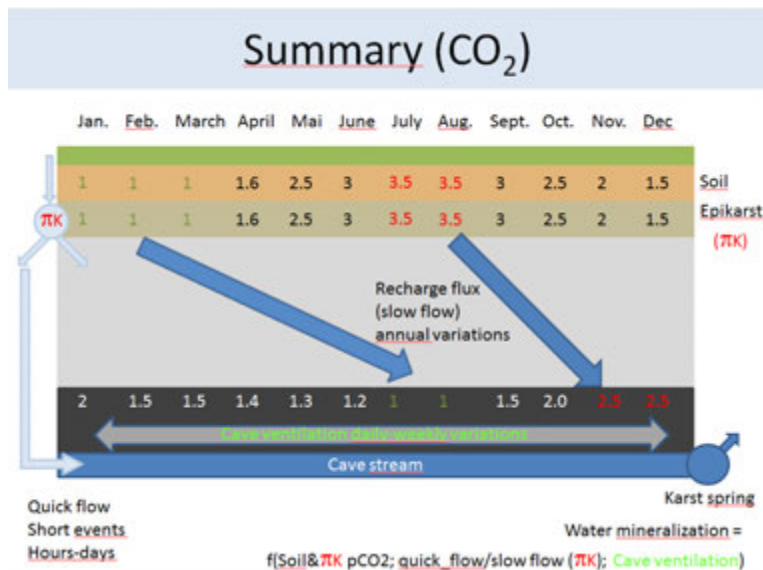
Modèle 3D

[Détails](#)

Essayer de dégager l'essentiel...

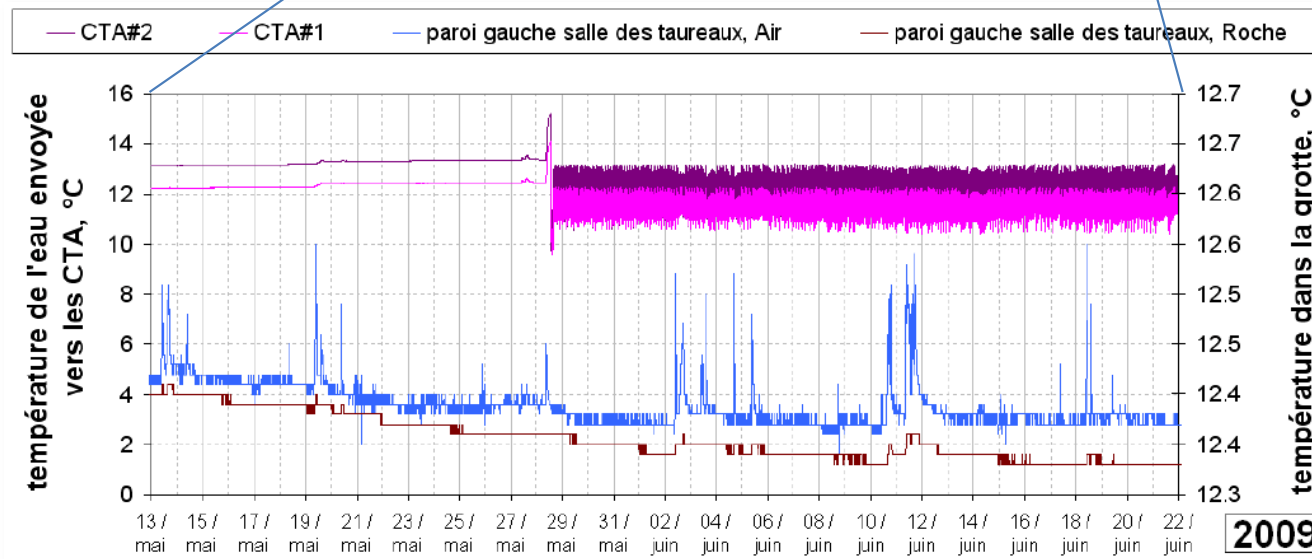
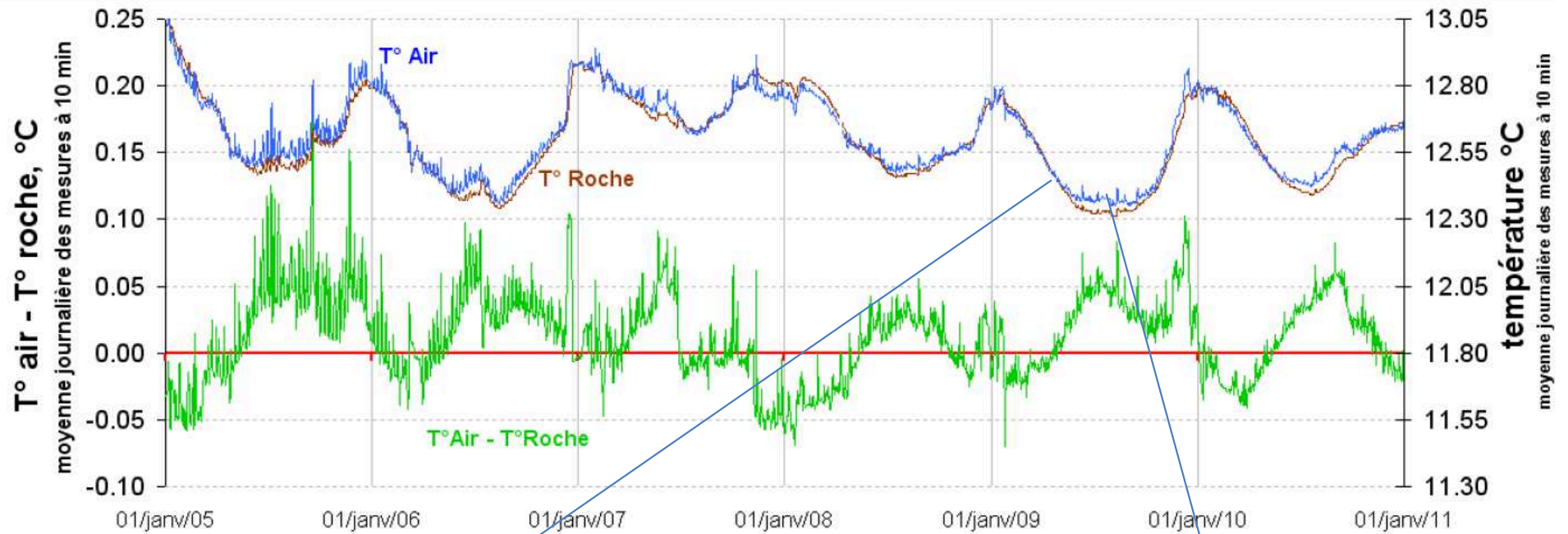


A priori: conditions d'évapo-condensation à proximité des vermiculations, mais...



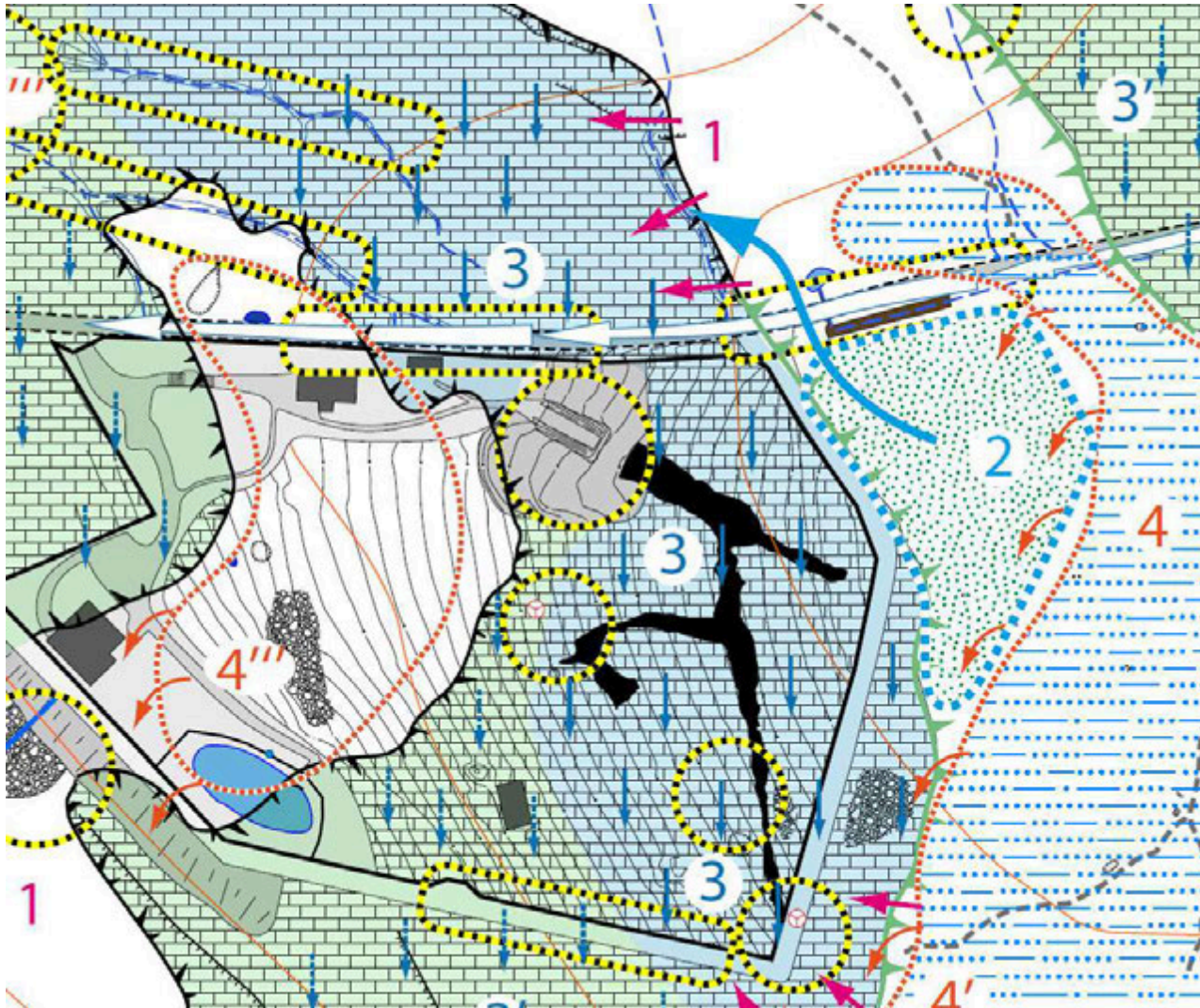
aussi potentiellement aussi le CO₂, les flux d'eau et de particules depuis la surface.

Essayer de dégager l'essentiel...



Effet des visites ? Car réchauffement air + humidité \rightarrow condensation?

Essayer de dégager l'essentiel...



Effet significatif de la route, comme postulé par Bruxelles & Camus?

Tâche 3, particules & microbiologie

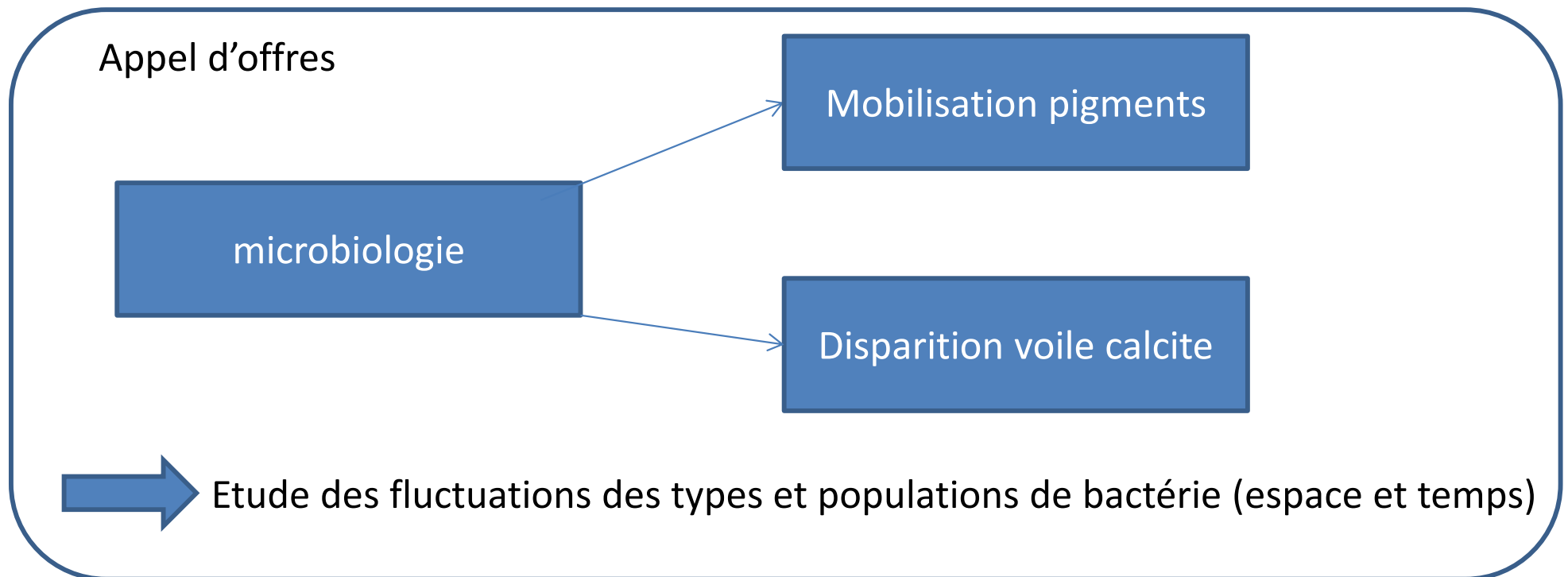
- Caractériser la nature des particules composant les vermiculations et poser le rôle potentiel des communautés microbiennes dans l'activité et la genèse des vermiculations.

1) Caractérisation physico-chimique des **particules** composant les vermiculations

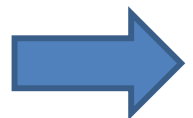
- spatialité des vermiculations actives et inactives.
- supports des parois,
- origine des particules (anciens remplissages, sols, poussières...)
- mobilité des voiles de calcite (apparition, disparition).
- + caractéristiques physiques des particules (matériau initial et divisé)
- + conditions physico-chimiques du milieu aqueux
 - Synthèse données de la littérature
 - Expérimentations dédiées
- caractériser mobilité, agrégabilité, forces d'attraction et de répulsion des particules des vermiculations

Tâche 3, particules & microbiologie

2) Caractérisation des communautés **microbiennes** présentes dans les vermiculations



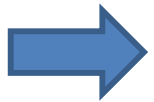
Notre proposition



Phase 1: démontrer le rôle de la microbiologie

Phase 2: ajuster les expérimentations et analyses en fonction de ce rôle

La communauté microbienne présente au niveau des vermiculations diffère-t-elle de celle présente en dehors ?



Caractérisation de la diversité microbienne des bactéries, archées et champignons par séquençage à haut débit (métagénomique)

Pour 4 échantillons + 4 témoins

Marqueurs analysés:

- ADNr 16S archées
- ADNr 16S bactéries
- *prcA-prcB* actinobactéries
- ADNr 18S micro-eucaryotes
- ITS ADNr fongique

Procédure: idem projet Ecologie microbienne (Y. Moënné-Loccoz)

Extraction ADN des échantillons

Séquençage par technologie Illumina Mi-seq:

- 15 millions de lectures par run
- Séquences analysées : 2 × 250 bp
- Séquençage par le même prestataire (en cours de sélection)

Analyse des données (*page suivante*)

Diversité de la communauté microbienne : Analyse des données

Traitements bioinformatiques et stockage par la Plateforme iBio de
l'UMR 5557 CNRS/Lyon1 Ecologie Microbienne (Y. Moënné-Loccoz)

Nettoyage des données brutes



Assemblage des données



Analyse 16S – 18S – ITS – *prcAB*



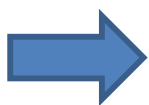
Clustering des données



Bases taxonomiques NCBI, RDP, SILVA, UNITE



Classification taxonomique



**Permet la caractérisation de la composition taxonomique et
de la diversité de la communauté microbienne**

Tâche 3, particules & microbiologie

3. Interactions particules – microbes

- Modification du milieu (propriétés physico-chimiques)
- Agrégabilité – désagrégation des particules
- Voile de calcite

4. Saisonalité

- Usage éventuel d'autres grottes

Démontrer que les microorganismes jouent un rôle actif en modifiant les propriétés physiques des films aqueux (tensions interfaciales, viscosité, pression de vapeur saturante) et/ou les propriétés d'agrégation des particules (polarité des surfaces, attraction/répulsion). Quelques expérimentations relativement simples seront tentées.

Tâche 4, expérimentations et modèles

Objectif: contraindre le modèle conceptuel sur les vermiculations par des approches expérimentales et modélisatrices.

Moyen

- 1) Tests sur l'agrégabilité/dissociation des particules dans différentes conditions physico-chimiques
- 2) Reproduction du phénomène de vermiculation dans une expérience de laboratoire

Responsables :

1) **FAST** (H. Auradou, F. Doumenc, B. Guerrier, J.-P. Hulin, J. Martin, S. Mergui)

2) **ARMINES** (école des mines Alès, D. Lafon, H. Garay, N. Azéma)

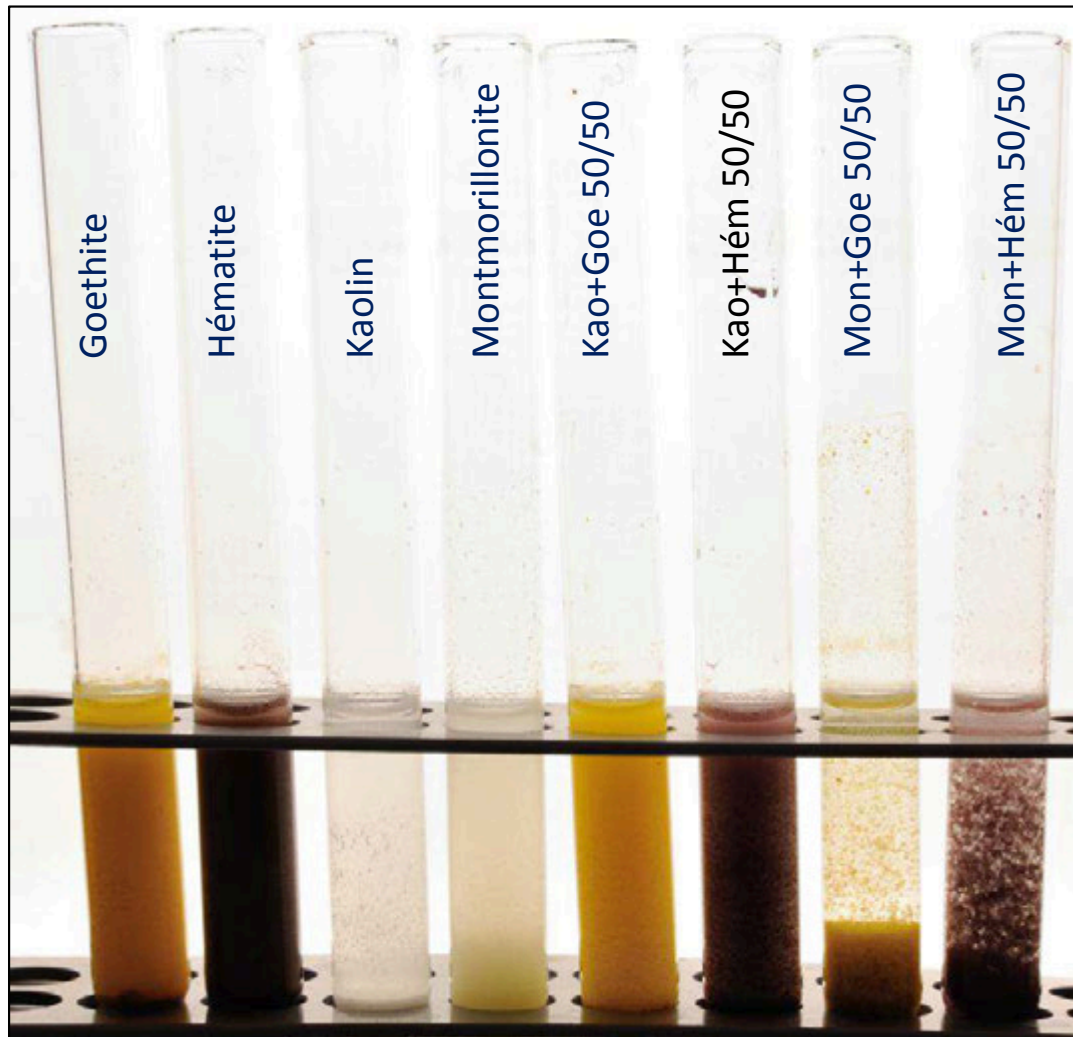
* DRAC (pour conseils par rapport aux pigments préhistoriques)

* ISSKA (P.-Y. Jeannin, pour assurer la coordination avec les tâches 1 à 3)

1) Tests sur l'agrégabilité des particules dans différentes conditions physico-chimiques

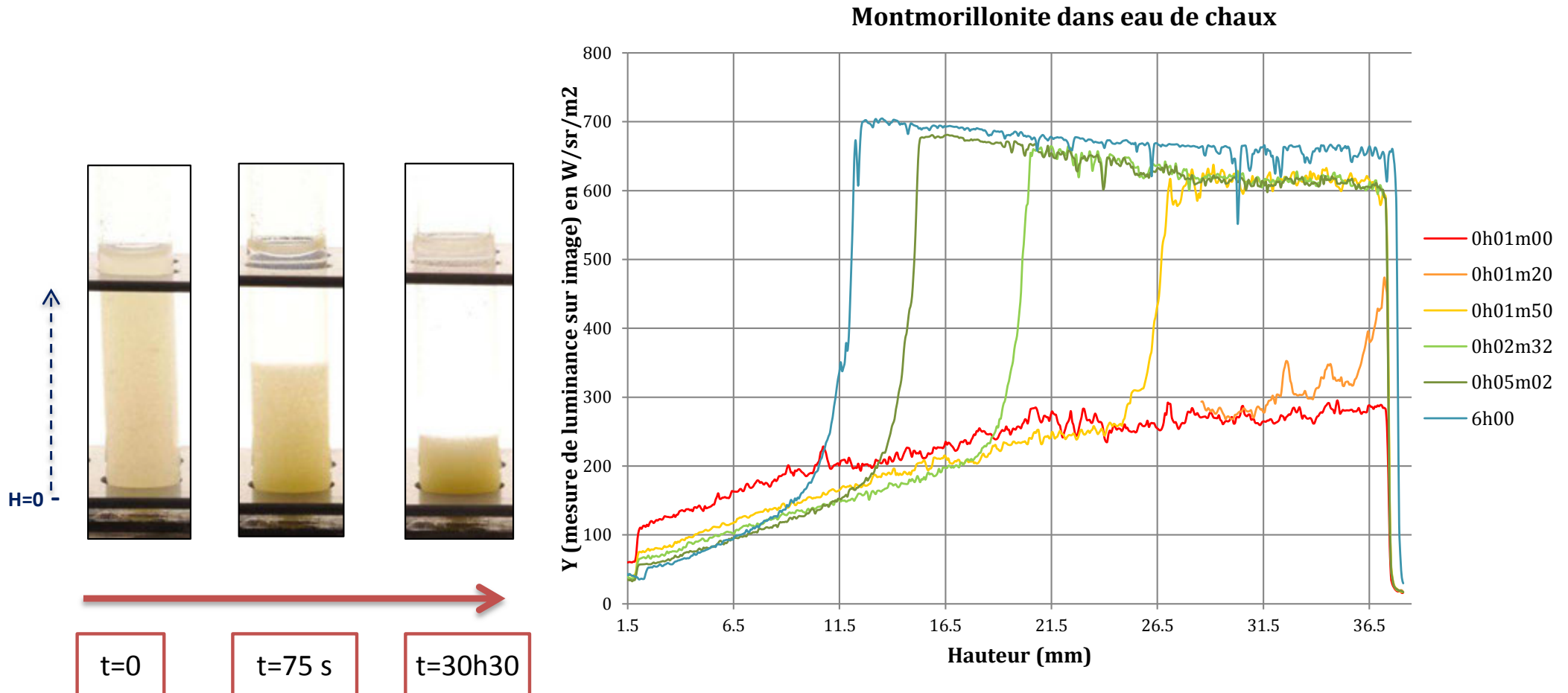
Expérimentation : suivi de l'état de matériaux en suspension dans l'eau de chaux
(granulométrie des particules entre 1 et 10 microns)

t=120 s



Quelques éléments
tirés du travail réalisé
par Amandine
Monnard dans le
cadre de sa thèse (en
cours)

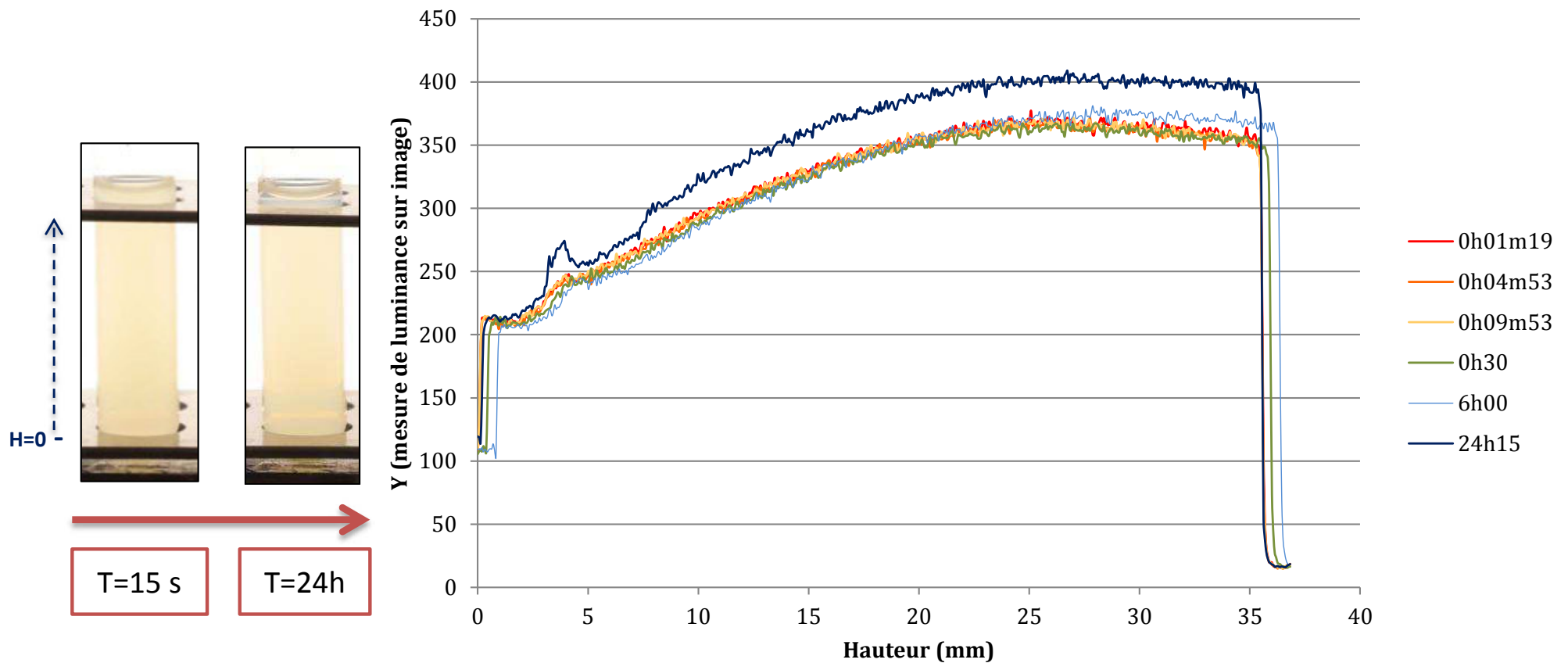
Comportement dans le temps de la montmorillonite mise en suspension dans l'eau de chaux



Mesures d'intensité sur la lumière transmise à travers la solution (réalisées sur images couleur calibrées):

- Evolution de la position de la limite entre le surnageant clair et la phase contenant les particules flocculées (partie verticale des courbes).
- Evolution de la « Granularité » visible de la phase contenant les particules flocculées (largeur des extrema locaux)

Comportement dans le temps de la montmorillonite mise en suspension dans l'eau déminéralisée

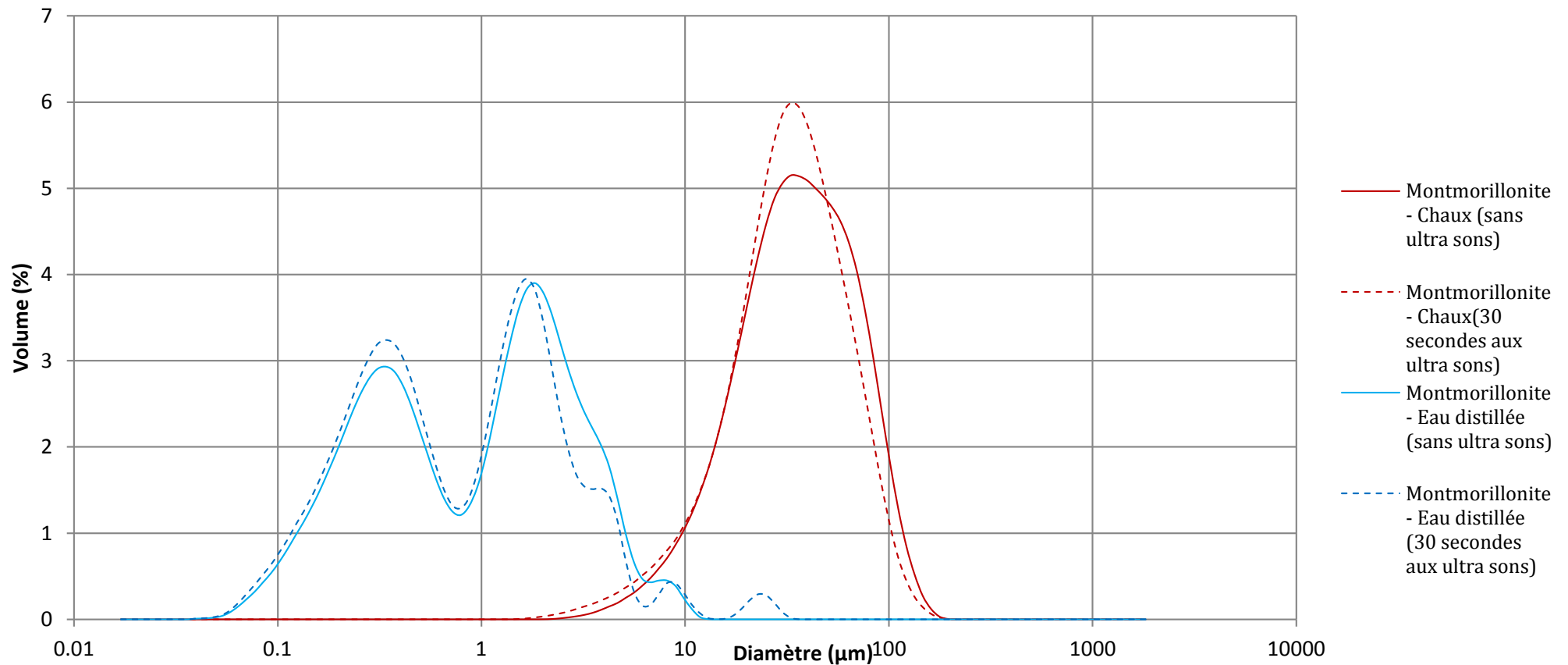


Mesures d'intensité sur la lumière transmise à travers la solution (réalisées sur images couleur calibrées):

- Suspension stable dans le temps

analyse granulométrique (granulomètre laser)

Distributions granulométriques de la montmorillonite dans différentes solutions aqueuses



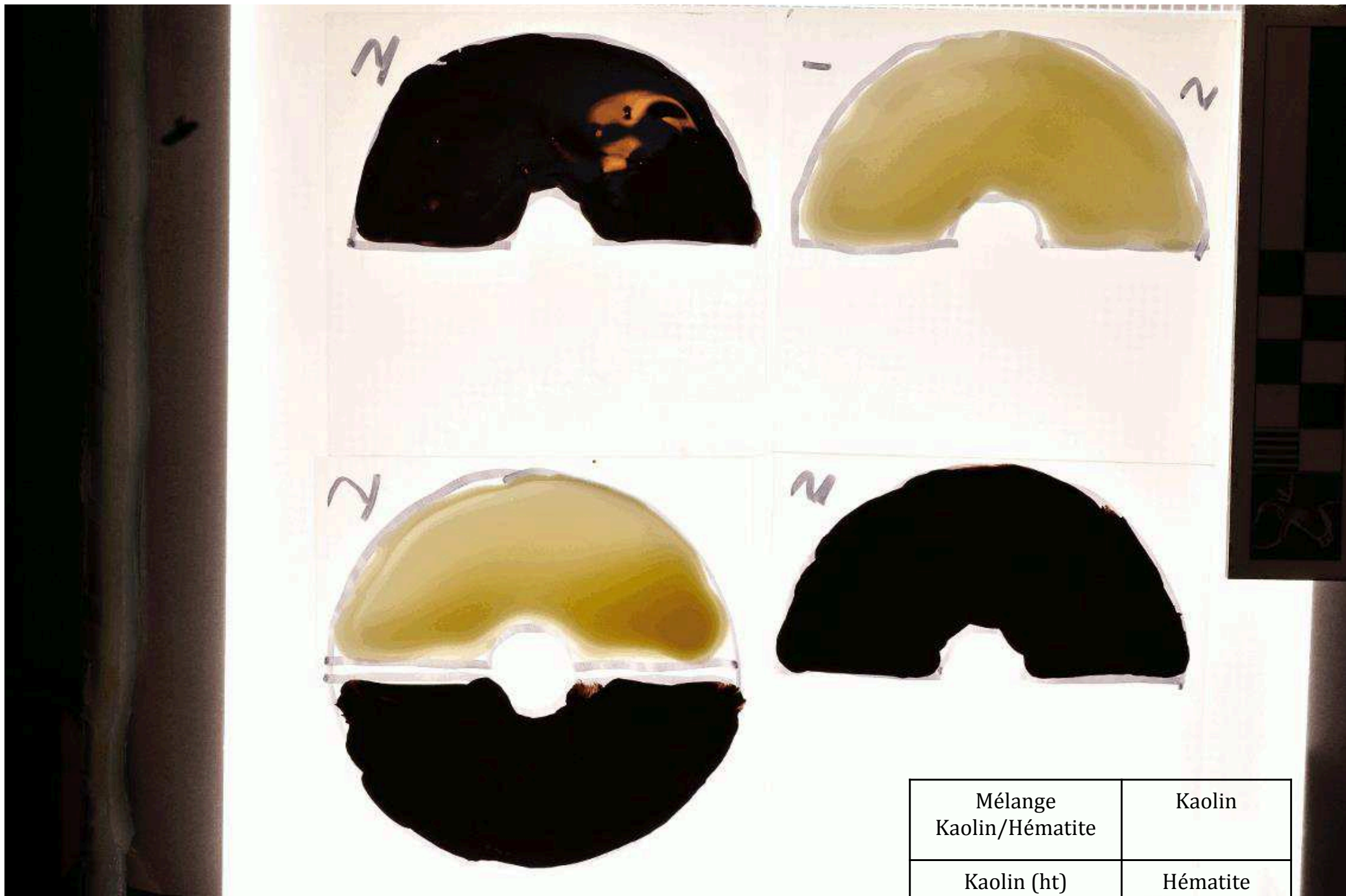
L'utilisation des ultra sons renseigne sur la stabilité des agrégats de particules

Evolution de l'état d'amas humides de particules suite à un apport en eau chargée en hypochlorite de sodium

- Fabrication de pates épaisses par ajout d'eau déminéralisée aux matériaux pulvérulents secs
- Application en couche opaque sur plaque de verre parfaitement horizontale
- Contrôle des apports de liquide : 0,25 ml de solution déposée à proximité des amas de matière



Mélange Kaolin/Hématite	Kaolin
Kaolin (haut) Hématite(bas)	Hématite

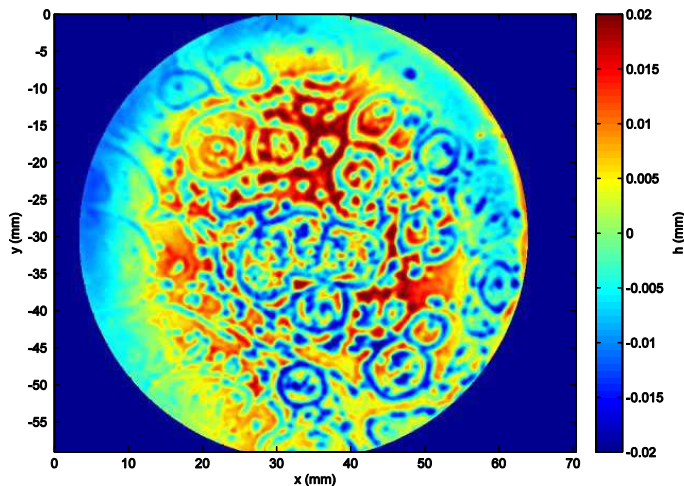


Mélange Kaolin/Hématite	Kaolin
Kaolin (ht) Hématite(bas)	Hématite

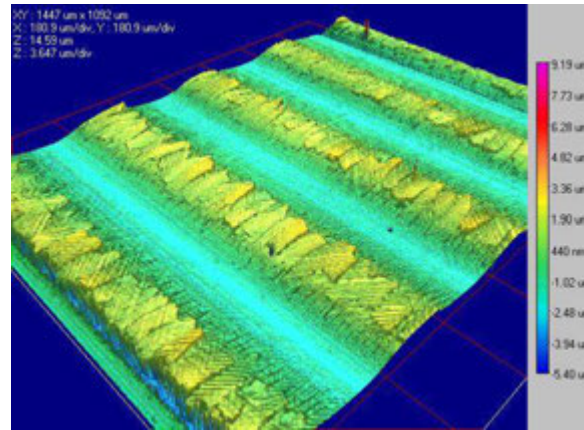
2) Reproduction du phénomène de vermiculation dans une expérience de laboratoire

- Validation et quantification du modèle conceptuel empirique formulé grâce aux résultats des tâches 1 à 3 ;
- Discrimination des moteurs et des conditions favorables à la formation de vermiculations ;
- Tentative de simulation numérique de l'expérience, basée sur un modèle mathématique du processus de vermiculation.

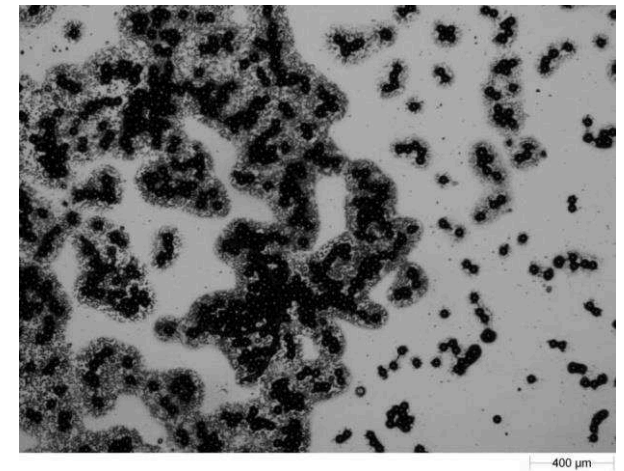
Quelques exemples de mécanismes de formation de motifs



séchage d'une solution polymère : convection naturelle de Bénard-Marangoni



Enduction d'une suspension colloïdale sur une plaque de verre: accrochages/décrochages périodiques de la ligne triple (Taille de l'image : 1,4x1,1mm).



Séchage d'une suspension macroscopique: agrégation des particules par les forces capillaires (diamètre des particules: 40μm)

**Grande multiplicité des mécanismes possibles
=> Nécessité de reproduire le plus exactement possible les conditions de la grotte de Lascaux**

Travail de définition des conditions expérimentales et des systèmes physicochimiques.

- **Le matériau divisé mobilisable** (minéral et/ou organique)

nature minéralogique, granulométrie, forme, rapport volume/surface ou masse/surface, polarité des surfaces ou des particules, capacité d'échanges ioniques, agrégabilité, mobilité propre (microorganismes), épaisseur du voile argileux à la paroi.

- **La phase liquide** (eau pure ou solution)

champ de vitesse d'écoulement, épaisseur du film, température, pH, conditions redox, composition de la phase liquide, notamment nature et concentration des ions en solution.

- **La phase gazeuse** (air + vapeur d'eau)

pression atmosphérique, humidité relative, température, vitesse de l'air à l'interface, charge en microparticules (poussières), teneur en CO₂, en Radon.

- **Le support** (surface rocheuse solide)

rugosité, courbure, orientation, composition minéralogique, température, porosité, diamètre des pores, potentiel de succion, état de fracturation, présence d'un voile de calcite.

Cahier des charges de l'expérience de laboratoire

Montage évolutif, de façon à s'adapter aux résultats des observations de terrain

* Contrôle des paramètres suivants (avec possibilité de les faire varier dans le temps selon une loi prédéfinie):

- température de l'échantillon
- débit, température, et composition (humidité relative, teneur en CO₂, ensemencement par des particules,...) du mélange gazeux au-dessus de l'échantillon

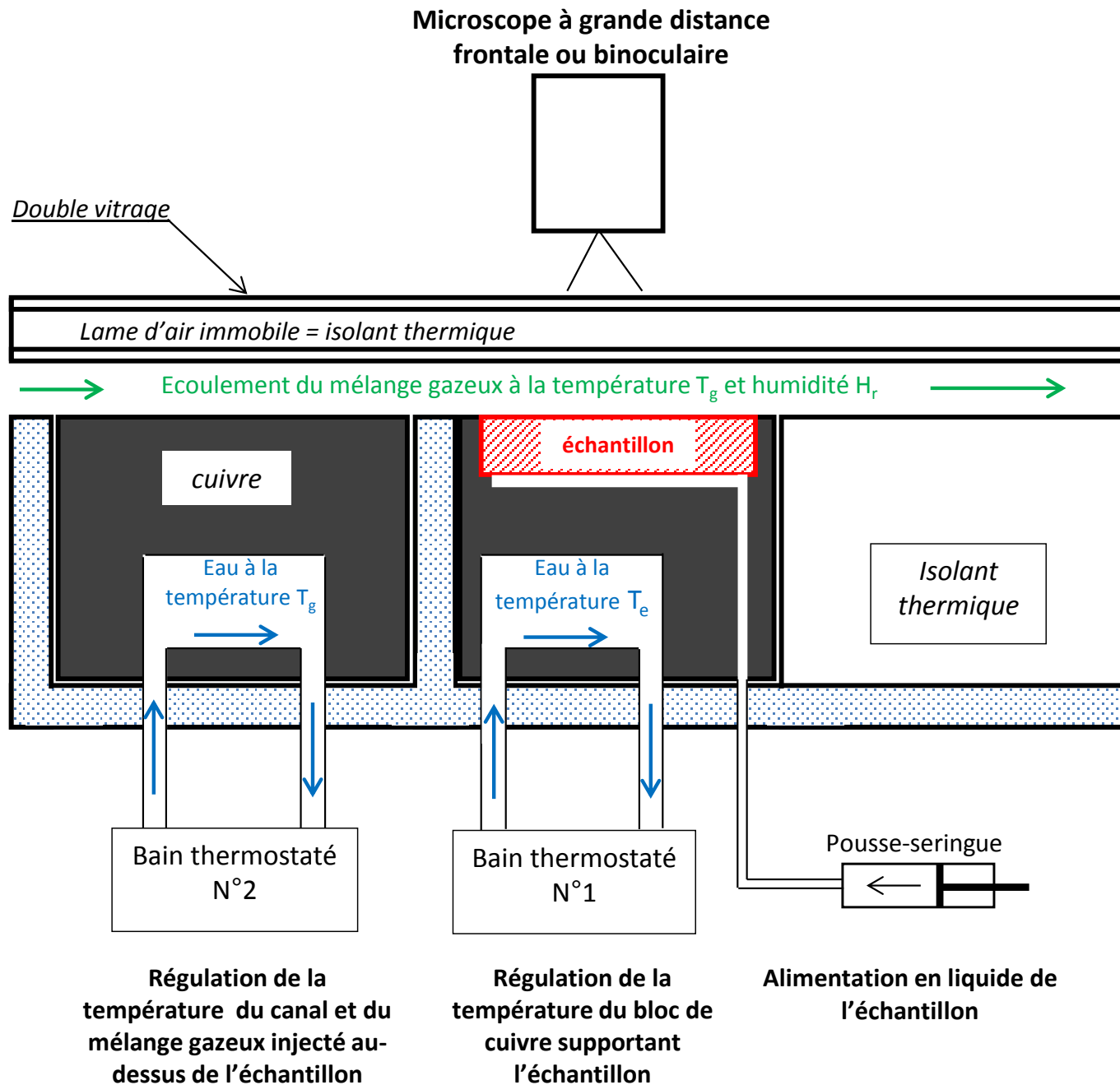
Possibilité d'effectuer des cycles d'évaporation/condensation bien contrôlés

* L'échantillon doit être inclinable entre l'horizontale et la verticale

* Alimentation en liquide de la face supérieure de l'échantillon par condensation, par injection directe, ou par perméation à travers le substrat.

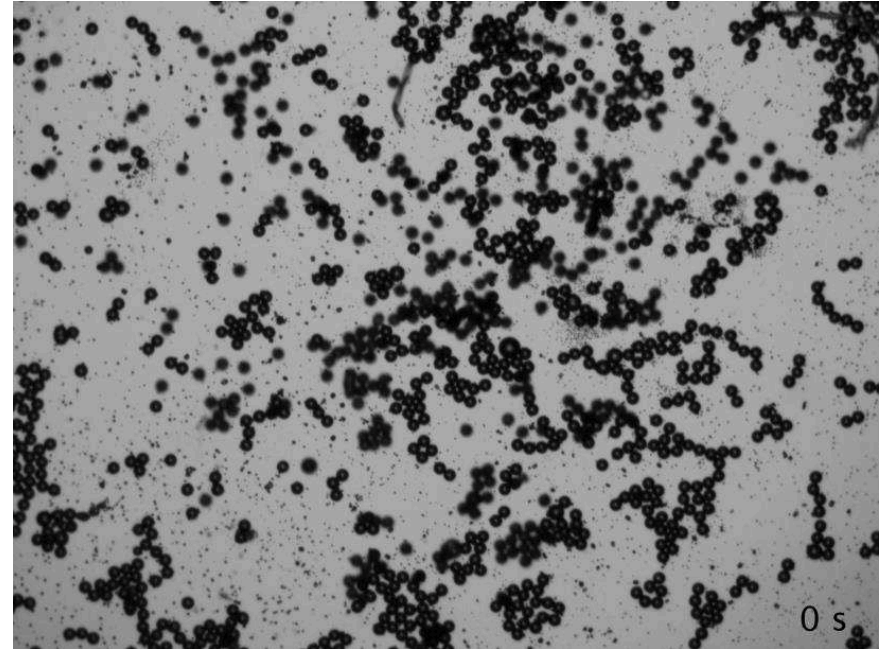
Possibilité de faire varier la composition de l'eau (pH, force ionique,...)

Schéma de principe de l'expérience de laboratoire

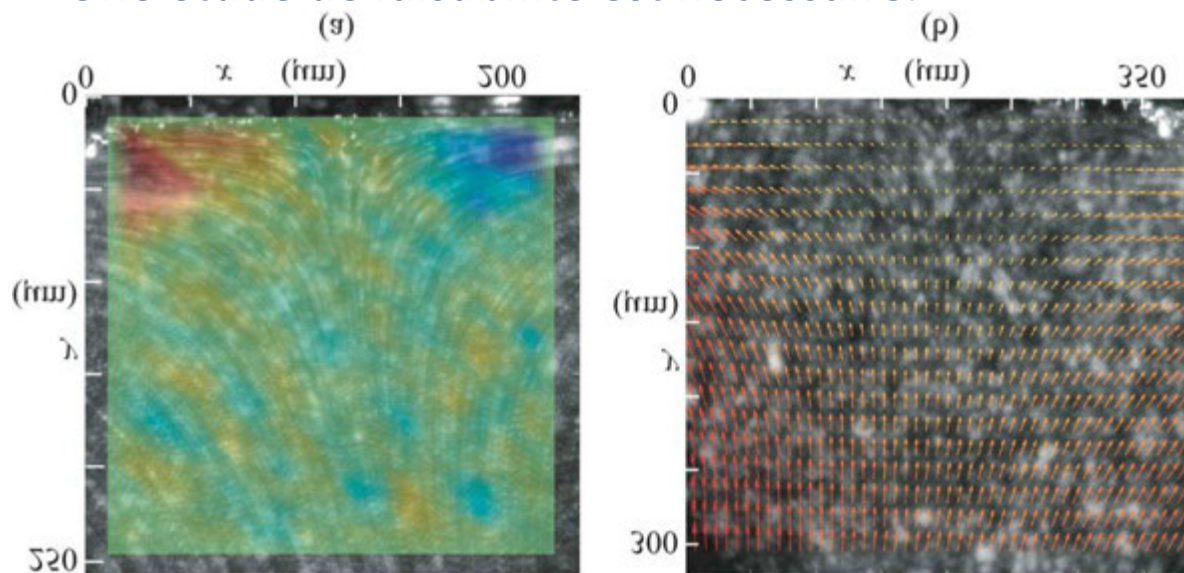


Mesures effectuées pendant l'expérience

- **Suivi de particules par microscope optique:** observation du phénomène d'agrégation (particules de polystyrène de $40\mu\text{m}$ de diamètre, cadre $3 \times 2,2\text{mm}$).



- **Possibilité de mesure du champ de vitesse dans le liquide par micro-PIV ?**
Nécessité d'ensemencer l'écoulement avec des traceurs fluorescents
=> **Une étude de faisabilité est nécessaire.**

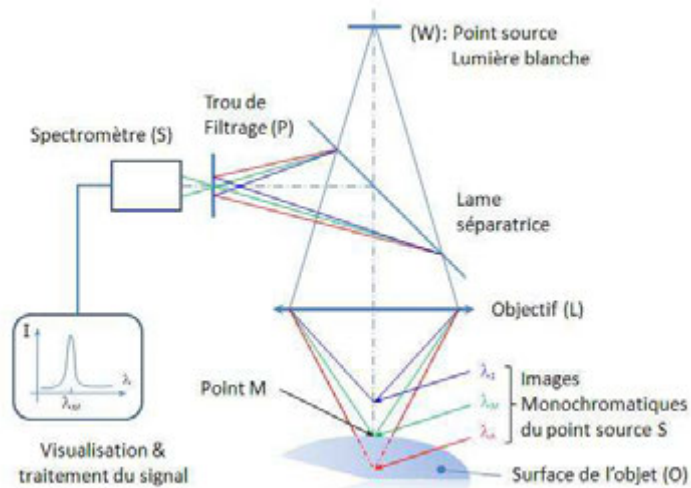


Écoulement vers un plan (situé en haut de la figure). A gauche : lignes de courant visualisées grâce à un long temps de pose ; A droite : champ de vitesse obtenu par corrélation d'images (tiré de « Physical Hydrodynamics », Guyon et al)

Mesure de l'épaisseur du film liquide

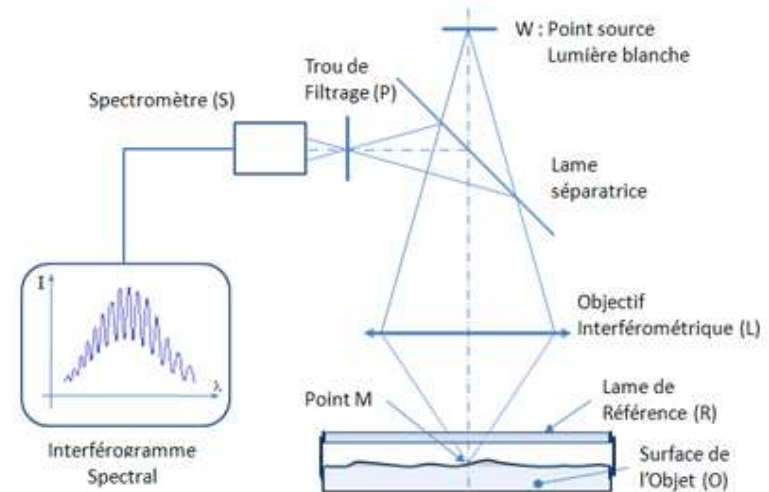
- **Détection de la présence d'un film liquide** par modification de la réflectivité de la surface de l'échantillon.

- **Mesure ponctuelle de l'épaisseur :**
Imagerie Confocale Chromatique (ICC)

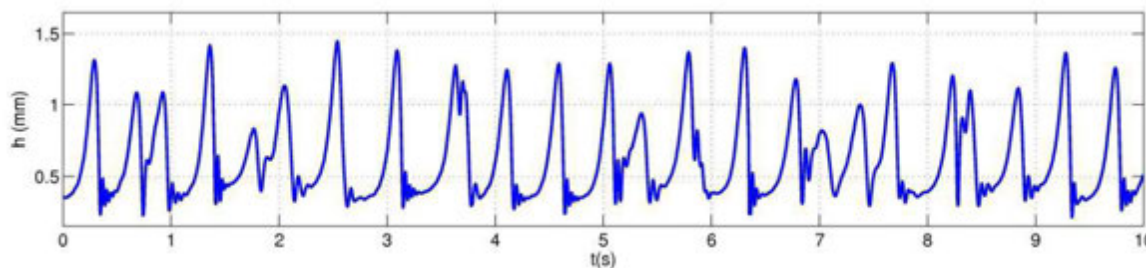


Gamme de mesure: 16 μm à 510 μm
 Précision: 80 nm
 Distance de travail: 11 mm

- *Interférométrie Confocale Spectrale (ICS)*



0.5 μm à 90 μm
 10 nm
 5.3 mm



*Epaisseur d'un film liquide au cours du temps
 mesurée par la méthode ICC*

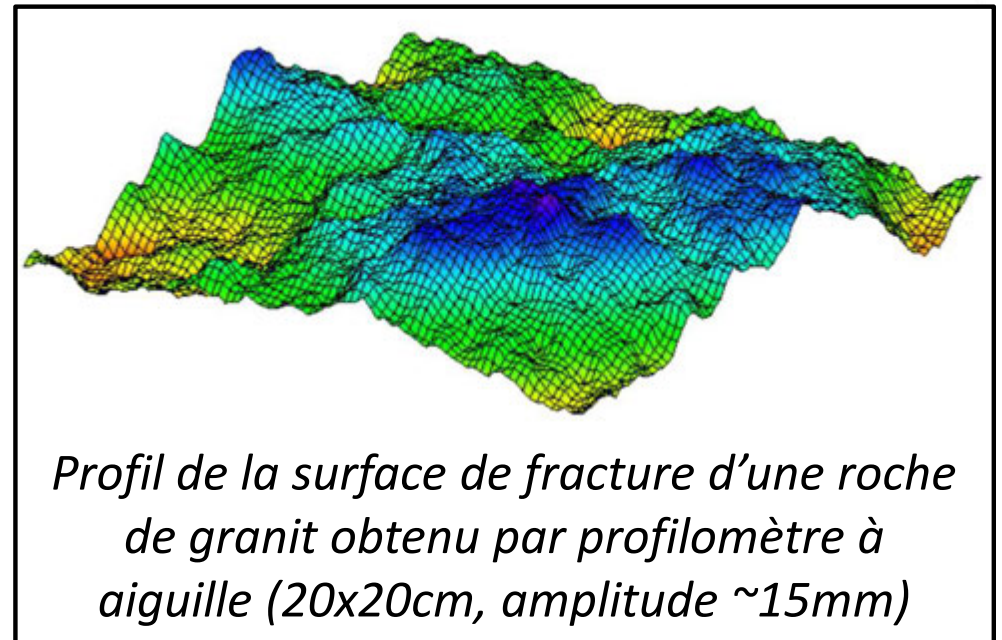
Caractérisation des dépôts obtenus dans l'expérience de laboratoire

* Caractéristiques macroscopiques :

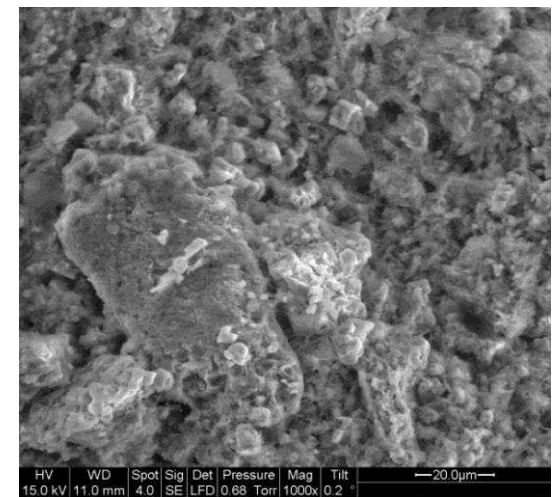
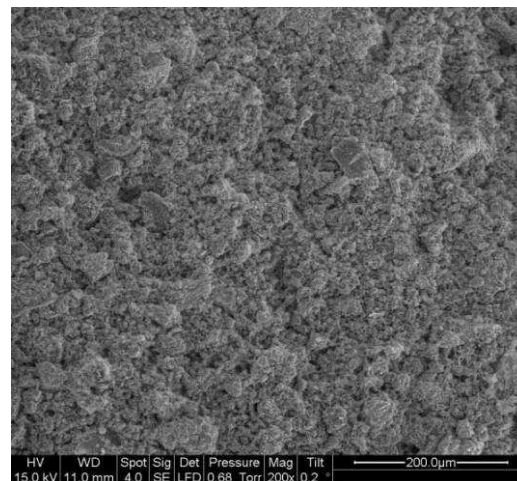
- **morphologie, longueur d'onde, distribution en taille des agrégats** :

traitement de l'image.

- **Epaisseur déposée** : utilisation d'un profilomètre à stylet (avec pression de contact très faible pour ne pas détruire les dépôts) ou optique (interférométrie, pas de contact avec l'échantillon).



* Microstructure : observation par microscope à force atomique (AFM) ou microscope électronique à balayage (SEM) sous hygrométrie contrôlée (cf. exemple ci-dessous).



Tâche 5, suivi et carto vulnérabilités

- Définition de degrés de vulnérabilité (3 à 5 niveaux)
- Cartographie des secteurs et report (zones de 0.5 à 5 m²), système dynamique à définir
- Ajustement du suivi pour lever les données nécessaires à prévenir l'apparition de vermiculations

Tâche 6, recommandations

- Définition d'indicateurs et de valeurs limites à partir desquelles une intervention est, conseillée, respectivement nécessaire.
- Définition d'un catalogue d'interventions potentielles avec description de la mise en oeuvre, des avantages et des inconvénients de chaque intervention.
- Liste des zones à vermiculations actives et à risque élevé de vermiculation. Pour chaque zone, proposition d'un scénario d'intervention (critère pour la décision de mise en oeuvre, procédure de mise en oeuvre, précautions, suivi, critères d'évaluation de l'efficacité).

ANNEXE 7

Étude et analyse des transferts d'eau et de matière carbonées dans la zone vadose du karst : application au site de la grotte de Lascaux

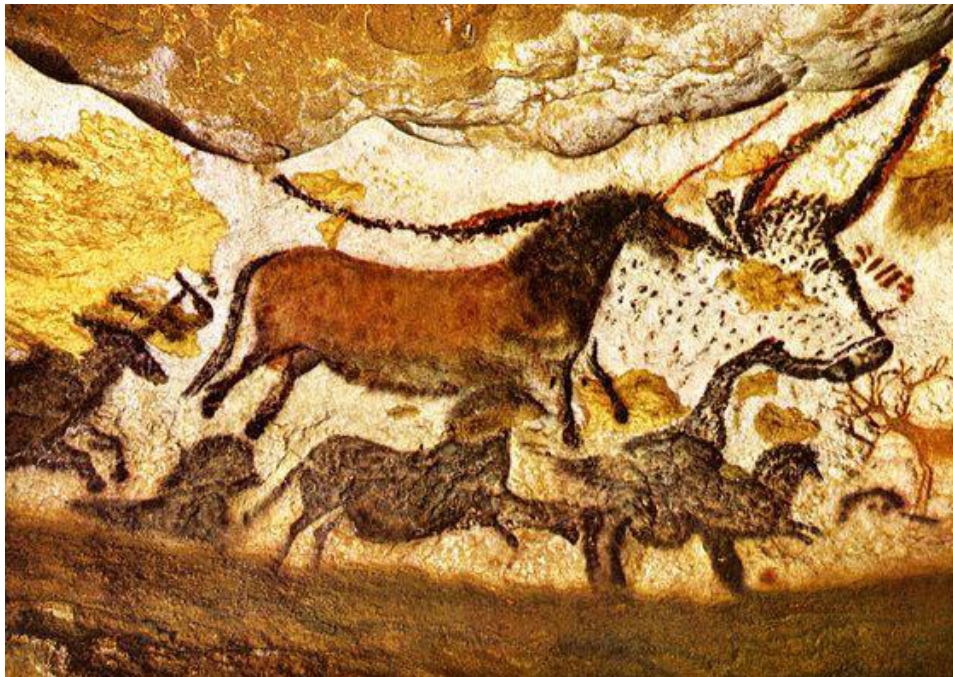
*Nicolas Houillon
Laboratoire I2M-CGE – Université de Bordeaux*

Thèse doctorale - Rapport d'étape

Etude et analyse des transferts d'eau et de matières carbonées dans la zone vadose du karst : Application au site de la grotte de Lascaux

Rapport d'étape (première année de thèse)

Nicolas Houillon
Alain Denis
Roland Lastennet



22/10/2014

Laboratoire I2M GCE

Table des matières

I)	Stratégie mise en place :	6
1)	Etude des flux de carbone dans le système karstique (sol, épikarst) et dans la cavité (Sas1)	6
a.	Etude des flux de carbone dissous.....	6
b.	Etude des flux de dioxyde de carbone	7
2)	Modalité des écoulements dans le massif karstique de la grotte de Lascaux	10
a.	Détermination de la Fonction Entrée.....	11
b.	Détermination de la Fonction Sortie.....	11
II)	Moyens mis en œuvre sur le site de la grotte de Lascaux	14
1)	La parcelle expérimentale.....	14
a.	Localisation de la zone adéquate.....	15
b.	Implantation des forages dans les calcaires et formations détritiques	16
c.	Instrumentation de la parcelle expérimentale.....	17
2)	Les équipements et les prélèvements d'air dans la cavité	20
a.	Equiperment de la grande diaclase.	20
b.	Prélèvements de gaz dans la cavité	21
3)	Les fouilles de récupération de l'eau des sols	22
4)	Le dispositif de prélèvement des eaux de pluies	23
5)	Le dispositif de suivi en continu des paramètres hydrogéochimiques et de la fluorescence de l'émergence épikarstique.....	24
6)	Réalisation des analyses en laboratoire	27
III)	Premiers résultats et mesures recueillis :	28
1)	La dynamique du CO ₂ dans le massif et la cavité de Lascaux :	28
a.	Le CO ₂ dans l'épikarst et les formations détritiques associées :	28
b.	Etude de la dynamique du CO ₂ dans la cavité de Lascaux :	30
c.	Le CO ₂ sous forme dissoute dans le système épikarstique de Lascaux.....	38
2)	Etude du comportement hydrodynamique et hydrogéochimique de l'émergence épikarstique de la cavité de Lascaux :	41
a.	Suivi hydrogéochimique des pluies et eaux d'infiltration dans le système épikarstique.....	41
b.	Le suivi hydrogéochimique de l'émergence épikarstique	42
c.	Suivi hydrogéochimique de la Haute Fageotte.....	49
IV)	Suites à donner à la thèse pour les deux prochaines années.....	51
1.	Etude de la dynamique du CO ₂ dans le massif karstique et la cavité de Lascaux :	51
2.	Le comportement hydrodynamique et hydrogéochimique du système karstique de la grotte de Lascaux.....	51

Table des figures

FIGURE 1 : (-LOG(PEQ) ; SIC) REFERENCE FRAME. A SCALE FOR PEQ EXPRESSED IN PERCENT IS ADDED ABOVE HORIZONTAL AXIS; A SCALE FOR HCO_3^- CONCENTRATION IN MG/L AT 13°C IS ADDED. GASSING AND DEGASSING STRAIGHT LINE WITH A SLOPE OF 1 IS IN BLACK. LIGHT-GREY ARROW [1] CORRESPONDS TO GASSING AND DEGASSING FOR CONSTANT HCO_3^- CONCENTRATION, GREY ARROW [2] CORRESPONDS TO CALCITE PRECIPITATION FOR CONSTANT PEQ, DARK-GREY ARROW [3] CORRESPOND TO CALCITE DISSOLUTION FOR CONSTANT PEQ. (PEYRAUBE ET AL., 2012).....	7
FIGURE 2 : SCHEMA DES DIFFERENTES SOURCES DE CO_2 DANS LE SOL AINSI QUE LEUR PART DANS LES FLUX DE CO_2 (SOM : MATIERE ORGANIQUE SOLIDE) (KUZYAKOV, 2006).....	8
FIGURE 3 : MESURE EN CONTINU SUR LE CYCLE 2006-2007 DES TENEURS EN CO_2 ET PARAMETRES ASSOCIES. A) PLUIE BRUTE JOURNALIERE ET PLUIE EFFICACE JOURNALIERE (MM), PRESSION ATMOSPHERIQUE (HPA) ET DEBIT JOURNALIER A L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE (m^3/J). B) CHRONIQUES DES $\text{pCO}_{2\text{G}}$ DANS LES FORMATIONS DE REMPLISSAGES, DANS LES CALCAIRES, DANS LA GALERIE MONDMILCH, DANS LE SOL AU-DESSUS DE LA CAVITE ET $\text{pCO}_{2\text{EQ}}$ DANS LES EAUX DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE (IN LOPEZ, 2009).....	9
FIGURE 4 : EXEMPLE DE DIAGRAMME DE KEELING.	10
FIGURE 5 : MODELE RESERVOIR APPLIQUE AU SYSTEME EPIKARSTIQUE DE LASCAUX (LOPEZ, 2009).....	12
FIGURE 6 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES 6 FORAGES A METTRE EN PLACE	15
FIGURE 7 : DISPOSITIF DE MESURE DES pCO_2 DANS LES SOLS ET EXEMPLE DE CARTE D'INTERPOLATION DES MESURES DE pCO_2 REALISEES DANS LES SOLS LE 22 MAI 2013	15
FIGURE 8 : LOCALISATION DE LA PARCELLE EXPERIMENTALE A L'EST DE LA CAVITE. LES PENETROMETRES ET DOLINES SONT AUSSI LOCALISES SUR CETTE CARTE.	16
FIGURE 9 : EN HAUT, PHOTOGRAPHIES DES OPERATIONS DE FORAGE DES CALCAIRES, EN BAS, PHOTOGRAPHIE D'UNE CAROTTE RECUEILLIE.....	17
FIGURE 10 : SCHEMA ET PHOTOGRAPHIES DU DISPOSITIF DE TUBAGE DEVELOPPE POUR LA MESURE DE pCO_2 ET PO_2 EN CONTINU DANS LES FORAGES	18
FIGURE 11 : SCHEMA DE L'ARMOIRE DE MESURE.....	19
FIGURE 12 : PLAN SCHEMATIQUE DES FORAGES ET CAPTEURS IMPLANTES DANS LA PARCELLE EXPERIMENTALE..	20
FIGURE 13 : LOCALISATION ET PHOTOGRAPHIES (HAUT : HAUT DIACLASE / BAS : BAS DIACLASE) DES CAPTEURS INSTALLES DANS LA CAVITE	20
FIGURE 14 : AMPOULES EN VERRE DE 500 ML DEVELOPPEE POUR LES PRELEVEMENTS DE GAZ	21
FIGURE 15 : PRELEVEMENTS DE GAZ DANS LA CAVITE AVEC DE GAUCHE A DROITE : LA SALLE DES TAUREAUX, LES SALLES ENSABLEES, LE PUIT DU SORCIER, LA GALERIE MONDMILCH ET LE HAUT DE LA DIACLASE.....	21
FIGURE 16 : CARTE DE LOCALISATION DES DEUX FOUILLES DE RECUPERATION L1 ET L2.....	22
FIGURE 17 : SCHEMAS ET PHOTOGRAPHIE DE LA FOUILLE DE RECUPERATION L2.	22
FIGURE 18 : PLUVIOMETRE EQUIPE POUR LES PRELEVEMENTS DES EAUX DE PLUIES.....	23
FIGURE 19 : LOCALISATION DU DISPOSITIF DE MESURE EN CONTINU A L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE DU COMPARTIMENT 3 DU SAS 1 (D'APRES NORBERT).	24
FIGURE 20 : A GAUCHE LE MULTIMETRE WTW 3430 ET A DROITE LE FLUORIMETRE GGUN-FL30.....	24
FIGURE 21 : GOUTTIERE EN PVC DE RECUPERATION DES EAUX AU DROIT DES STALACTITES LES PLUS PRODUCTIVES.	25
FIGURE 22 : PHOTOGRAPHIE DU SYSTEME AVEC LA CUVE DE CONTRAINTE DU NIVEAU D'EAU A GAUCHE.	26
FIGURE 23 : SCHEMA EXPLICATIF DU DISPOSITIF DE MESURE MIS EN PLACE AU COMPARTIMENT 3 DU SAS 1	26
FIGURE 24 : EVOLUTIONS DES pCO_2 MEASUREES DANS LES SIX FORAGES MIS EN PLACE	28
FIGURE 25 : EVOLUTION DES TENEURS EN EAU DU SOL A 0,2 ET 0,5 M ET DES pCO_2 DANS LES FORMATIONS DETRITIQUES A 0,5 M ET 1,5 M ET DANS LES CALCAIRES A 0,5 M.	29
FIGURE 26 : EVOLUTION DE LA pCO_2 A 2,5 M DE PROFONDEUR DANS LES FORMATIONS DETRITIQUES ET DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE	30
FIGURE 27 : EVOLUTION DES pCO_2 DANS LES DIFFERENTES PARTIES DE LA CAVITE DE LASCAUX (LA DOUBLE FLECHE ROUGE MONTRE LA PERIODE D'ARRET DE L'EXTRACTEUR)	32
FIGURE 28 : COMPARAISON DE LA DIFFERENCE ENTRE LA TEMPERATURE DE L'ATMOSPHERE ET CELLE DU CABINET DES FELINS ET LA pCO_2 MEASUREE AU CABINET DES FELINS.	33
FIGURE 29 : EVOLUTION DES pCO_2 ET TEMPERATURES AU PASSAGE ET DANS LA SALLE DES TAUREAUX	34

FIGURE 30 : EVOLUTION DES TEMPERATURES ET pCO_2 AU DIVERTICULE AXIAL ET DANS LA SALLE DES TAUREAUX	34
FIGURE 31 : EVOLUTION DES TEMPERATURES ET pCO_2 AU PASSAGE ET AU HAUT DE LA NEF	35
FIGURE 32 : PHOTOGRAPHIE DU CAPTEUR DE MESURE DE TEMPERATURE AU SOL DE L'ABSIDE	35
FIGURE 33 : EVOLUTION DES TEMPERATURES AU Puits DU SORCIER ET AU PASSAGE ET DES pCO_2 AU PASSAGE ET AU HAUT DE LA NEF	36
FIGURE 34 : EVOLUTION DES pCO_2 / pO_2 ET VITESSE DE L'EXTRACTEUR AU Puits DU SORCIER ET EN HAUT DE LA DIACLASE	37
FIGURE 35 : EVOLUTION DE LA pCO_2 AU Puits DU SORCIER ET DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE INTERNE	37
FIGURE 36 : ANALYSE DES pCO_2 DANS LA CAVITE PENDANT L'ARRET DU POMPAGE	38
FIGURE 37 : POSITION DES POINTS DE MESURE DANS LE REPERE (ISC ; $(-LOG(pCO_{2EQ}))$) ET TRAÇAGE D'UNE DROITE MODELE DE GAZAGE/DEGAZAGE	39
FIGURE 38 : EVOLUTION DES pCO_{2EQ} DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE DU SAS 1	39
FIGURE 39 : EVOLUTION DES TENEURS EN COD DANS LES LUVISOLS (BLEU) ET LES CALCISOLS (ROUGE)	42
FIGURE 40 : DETERMINATION DES EQUATIONS PERMETTANT DE DETERMINER LE COD EN CONTINU EN FONCTION DU SIGNAL DE FLUORESCENCE	43
FIGURE 41 : CHRONIQUE DE LA CONDUCTIVITE ENREGISTREE EN CONTINU A L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE DU SAS 1	44
FIGURE 42 : SUIVI EN CONTINU DE LA CONDUCTIVITE ELECTRIQUE (ROUGE) ET DU COD (VERT) POUR LE MOIS DE FEVRIER 2014. LE DEBIT DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE EST PRESENTE EN BLEU	45
FIGURE 43 : CONDITIONS D'ECOULEMENT LORS DES DIFFERENTS PRELEVEMENTS REALISES AU SAS 1	46
FIGURE 44 : EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN SILICE DISSOLUE DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE	48
FIGURE 45 : SCHEMA CONCEPTUEL DE L'ALIMENTATION DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE EN DIFFERENTES PERIODES DU CYCLE HYDROGEOLOGIQUE OU DURANT DES CYCLES A QUANTITE DE RECHARGE DIFFERENTE (LOPEZ, 2009)	48
FIGURE 46 : POSITION DES POINTS DE MESURE DANS LE REPERE (ISC ; $(-LOG(pCO_{2EQ}))$) ET TRAÇAGE D'UNE DROITE MODELE DE GAZAGE/DEGAZAGE	49

Table des tableaux

TABEAU 1 : TABEAU RECAPITULATIF DES DONNEES DE pCO_2 ACQUISES SUR LE SITE DE LASCAUX DE 1955 A 2014. EN GRIS : ABSENCE DE DONNEES, EN JAUNE : DONNEES MANQUANTES ET EN VERT : DONNEES COMPLETES	31
TABEAU 2 : RECAPITULATIF DES MESURES DE pCO_2 DANS LES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DU MASSIF	40
TABEAU 3 : RECAPITULATIF DES ANALYSES DES PRELEVEMENTS DES EAUX DE PLUIES	41
TABEAU 4 : RECAPITULATIF DES ANALYSES DES PRELEVEMENTS REALISES AUX FOUILLES DE RECUPERATION L1 ET L2	42
TABEAU 5 : RECAPITULATIF DES ANALYSES REALISEES SUR LES PRELEVEMENTS DE L'EMERGENCE EPIKARSTIQUE DU SAS 1	47
TABEAU 6 : RECAPITULATIF DES ANALYSES REALISEES SUR LES PRELEVEMENTS DE LA HAUTE FAGEOTTE	50

Introduction

Les attentes scientifiques concernant l'étude du karst reposent en partie sur la compréhension du fonctionnement hydrodynamique et hydrogéochimique des systèmes karstiques, notamment dans l'épikarst et la zone non saturée (zone vadose). Toutes ces considérations prennent une importance capitale pour l'exploitation, la gestion et la protection des ressources en eau des systèmes karstiques. S'ajoute à cela, un intérêt grandissant pour la compréhension de la dynamique du CO₂ dans cette zone que ce soit du point de vue de la détermination du potentiel de karstification, de l'étude des transferts de CO₂ naturel ou anthropique (stockage profond du CO₂), mais également de la conservation des cavités ornées.

Ainsi, le projet de recherche mené depuis un an par le laboratoire I2M-GCE (Université de Bordeaux) sous la forme d'une thèse de doctorat s'intéresse plus particulièrement à la compréhension des processus de transferts d'eau et de matières carbonées (dioxyde de carbone, matière organique carbonée, etc.) sous formes gazeuse et dissoute dans la zone vadose du karst de la colline de Lascaux. Les objectifs de recherche définis au début de cette étude sont les suivants :

- Comprendre et quantifier les mécanismes de recharge du système karstique depuis l'infiltration efficace jusqu'aux exutoires,
- Comprendre les transferts de carbone organique et inorganique dans le système karstique (sol, épikarst) et dans la cavité (Sas1), et leur rôle dans la formation du dioxyde de carbone,
- Analyser et comprendre la dynamique du dioxyde de carbone dans le massif karstique et formations détritiques sablo-argileuses associées, sous forme gazeuse et dissoute.

Parallèlement à ces objectifs de recherche, cette étude propose de répondre à des questions plus appliquées à la conservation de la cavité ornée de Lascaux, comme définies dans le projet initial. Ces interrogations sont les suivantes :

- Réaliser une estimation des flux d'eau parvenant dans la cavité et les modéliser,
- Préciser la distribution du CO₂ dans le massif et la cavité,
- Déterminer les conditions d'équilibre des eaux aux parois en fonctionnement naturel et anthropique (pompage du CO₂),
- Mettre en place un suivi géochimique, pérenne au sas1 et temporaire dans les autres exutoires de la colline, pour affiner la connaissance du système hydrogéologique de Lascaux,
- Estimer les flux de carbone organique (COT) dans les eaux arrivant dans la grotte au SAS1 et dans les écoulements ponctuels dans d'autres parties de la cavité.

Ce rapport d'étape réalisé après la première année d'étude a pour but de présenter les différentes actions effectuées sur le site d'étude (mise en place de matériel, mesures réalisées, etc.), mais aussi les premiers résultats recueillis. Pour cela, ce rapport composé de quatre grandes parties présentera en premier lieu la stratégie pensée pour répondre aux différentes attentes de ce projet, pour poursuivre par la présentation des moyens déjà mis en œuvre sur le site d'étude, suivie des premiers résultats obtenus. Pour finir, les suites à donner à cette étude pour les deux prochaines années seront détaillées.

I) Stratégie mise en place :

Plusieurs études réalisées sur le site de Lascaux depuis sa fermeture ont permis d'enregistrer un nombre important d'informations et de connaissances. C'est en se basant sur ces conclusions et les hypothèses qui en découlent, que la stratégie de notre étude a été fixée.

1) Etude des flux de carbone dans le système karstique (sol, épikarst) et dans la cavité (Sas1)

a. Etude des flux de carbone dissous

Le carbone minéral total dans les eaux (TDIC) se présente sous différentes formes, CO_2 aqueux, H_2CO_3 , HCO_3^- et CO_3^{2-} . La répartition de ces espèces à un instant donné est fonction des équilibres réalisés dans la solution entre les phases gaz, eau, roche. Ces équilibres sont contraints par la cinétique des réactions qui est rapide entre les gaz de l'air et l'eau, mais beaucoup plus lente entre la roche et l'eau. La connaissance de l'état thermodynamique d'une eau permet de prédire son comportement en termes d'évolution vers un processus de précipitation ou de dissolution. Dans le cas de Lascaux, les suivis géochimiques de 2003 à 2007 au SAS1 montrent des eaux systématiquement sursaturées vis-à-vis de la calcite et donnant lieu à de la précipitation, en témoignent les glissières de récupération des eaux couvertes de calcite dans le compartiment 3. Il faut cependant signaler que ces années hydrologiques font partie d'un cycle climatique particulièrement sec (faibles écoulements) et il semble donc primordial de continuer ce suivi géochimique dans d'autres conditions de fonctionnement hydrologique.

De même une difficulté liée à un « effet de site » au lieu de prélèvement qui se traduit par un dégazage des eaux avant prélèvement est présente à Lascaux. En effet les eaux prélevées au plafond du SAS1 proviennent d'un égouttement par stalactites ayant pour conséquence un changement de la pCO_2 équilibrante qui n'est donc plus une caractéristique intrinsèque du réservoir épikarstique. Des travaux menés sur le site de la grotte de Cussac nous ont permis de développer une méthode basée sur les relations ISc-pCO_2 (Peyraube et al, 2012) permettant de s'affranchir de cet effet de site, et ainsi de déterminer une pCO_2 originelle rencontrée par les eaux au cours de leur transit (Cf. **Figure 1**).

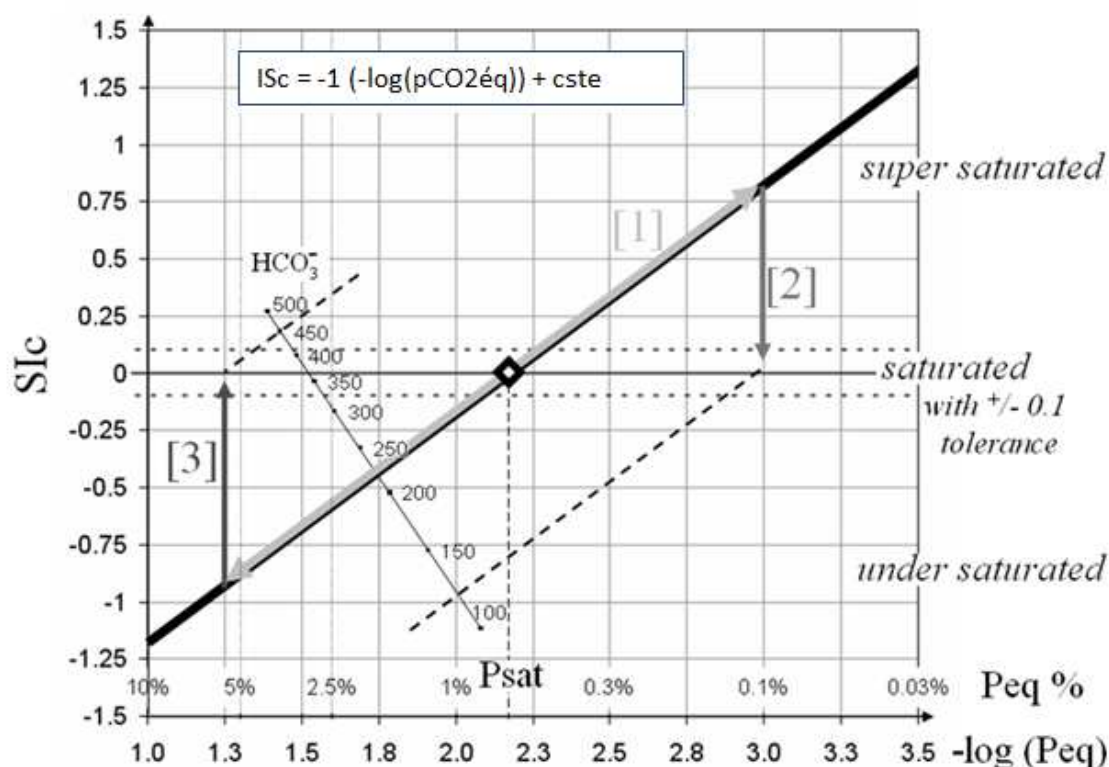


Figure 1 : $(-\log(\text{Peq}) ; \text{SIc})$ reference frame. A scale for Peq expressed in percent is added above horizontal axis; a scale for HCO_3^- concentration in mg/l at 13°C is added. Gassing and Degassing straight line with a slope of 1 is in black. Light-grey arrow [1] corresponds to gassing and degassing for constant HCO_3^- concentration, grey arrow [2] corresponds to calcite precipitation for constant Peq, dark-grey arrow [3] correspond to calcite dissolution for constant Peq. (Peyraube et al., 2012)

Cette méthode sera utilisée pour l'ensemble des eaux récoltées sur le site de Lascaux, SAS1, joints (bougies poreuses), cabinet des félins, eaux du sol et des piézomètres. Cette méthode géochimique sera confrontée à une méthode de mesure directe du CO_2 dans les sols et le massif, ceci dans une optique de quantification des processus d'échange et de transport dans les différents compartiments.

Le suivi des eaux sera étendu à l'ensemble de la colline de Lascaux à partir de prélèvements réalisés dans les émergences répertoriées dans le secteur de Montignac. Ces points de comparaison permettront de mieux appréhender les processus complexes qui sont en jeu dans le massif karstique.

b. Etude des flux de dioxyde de carbone

Dans la littérature scientifique, on identifie la contribution de deux sources de CO_2 biogénique (Cf. **Figure 2**) : (1) un compartiment à fonctionnement rapide que constituent les racines, les exsudats racinaires et les micro-organismes « associés » (respiration autotrophe, R_a) et (2) la matière organique du sol caractérisée par un temps de résidence dans le sol, plus long et décomposée par les micro-organismes « non associés » (respiration hétérotrophe, R_h). Comprendre et séparer les processus impliqués dans l'utilisation de l'un ou l'autre de ces deux composantes est une étape incontournable pour modéliser les flux de CO_2 sortant du sol.

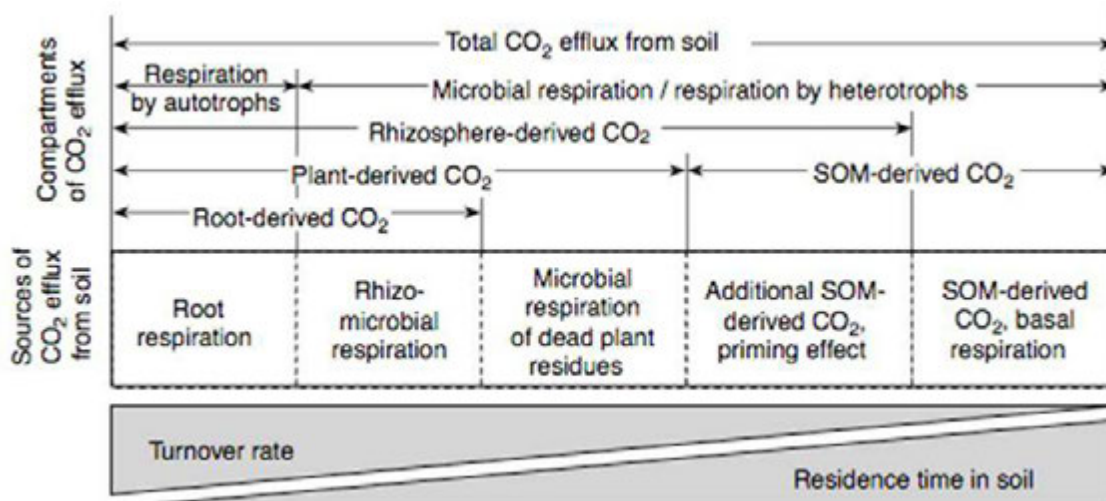


Figure 2 : Schéma des différentes sources de CO₂ dans le sol ainsi que leur part dans les flux de CO₂ (SOM : matière organique solide) (KUZYAKOV, 2006)

Nous proposons d'utiliser les études concernant la caractérisation de la matière organique et leur répartition sur la zone d'étude, pour définir un signal entrée du système en termes de carbone organique. Cette étude sera associée à une approche de type lysimétrique qui nous permettra de prélever des eaux et de mesurer les quantités de carbone organique (COT et COD) dans les eaux. Ce signal pourra servir, d'une part, pour le traçage des eaux dans le système (temps de séjour des eaux, marquage de l'origine des eaux dans la grotte), d'autre part pour quantifier la quantité de CO₂ produite par la mise en relation avec les mesures en continu de fluorescence réalisées au SAS 1. En effet, la détermination des masses de COD dégradées de l'infiltration de l'eau jusqu'aux exutoires nous autorisera une approche de la quantité de CO₂ produite par ce processus biochimique.

Ainsi, parallèlement au suivi du CO₂ dissous, le CO₂ de l'air du sol et de l'épikarst du massif de la grotte de Lascaux sera suivi. En effet, pour parvenir à mieux comprendre et quantifier le transfert du CO₂ dans le massif, il faudra identifier les sources de CO₂ à Lascaux et estimer leur production afin de préciser le signal entrée du système.

Des observations et mesures ont déjà été réalisées lors de la thèse de Benjamin Lopez(2006-2009). Ainsi nous avons pu mesurer des pCO₂ importantes dans les formations détritiques sablo-argileuses des couloirs d'altération bordant la cavité, jusqu'à 8,5%. Deux puits de mesures ont été mis en place conjointement dans les formations détritiques sablo-argileuses et les calcaires à 3,40 m de profondeur et en bordure du promontoire calcaire contenant la grotte de Lascaux. Les évolutions enregistrées montrent des basses fréquences saisonnières mais aussi des hautes fréquences témoignant d'un fonctionnement complexe de ces flux de CO₂ (Cf. **Figure 3**).

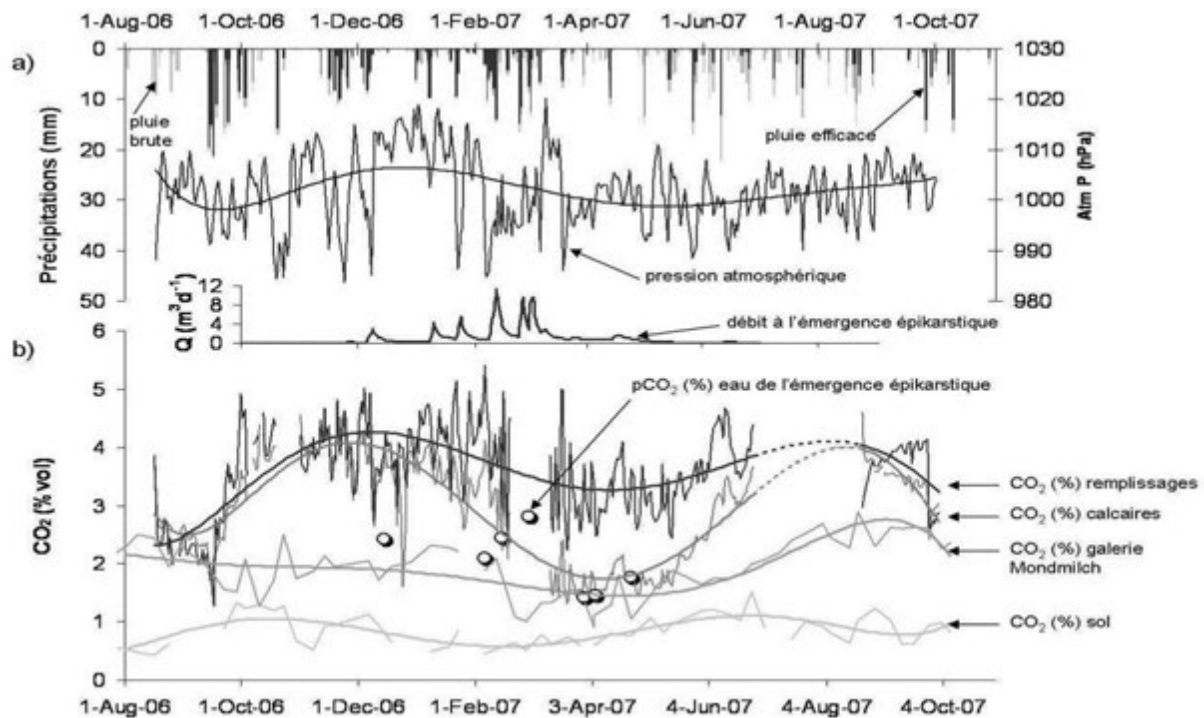


Figure 3 : Mesure en continu sur le cycle 2006-2007 des teneurs en CO₂ et paramètres associés. a) pluie brute journalière et pluie efficace journalière (mm), pression atmosphérique (hPa) et débit journalier à l'émergence épikarstique (m³/j). b) Chroniques des pCO_{2g} dans les formations de remplissages, dans les calcaires, dans la galerie Mondmilch, dans le sol au-dessus de la cavité et pCO_{2eq} dans les eaux de l'émergence épikarstique (in Lope, 2009).

Le manque de recul sur ces données acquises sur seulement deux cycles, incite à remettre en place le suivi du CO₂. Il serait intéressant en effet d'enregistrer d'autres cycles hydrologiques et en particulier des cycles plus pluvieux pour mieux apprécier le rôle de l'infiltration dans le transfert et la diffusion du CO₂ dans le massif afin d'établir des corrélations avec le signal CO₂ enregistré dans la grotte de Lascaux. Nous proposons de mesurer les gradients de pression de CO₂ en équipant une parcelle expérimentale de capteurs à différentes profondeurs (réalisation de forages). Nous nous intéresserons donc à la migration de ce CO₂ dans le massif (calcaires et formations détritiques), par mécanismes de diffusion (établissement de gradient de pression), d'advection (effet piston) ou de transport sous forme dissoute. Un suivi concomitant de l'infiltration de l'eau devra être mené en équipant la parcelle de capteurs de pression de l'eau et de capteurs de mesure de teneur en eau. La corrélation entre ces signaux devrait permettre de mieux comprendre les mécanismes de transfert du CO₂.

Il sera de plus nécessaire de suivre en parallèle les évolutions de CO₂ dans les forages et les secteurs instrumentés de la cavité. Une attention particulière sera portée sur l'influence de la pression atmosphérique dans ces compartiments (Denis et al., 2005) et le rôle de l'infiltration des eaux afin d'expliquer les mouvements du gaz carbonique jusque dans la cavité. Nous proposons donc dans cette étude de suivre l'évolution du CO₂ dans plusieurs parties de la cavité en essayant de comprendre l'impact du pompage actuel du CO₂ sur la dynamique de ce gaz et ses conséquences sur l'équilibre chimiques des eaux en contact avec cette atmosphère. Dans le puits des sorciers le dispositif de mesure actuel est insuffisant car beaucoup trop influencé par le pompage artificiel. Il sera nécessaire de réaménager la zone de pompage en éloignant le tube d'aspiration de la zone du capteur. Un capteur sera placé en sortie de l'épikarst au niveau des salles ensablées dont la partie supérieure est proche du sol, ceci pour enregistrer le transfert naturel du CO₂ du sol vers la cavité. Dans un second temps, il faudra s'affranchir du pompage permanent du CO₂ pour apprécier la dynamique naturelle de ce gaz

d'intérêt pour les conservateurs. Pour cela, l'utilisation des masses volumiques des différentes masses d'air sera un allié précieux pour déterminer les mouvements de ces dernières, tout comme l'utilisation d'une approche isotopique.

En effet, suite aux travaux réalisés lors de la thèse de Nicolas Peyraube en 2011 concernant la caractérisation des mélanges d'air par une approche isotopique (Carbone 13), nous proposons d'appliquer cette méthode sur de nouveaux cycles à Lascaux afin de mieux comprendre les échanges entre l'air atmosphérique et l'air du massif. Le carbone 13 mesuré dans le CO₂ de l'air des différents compartiments est la résultante d'un mélange entre le carbone 13 atmosphérique et le carbone 13 du CO₂ provenant du sol (Cerling et al. 1991, Spötl et al. 2005, Frisia et al., 2011, Peyraube et al., 2012) comme le montre la **figure 4**.

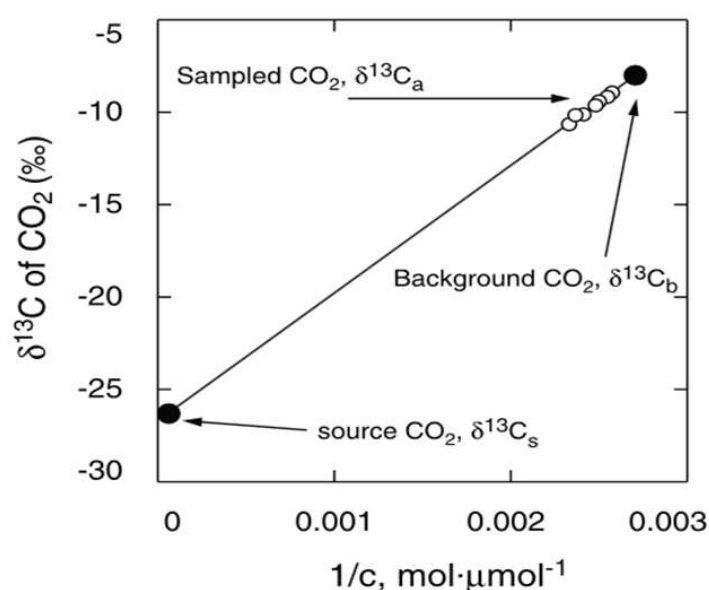


Figure 4 : Exemple de diagramme de Keeling.

Ce dernier est encore très mal connu, il constitue pourtant le signal initial, appelé « membre léger », des équations de mélange utilisées. Des premières applications ont été réalisées à Cussac et à Lascaux à partir du Carbone 13 du CMTD de l'eau. Cette technique a permis de reconstituer un signal théorique du carbone 13 du CO₂ du sol dans ces deux sites qu'il faudrait cependant valider, dans le cas de Lascaux, avec des mesures de carbone 13 in situ dans l'air du sol, des remplissages et des calcaires.

Toutes ces actions auront pour but final de créer un modèle conceptuel expliquant la dynamique du CO₂ dans le massif et dans la cavité de Lascaux.

2) Modalité des écoulements dans le massif karstique de la grotte de Lascaux

L'étude des modalités d'écoulement dans le massif karstique relève aussi bien d'un intérêt scientifique que d'un intérêt plus appliqué à la conservation de la cavité de Lascaux. En effet, la grotte de Lascaux étant le siège de plusieurs manifestations d'écoulements, il paraît primordial de mieux appréhender leur comportement hydrodynamique pour en préciser leurs impacts sur la cavité que ce soit d'un point de vue climatologique (influences sur les températures, l'humidité, *etc.*), mais surtout du point de vue de l'apport de certaines espèces chimiques d'intérêt (matière organique dissoute, CO₂ dissous, *etc.*).

Le système karstique étant souvent assimilé à une boîte noire du fait de sa grande complexité (géomorphologique et hydrodynamique), les hydrogéologues karstiques se concentrent sur l'étude de la fonction entrée (infiltration d'eau dans le système) et de la fonction de restitution de l'écoulement, dite fonction de sortie. Les connaissances apportées ont pour but de construire un modèle dit « réservoir », représentatif des conditions d'écoulement du système.

a. Détermination de la Fonction Entrée

Il s'agira de déterminer à partir des pluies brutes enregistrées sur le site, la part des pluies qui s'infiltreront dans le sol, et qui engendreront un écoulement vers la profondeur. Classiquement on détermine une lame d'eau seuil dans le sol (appelée RFU ou Réserve Facilement Utilisable) adaptée au contexte végétal, géologique et géomorphologique du site étudié. Lors de la thèse de Benjamin Lopez (2006-2009) un seuil à 100 mm avait été fixé dans ce premier réservoir, ceci après plusieurs essais de RFU. Lorsque le seuil est dépassé l'eau de pluie s'infiltrera plus profondément et ira alimenter l'aquifère épikarstique dont les exutoires seront principalement la source du SAS1 dans la grotte de Lascaux mais aussi les joints inter-bancs des calcaires, visibles en particulier, dans la Salle des Taureaux.

Une des difficultés de cette approche consiste à évaluer correctement l'ETP (Evapotranspiration Potentielle) sur le site. En effet une part importante des pluies brutes peut d'une part être interceptée par la végétation (canopée, troncs...) puis évaporée et d'autre part être consommée par la végétation pour sa transpiration. La RFU va servir à alimenter cette ETP et doit donc être suivie à un pas de temps journalier afin de quantifier correctement l'infiltration plus profonde.

Lors de la thèse de Benjamin Lopez les données d'ETP ont été fournies par la station météorologique de Gourdon soit à 45 km du site. Il s'avère qu'une incertitude importante a été introduite, ce qui peut expliquer en partie la difficulté de reproduire, à certaines périodes, les écoulements dans la cavité (printemps).

Nous proposons dans cette étude d'accéder à la mesure d'ETP directement sur le site en utilisant le nouvel appareillage prévu au-dessus de la grotte de Lascaux. En effet les nouveaux capteurs, et en particulier la mesure du rayonnement direct et diffus, permettront de calculer une ETP beaucoup plus adaptée au contexte de Lascaux. Un travail de corrélation avec la station de Gourdon permettra de corriger les données d'ETP antérieures et de parfaire les bilans des années précédentes.

b. Détermination de la Fonction Sortie

La restitution des débits dans les milieux karstiques est particulièrement délicate du fait de la non linéarité de la réponse aux sollicitations pluvieuses. Les études précédentes à Lascaux ont confirmées ce fonctionnement (Lastennet et al, 1999), d'autant plus que l'écoulement à Lascaux n'est pas pérenne. Le rôle essentiel de la recharge épikarstique dans le comportement hydrodynamique de l'émergence du SAS1 a été mis en évidence. Lorsque l'épikarst est suffisamment rechargé le temps de réponse en transfert de pression est de l'ordre d'une vingtaine d'heures (Lopez, 2009). A d'autres périodes de l'année certains événements pluvieux peuvent être transparents et ne pas être repris en débits.

Un premier modèle réservoir a été proposé (Lopez, 2009) selon un schéma classique d'utilisation de cette méthode par les hydrologues et adapté au milieu karstique (Fleury et al, 2007). Celui-ci a dû être complexifié par ajout d'un réservoir retardé afin de reproduire les événements de crue de printemps mesurés dans le SAS1 compartiment 3 (Cf. **Figure 5**). Cependant la restitution des débits est encore entachée d'incertitude et montre que le modèle doit être amélioré. Ceci pourra être

réalisé grâce à une meilleure connaissance de l'ETP sur le site et en testant de nouvelles structures de modèles représentant mieux le fonctionnement de l'aquifère.

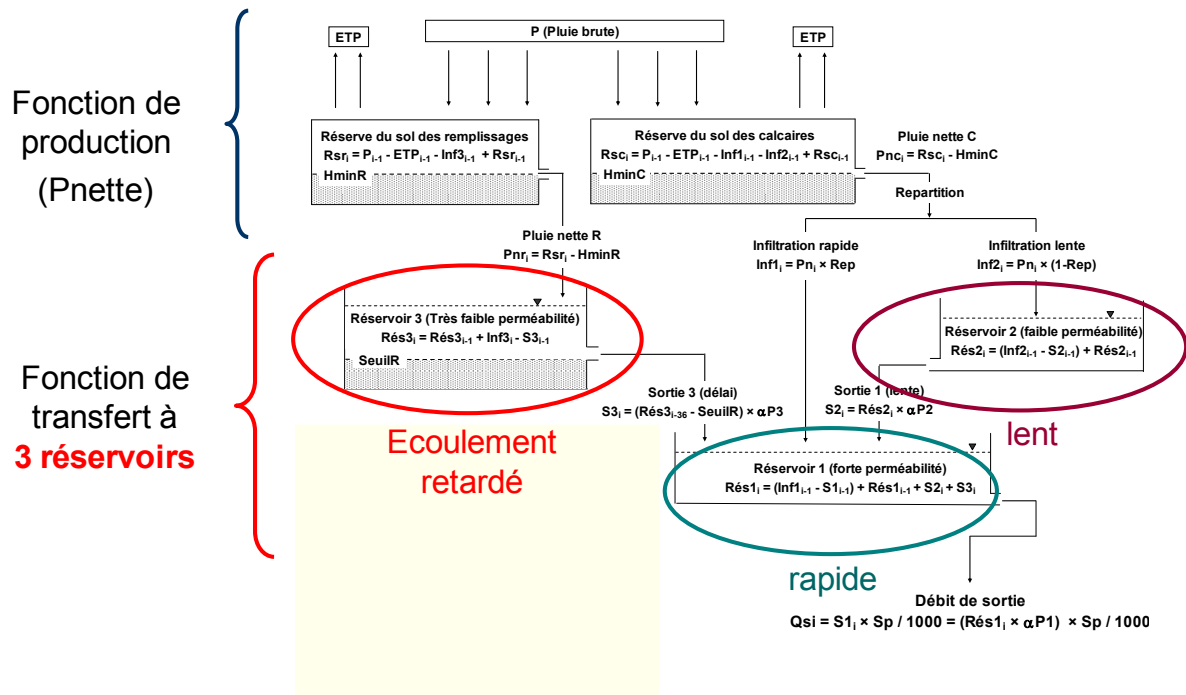


Figure 5 : Modèle réservoir appliqué au système épikarstique de Lascaux (Lopez, 2009)

De plus, pour permettre une meilleure compréhension de la dynamique de l'écoulement épikarstique du SAS 1, il sera mis en place un dispositif de suivi en continu des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, oxygène dissous et potentiel oxydo-réducteur) et de la fluorescence de la matière organique. En effet, bien que de nombreux prélèvements aient été réalisés au cours des études précédentes, il est fort probable que des informations importantes n'aient pu être recueillies du fait du caractère très réactif du système. En parallèle, des prélèvements hebdomadaires d'eaux de pluies seront mis en place pour déterminer le signal d'entrée réel du système. Les analyses des ions majeurs (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , etc.) mais aussi des isotopes de l'eau seront réalisés. L'étude de ces isotopes permettra en comparant les résultats avec ceux de l'émergence du SAS 1, de déterminer les temps de transfert des eaux dans le système, mais aussi la participation d'eau récente dans les écoulements. Ces informations pourront alors être intégrées dans le modèle réservoir.

A l'échelle du système karstique de la colline de Lascaux, plusieurs exutoires des écoulements souterrains (sources de la haute Fageotte, source de la Madeleine, source des Reynault) ont été identifiés. Ces derniers ne sont pas équipés en mesure de débits mais certains ont déjà été le siège d'un suivi physico-chimique et géochimique lors de la thèse de Benjamin Lopez. Nous avons qualifié ce système d'aquifère perché car se situant en cote au-dessus du système libre de la vallée de la Vézère. Cette disposition est due à la présence d'une formation géologique peu perméable, couche marno-calcaire du Coniacien Inférieur, qui constitue le sous-bassement de la colline. Il n'y a pas de preuve que ce dernier soit complètement étanche, sachant que d'autres nappes sous-jacentes sont reconnues dans le secteur de Montignac et en particulier la nappe du Turonien (sources de la Fageotte, source de la Béchade, source de Bleue-font). On peut penser qu'une partie des eaux s'infiltrant aux abords de la cavité ne transitent pas dans cette dernière, et s'infiltrent plus profondément vers cette nappe perchée. Comprendre le fonctionnement hydrogéologique de la colline permettra de mieux affiner les

mécanismes qui ont lieu au sein de l'épikarst de Lascaux mais aussi au niveau des parois, sièges d'écoulements diffus de type matriciel.

II) Moyens mis en œuvre sur le site de la grotte de Lascaux

Cette seconde partie expose toutes les actions réalisées sur le site d'étude depuis le début de la thèse. Au cours de cette première année d'étude, plus de cinquante missions de terrain ont été effectuées sur le site. Elles ont permis la mise en place de nombreux dispositifs de mesure ainsi que la réalisation de plus de 150 prélèvements d'eau et de gaz.

En effet, pour répondre aux différents objectifs de cette étude, nous avons installés les dispositifs de mesure suivants :

- suivi du CO₂ et des paramètres associés dans les calcaires de l'épikarst et les formations détritiques sablo-argileuses : parcelle expérimentale,
- étude de la dynamique du CO₂ dans la cavité : ajout de capteurs de CO₂ et d'O₂ dans la grande diaclase, mais aussi prélèvements d'air pour déterminer le $\delta^{13}\text{C}$ du CO₂,
- suivi de la chimie des eaux d'infiltrations dans les sols pour déterminer le signal d'infiltration dans le système : deux fouilles de récupération (calcisols leptiques et luvisols typiques),
- suivi de la chimie des eaux de pluies pour déterminer le signal d'entrée dans le système : un dispositif de prélèvement des eaux de pluies,
- suivi hydrogéochimiques de l'émergence épikarstique : un dispositif de mesure en continu des paramètres physico-chimiques et de la fluorescence au SAS 1.

1) La parcelle expérimentale

Pour comprendre la dynamique du CO₂ dans les calcaires de l'épikarst et les formations détritiques sablo-argileuses, la parcelle expérimentale devait répondre au cahier des charges suivant :

- être représentative de ces formations géologiques rencontrées sur le site d'étude,
- être située hors de l'enceinte et être proche de la cavité, dans une zone facile d'accès,
- être dans une zone dont l'alimentation en électricité et la connexion au réseau de mesure de la cavité sont possibles.

Six forages seront implantés dans la zone choisie. Ils seront répartis entre les calcaires et formations détritiques de la manière suivante (Cf. **Figure 6**) :

- 3 forages dans les calcaires à 0,5 m 1,5 m et 2,5 m de profondeur,
- 3 forages dans les formations détritiques sablo-argileuses à 0,5 m 1,5 m et 2,5 m de profondeur,
- 1 forage profond dans les calcaires (7,50 m) mais qui ne sera pas instrumenté pour le moment.

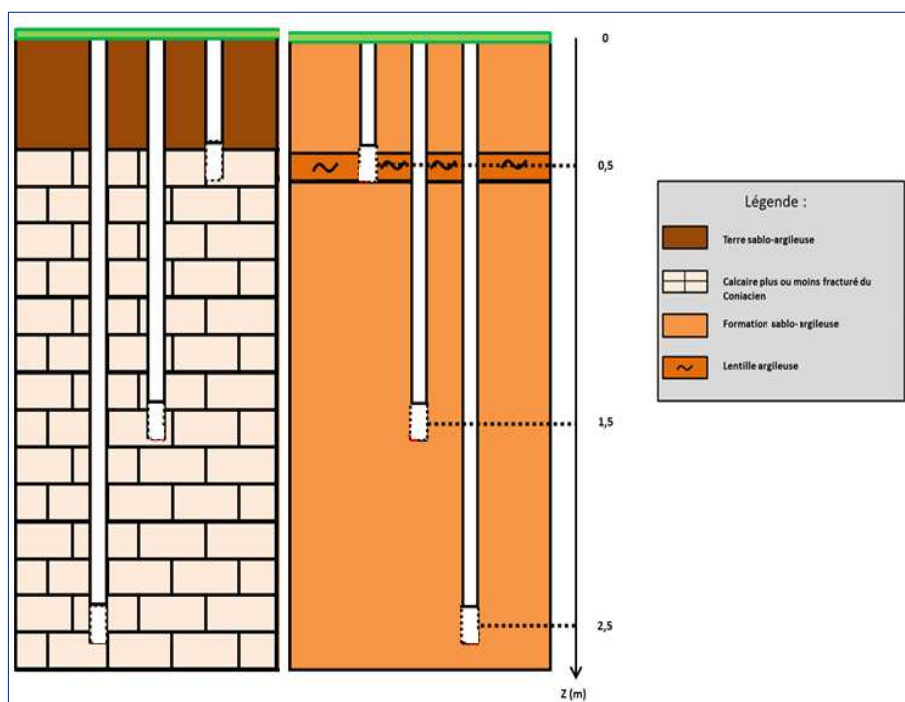


Figure 6 : Représentation schématique des 6 forages à mettre en place

a. Localisation de la zone adéquate

Pour déterminer la zone adéquate, nous nous sommes appuyés sur les mesures réalisées par les géophysiciens de l'Université de Bordeaux pour localiser une zone assez restreinte dans laquelle les calcaires et les formations détritiques sablo-argileuses sont affleurants. Les études menées par les pédologues (université de Chambéry) et les géomorphologues (Camus et Bruxelles) sont venues en conforter ces conclusions. Les mesures des pCO_2 réalisées dans différents types de sols au cours de l'année précédant la thèse et poursuivies depuis, ont permis d'en préciser la localisation. Ces mesures effectuées grâce à un capteur infra-rouge (Dräger) ont été suivies par la réalisation de cartes d'interpolation des pCO_2 des sols (exemple en Figure 7).

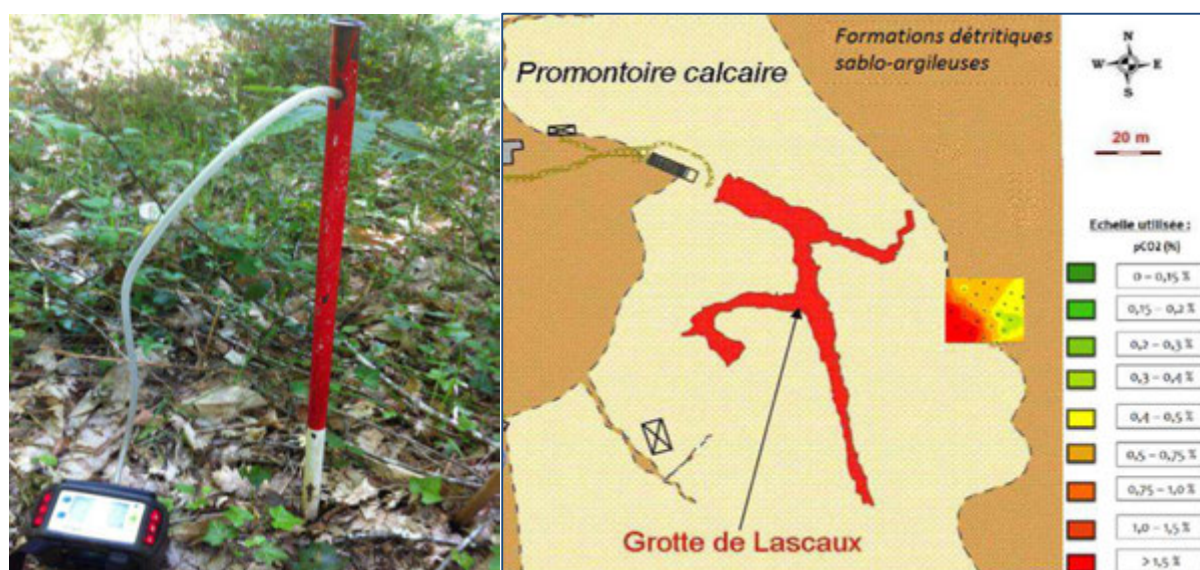


Figure 7 : Dispositif de mesure des pCO_2 dans les sols et exemple de carte d'interpolation des mesures de pCO_2 réalisées dans les sols le 22 Mai 2013

Il est très clair sur la carte présentée ci-dessus que les pCO_2 sont plus importantes dans les sols (Calcisols Leptiques) se développant sur les calcaires bioclastiques du Coniacien Supérieur, que dans les sols (Luvisols Typiques) se développant sur les formations détritiques. En effet, des pCO_2 en moyenne quatre fois supérieures sont mesurées dans les Calcisols Leptiques.

Les informations recueillies grâce à toutes ces études ont conduit à la sélection d'une zone d'environ 900 m² située à l'Est de la cavité le long du chemin des pompiers comme le montre la carte ci-dessous du nivellement des différents points d'intérêts (**figure 8**).

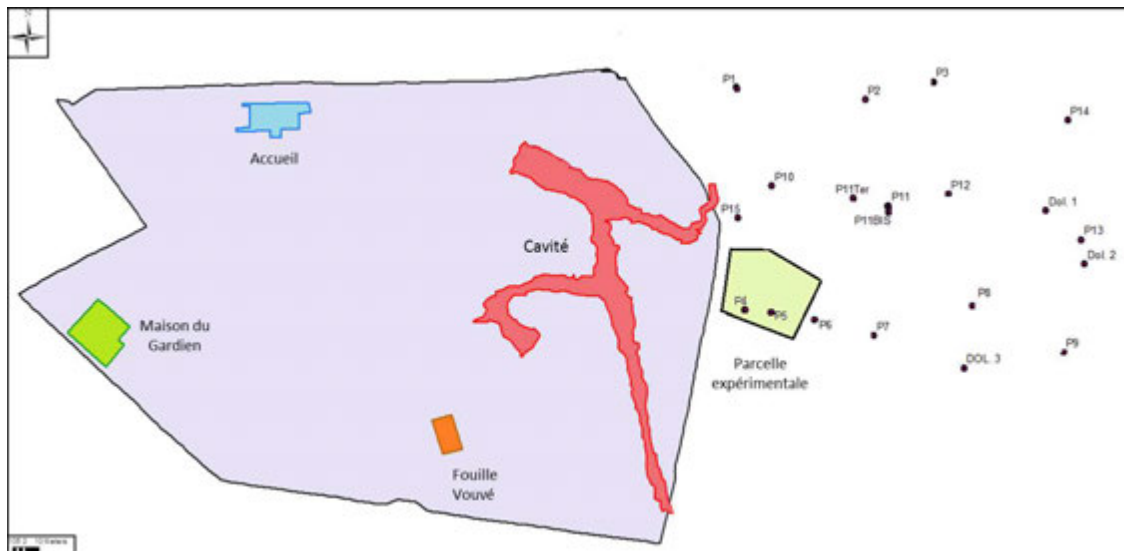


Figure 8 : Localisation de la parcelle expérimentale à l'Est de la cavité. Les pénétromètres et dolines sont aussi localisés sur cette carte (P_n pour pénétromètres et Dol pour doline).

Le choix de cet emplacement est aussi motivé par l'accès facilité à une alimentation électrique de 220 Volts et au réseau de mesure de la cavité. En effet, les anciennes armoires de mesure des pCO_2 mis en place au cours de la thèse de Lopez (2009) sont situées à proximité. Les différentes mesures réalisées toutes les minutes seront alors enregistrées et visualisables sur le superviseur de Lascaux.

b. Implantation des forages dans les calcaires et formations détritiques

L'implantation des forages a débuté à la fin du mois de Mai après avoir obtenu l'accord administratif du propriétaire du terrain, la société d'exploitation de Lascaux II (Semitour).

Les trois forages dans les formations détritiques ont été réalisés facilement grâce à une tarière à main de 100 mm de diamètre. Pour ce qui est des forages dans les calcaires, nous avons fait appel à la société Alios. Il a été décidé de réaliser des sondages carottés de 100 mm de diamètre pour récupérer des échantillons sous forme de carotte. Ces échantillons seront analysés ultérieurement pour déterminer :

- Les paramètres physiques de la roche (porosité, perméabilité, etc.),
- La fracturation (degré de fracturation, etc.),
- La pétrographie (lames minces, roche totale, minéraux lourds),

Des photographies des opérations de forage ainsi que des carottes de calcaire sont présentées en **figure 9**.



Figure 9 : En haut, photographies des opérations de forage des calcaires, en bas, photographie d'une carotte recueillie.

c. Instrumentation de la parcelle expérimentale

Différents capteurs ont été implantés dans les forages, mais aussi directement dans les formations détritiques. Chaque forage est donc équipé de trois capteurs :

- un capteur infra rouge pour la mesure de la $p\text{CO}_2$ de l'air (GMT 220, Vaisala),
- un capteur chimique pour la mesure de la $p\text{O}_2$ de l'air (oxymètre),
- un capteur pour la mesure de la pression absolue (ATM.ECO, STS) pour suivre la pression atmosphérique dans le forage mais aussi la présence éventuelle d'une nappe temporaire.

Cependant, les capteurs de $p\text{CO}_2$ et $p\text{O}_2$ ne peuvent être immergés comme cela pourrait être le cas lors de la formation de nappes temporaires dans les calcaires et les formations détritiques. Il était donc obligatoire de trouver une solution technique pour protéger ces capteurs de l'eau tout en permettant les mesures. Pour cela, nous avons utilisé une membrane en polyuréthane de 50 μm d'épaisseur (American Polyfilm Incorporation) pour confectionner une chambre de mesure imperméable à l'eau mais perméable aux gaz. Les capteurs de $p\text{CO}_2$ ainsi que le capteur de $p\text{O}_2$ y sont placés, alors que le capteur de pression absolue est placé dans une chambre périphérique. Pour cela, un système de tubage double (100mm/40mm) a été pensé et usiné. Le schéma du dispositif de tubage ainsi que deux photographies de ce dernier sont présentés en **figure 10**.

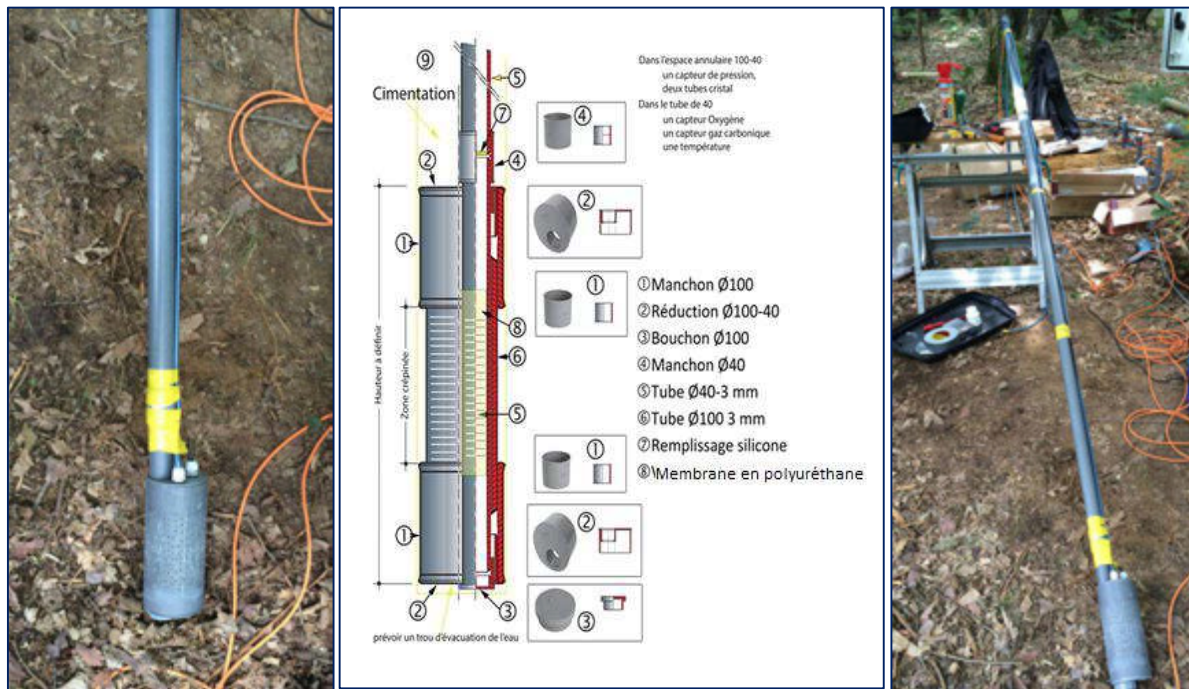


Figure 10 : Schéma et photographies du dispositif de tubage développé pour la mesure de $p\text{CO}_2$ et $p\text{O}_2$ en continu dans les forages

Les tubes munis des capteurs ont été placés dans les forages. Une couche (0,30 m d'épaisseur) de sable fin est ensuite incorporée avant la cimentation dans le fond du forage pour boucher l'espace annulaire restant entre la chambre de mesure et les parois et éviter la pénétration du ciment dans la chambre de mesure.

En plus de ces mesures dans les forages, 6 capteurs de mesure de la teneur en eau volumique et de la température du sol (ML3 ThetaProbe, Delta T Devices Ltd) et 6 capteurs de mesure de la tension d'eau dans le sol (tensiomètres électroniques à capteur profond STCP 850, SDEC) ont été implantés dans les formations détritiques sablo-argileuses à 0,2/0,5/0,75/1/1,5 et 2m de profondeur. Ces capteurs permettront de suivre les fronts d'infiltration ainsi que les températures à différentes profondeurs pour déterminer comment ces paramètres influencent les $p\text{CO}_2$ et $p\text{O}_2$ mesurées.

Tous ces capteurs sont ensuite reliés à deux data-loggers Ahlborn de 30 et 9 voies d'acquisition disposés dans une armoire électrique et connectés au réseau de mesure de Lascaux. Le schéma de l'armoire de mesure est présenté ci-après en [figure 11](#).

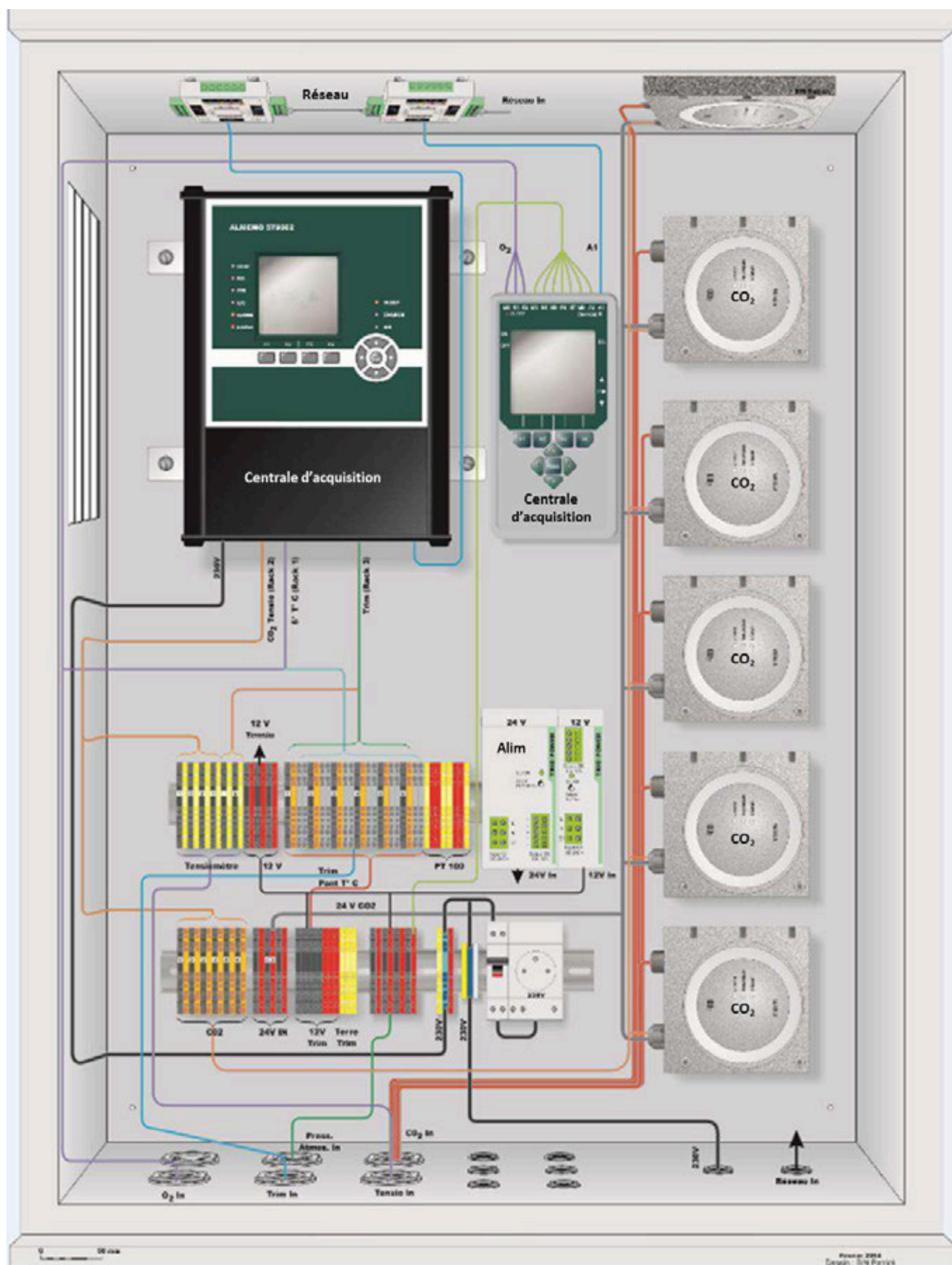


Figure 11 : Schéma de l'armoire de mesure

La localisation des forages et capteurs implantés dans la parcelle est présentée en **figure 12**.

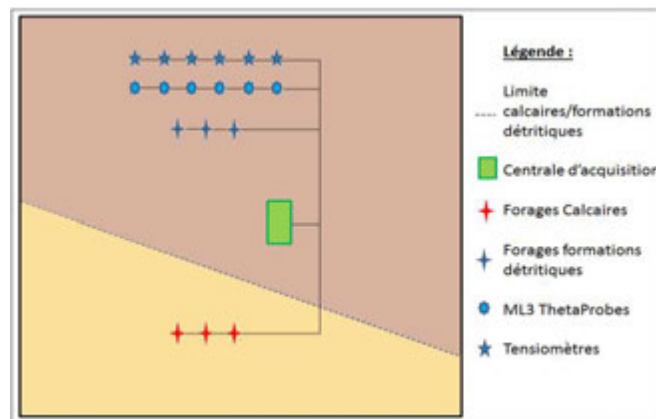


Figure 12 : Plan schématique des forages et capteurs implantés dans la parcelle expérimentale

Trois mois de mesures en continu ont déjà été recueillis (Juillet, Août et Septembre 2014). Les premiers résultats sont présentés au chapitre III.

2) Les équipements et les prélèvements d'air dans la cavité

a. Équipement de la grande diaclase.

Deux capteurs de pO_2 et un capteur de pCO_2 sont ajoutés dans la cavité :

- un capteur de pO_2 au bas de la Diaclase pour compléter les mesures réalisées par le capteur de pCO_2 déjà présent,
- un capteur de pO_2 et pCO_2 en haut de la Diaclase pour comprendre les relations avec l'atmosphère extérieure (si elles existent).

Ces équipements supplémentaires s'ajoutent à la mesure des vitesses de pompage de l'extracteur par l'anémomètre mis en place par Philippe Malaurent et Jean-Christophe Portais. Ils permettront de comprendre les signaux anarchiques mesurés en bas de la Diaclase, de déterminer si le pompage en est la cause mais aussi d'étudier les échanges de CO_2 entre les sols et la cavité. La localisation de ces nouveaux capteurs est présentée en **figure 13**.

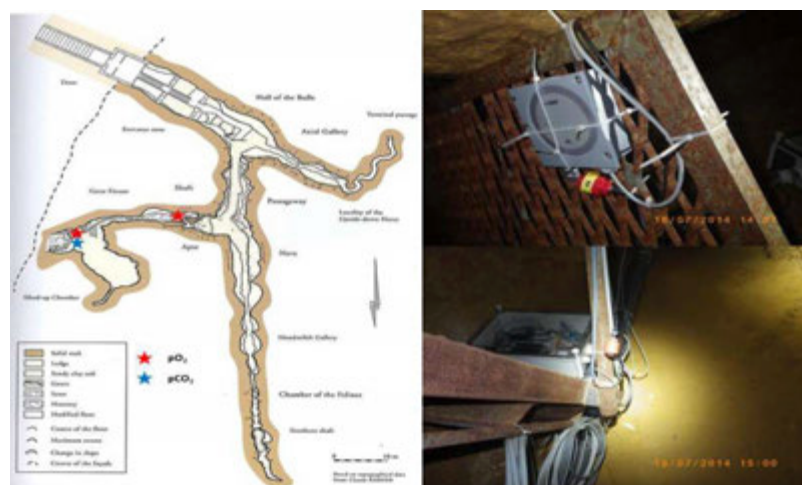


Figure 13 : Localisation et photographies (haut : haut diaclase / bas : Bas diaclase) des capteurs installés dans la cavité

b. Prélèvements de gaz dans la cavité

Ils sont réalisés à l'aide d'une ampoule en verre sous vide développée spécialement pour ces derniers (Cf. [figure 14](#)).



Figure 14 : Ampoules en verre de 500 ml développée pour les prélèvements de gaz.

Pour déterminer la dynamique du CO₂ dans la totalité de la cavité selon les différentes périodes de l'année, des points de prélèvement ont été sélectionnés de façon à ce qu'ils représentent les différentes conditions rencontrées dans la cavité (pCO₂, profondeur par rapport à la surface, etc.). Ces points de prélèvements sont les suivants :

- Salle des Taureaux,
- Galerie Mondmilch,
- Bas de la Diaclase (Puits du Sorcier),
- Haut de la Diaclase,
- Salles Ensablées.

Une première série de prélèvement a été réalisée le 28/05/2014. Les photographies des points de mesure sont présentées en [figure 15](#).



Figure 15 : Prélèvements de gaz dans la cavité avec de gauche à droite : la Salle des Taureaux, les Salles Ensablées, le Puits du Sorcier, la Galerie Mondmilch et le Haut de la Diaclase.

Remarque : un point de prélèvement supplémentaire sera ajouté pour les prochaines campagnes (Fond du Diverticule Axial). De plus, des prélèvements identiques seront réalisés dans les forages de la parcelle expérimentale pour déterminer le signal spécifique du $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 dans les sols et l'épikarst.

Ces prélèvements sont envoyés au BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) pour les analyses du $\delta^{13}\text{C}$ du CO_2 mais aussi pour déterminer les gaz présents ainsi que leurs proportions dans les différentes parties de la cavité. Le but final est de déterminer par des équations de mélange, quelles proportions des différentes masses d'air (atmosphère et massif) interviennent dans la composition de l'air de la cavité.

3) Les fouilles de récupération de l'eau des sols

Deux fouilles de récupération des eaux en sortie de sol ont été installées au mois de Novembre 2013. Elles ont été implantées à l'extérieur de l'enceinte (Cf. **Figure 16**), une sous les calcisols leptiques (L2) et l'autre sous les luvisols typiques (L1).

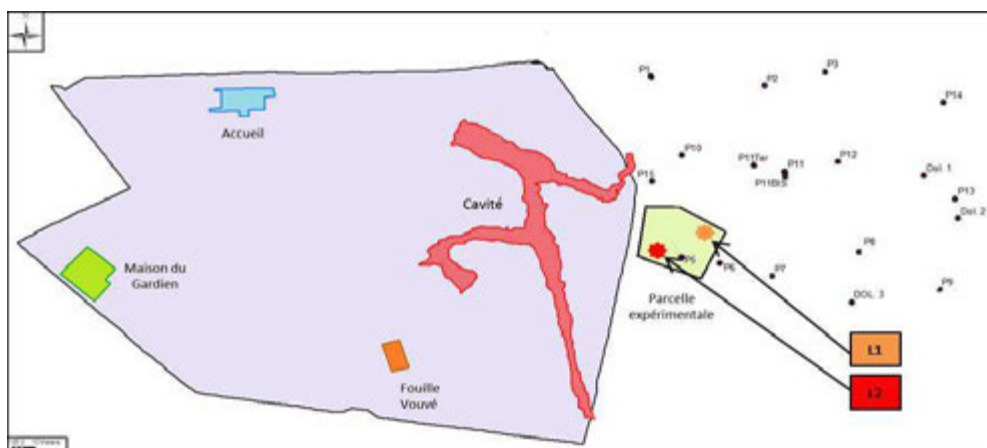


Figure 16 : Carte de localisation des deux fouilles de récupération L1 et L2.

Ces dispositifs sont constitués d'une plaque en inox de 5 mm d'épaisseur et de 50 cm² qui a été foncée horizontalement à environ 0,30 cm de profondeur. Les photographies et schémas de la fouille de récupération L2 sont présentés en **figure 17**.

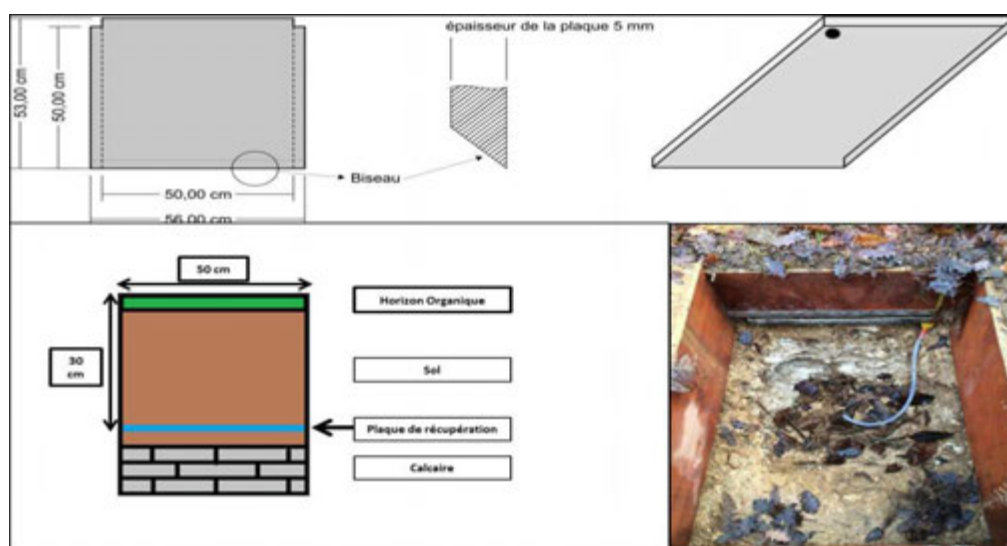


Figure 17 : Schémas et photographie de la fouille de récupération L2.

Les plaques mises en place vont permettre de récupérer les eaux d'infiltration sur une surface de 50 cm² sans oublier toutefois que les écoulements horizontaux ne sont pas entravés par le dispositif comme c'est le cas pour un lysimètre traditionnel. Les analyses permettront de déterminer le signal d'entrée en Carbone Organique Dissous (COD) et en éléments majeurs (Cl⁻, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, NO₃⁻, SO₄²⁻, etc.) dans le système selon les types de sols rencontrés. Une attention particulière sera portée aux mesures de COD qui permettront de déterminer le taux de dégradation de ces espèces organiques en les comparant aux mesures de fluorimétrie de l'émergence épikarstique. Une estimation de la quantité de CO₂ produite à partir de cette dégradation pourra alors être effectuée. Cette information pourra s'avérer importante pour comprendre la dynamique du CO₂. De plus, le COD peut être utilisé comme traceur des conditions d'écoulement dans notre système. En effet, des variations de ce signal en sortie du système pourront être expliquées soit par la participation à l'écoulement d'eaux d'origines différentes, soit par la participation à l'écoulement d'eaux à temps de séjour différent dans le système (dégradation plus ou moins importante).

Quinze prélèvements ont déjà été réalisés depuis le début de l'année 2014. Les résultats des analyses sont présentés au chapitre III.

4) Le dispositif de prélèvement des eaux de pluies

Pour permettre la détermination du signal d'entrée (ions majeurs et isotopes de l'eau) dans l'épikarst, un système de récupération des eaux de pluies a été associé au pluviomètre présent au-dessus de l'entrée de la cavité (Octobre 2013). Ce système permet de récupérer les pluies mesurées par le pluviomètre à auget pour les guider dans un bidon conservé dans une glacière. Ce dispositif permet au contraire des récupérateurs d'eau de pluie traditionnels, de limiter les contaminations ainsi que les variations de température trop importantes qui pourraient provoquer l'évaporation de l'eau et donc influencer le signal isotopique. Le dispositif est présenté en **figure 18**.



Figure 18 : Pluviomètre équipé pour les prélèvements des eaux de pluies

Les prélèvements sont effectués tous les lundis par les agents de la cavité. A ce jour, plus de quarante échantillons ont été prélevés et analysés (ions majeurs). Les résultats des analyses sont présentés au chapitre III.

5) Le dispositif de suivi en continu des paramètres hydrogéochimiques et de la fluorescence de l'émergence épikarstique

La mise en place du dispositif de mesure en continu à l'émergence du SAS 1 a été effectuée avant le début de la reprise des écoulements au début (Novembre 2013). Ce dispositif est localisé en **figure 19**.

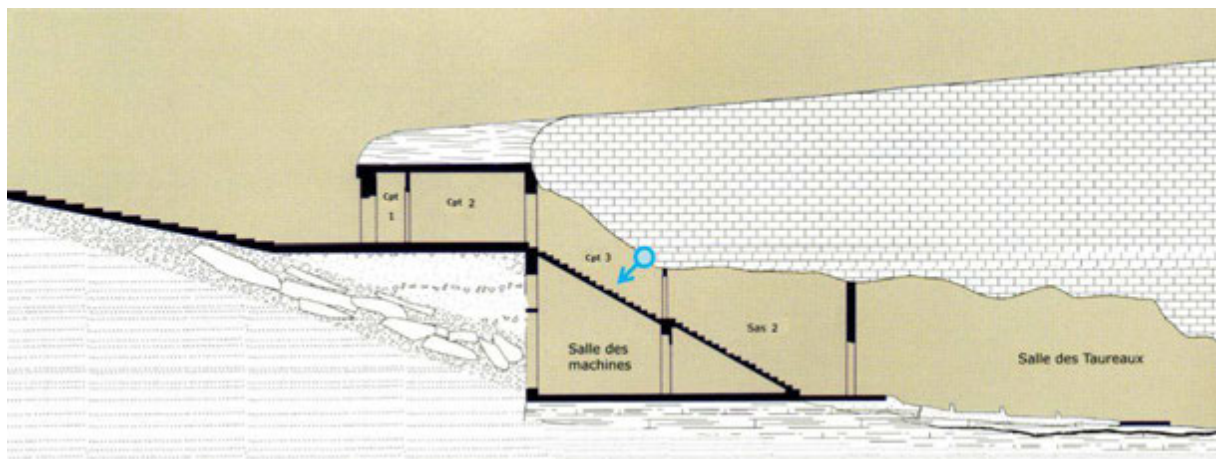


Figure 19 : Localisation du dispositif de mesure en continu à l'émergence épikarstique du compartiment 3 du SAS 1 (d'après Norbert).

Ce dispositif de suivi va enregistrer en continu les paramètres suivants :

- les paramètres physico-chimiques tels que le pH, la conductivité électrique, l'oxygène dissous et le potentiel oxydo-réducteur. Ces enregistrements sont réalisés par des sondes de la marque WTW couplées à deux multimètres WTW 3430 (Cf. **Figure 20**). Ces sondes sont étalonnées toutes les semaines,
- la fluorescence de la matière organique grâce au Fluorimètre GGUN-FL30 de la société Albilia (Cf. **Figure 20**), qui permettra la détermination du Carbone Organique Dissous grâce à la mesure réalisée dans le domaine de l'ultra-violet ($\lambda=370$ nm).



Figure 20 : A gauche le multimètre WTW 3430 et à droite le Fluorimètre GGUN-FL30.

Le développement de ce dispositif devait répondre à plusieurs contraintes techniques :

- intercepter suffisamment d'écoulements sans provoquer un dégazage important du CO₂ dissous par éclatement des gouttes,
- créer un système de faible encombrement pouvant être fixé aux parois en inox de l'escalier du Compartiment 3 du SAS 1,
- créer une cuve de mesure suffisamment grande pour accueillir les quatre sondes prévues sans toutefois comporter un volume dont le renouvellement serait trop lent,
- créer un système permettant de s'affranchir d'air dans le tube amenant au fluorimètre,
- gérer les variations assez importantes du débit de l'écoulement recueilli pour ne pas détremper l'escalier.

Pour cela, une gouttière en PVC de 2 mètres de longueur et 0,2 mètre de largeur préalablement rincée à l'eau ultra-pure a été placée sous les stalactites les plus productives en minimisant au maximum la hauteur de chute des gouttes d'eau (Cf. [Figure 21](#)).



Figure 21 : Gouttière en PVC de récupération des eaux au droit des stalactites les plus productives.

L'eau récupérée est amenée à la cuve de mesure et part ensuite vers le fluorimètre. Pour éviter que des bulles d'air ne passent dans le tuyau menant au fluorimètre, le niveau d'eau dans la cuve de mesure devait être contraint de manière à ce qu'il soit toujours situé au-dessus de la sortie. Pour cela, une cuve supplémentaire est placée en sortie du système à une hauteur supérieure à celle de la sortie de la cuve. Une photographie du système en [figure 22](#) montre la cuve supplémentaire.



Figure 22 : Photographie du système avec la cuve de contrainte du niveau d'eau à gauche.

Enfin, pour gérer les variations de débit importantes et très rapides de cet écoulement épikarstique, il a été nécessaire d'ajouter un bac de récupération du trop-plein en dessous de la cuve de mesure. Le système complet est présenté en **figure 23**.

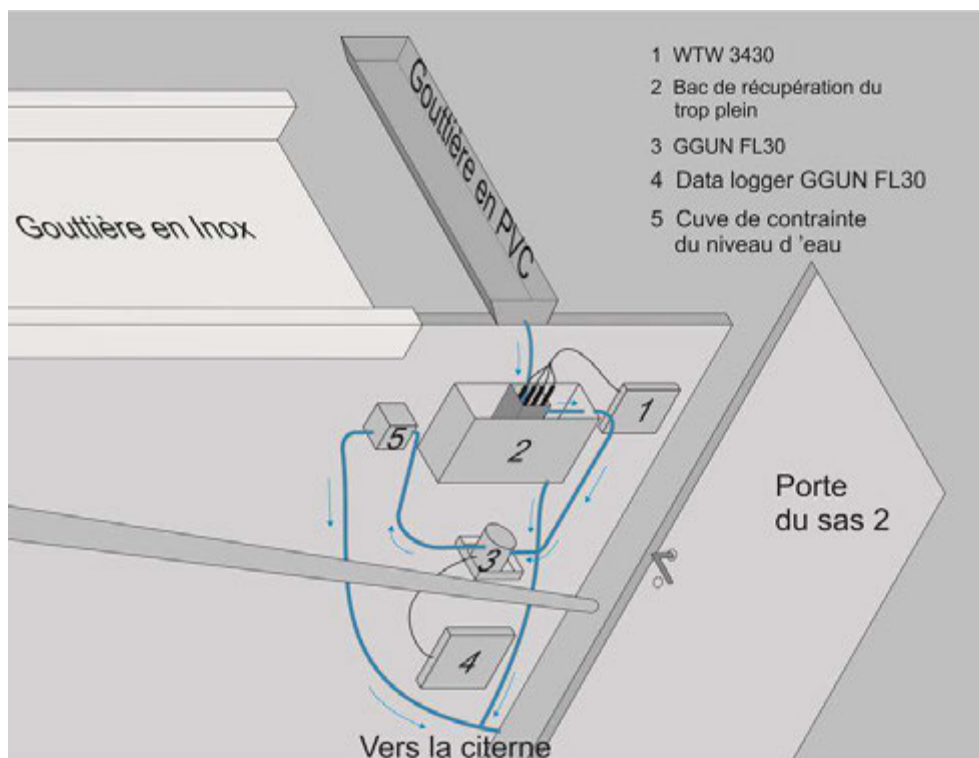


Figure 23 : Schéma explicatif du dispositif de mesure mis en place au compartiment 3 du SAS 1

Remarque : le data logger du fluorimètre GGUN-FL30 a été déplacé dans le compartiment 1 du SAS 1 pour diminuer les risques de panne de ce dispositif sensible à l'humidité mais aussi pour permettre

un accès plus aisé pour la récupération des données quand les températures extérieures ne permettent pas de rentrer dans la cavité.

En plus de ce suivi en continu, des prélèvements sont réalisés de façon hebdomadaire en sortie de la gouttière de récupération (protocole de prélèvement en [annexe 1](#)). Ces derniers font l'objet de diverses analyses en laboratoires (ions majeurs, isotopes de l'eau et du carbone inorganique dissous, carbone organique dissous, métaux, *etc.*), mais aussi de mesure in-situ des paramètres physico-chimiques pour comparaison avec les valeurs enregistrées par le suivi en continu. Les analyses de COD réalisées en laboratoire vont permettre de déterminer une droite étalon reliant la mesure de la fluorescence (mV) et COD (mg/L). Au total, 35 prélèvements ont été effectués à l'émergence épikarstique du SAS 1. Des prélèvements sont aussi réalisés à l'exutoire de la Haute Fageotte (40 prélèvements).

6) Réalisation des analyses en laboratoire

Les mesures de concentration en anions (fluorure, chlorures, nitrite, sulfate, nitrate, phosphate) et cations (sodium, ammonium, potassium, magnésium et calcium) sont réalisées respectivement sur un chromatographe Dionex ICS 1500 et un chromatographe Dionex ICS 1100. Le premier est muni de colonnes AS15 pour les anions et le second de colonnes CS12 pour les cations. Pour les anions, nous utilisons un éluant à base de soude (KOH). Pour les cations, nous utilisons un éluant à base d'acide méta-sulfonique. L'incertitude sur la mesure est estimée à 2% par les tests de répétitivité effectués sur les échantillons.

L'analyse du COD suit le principe de l'oxydation thermique. Elle est réalisée grâce à un analyseur de carbone dissous Shimadzu (précision > 5%) du laboratoire EPOC. L'échantillon est injecté à l'aide d'une seringue puis introduit dans un tube chauffé à 680°C, qui contient un catalyseur agissant comme oxydant. Les composés de combustion et de dégradation sont sous forme de CO₂, qui est analysé par détection infrarouge et quantifié par comparaison à une courbe d'étalonnage.

Les analyses du $\delta^{13}\text{C}$ du TDIC sont réalisées sur un spectromètre de masse (IRMS) du laboratoire EPOC. Une attaque acide est réalisée pour passer tout le TDIC sous forme de CO₂ tout en injectant dans les flacons sertis un volume d'hélium sous forme gazeuse. Le CO₂ présent dans l'eau va alors dégazer pour se mettre à l'équilibre dans la phase gazeuse. Cette dernière est ensuite injectée directement dans le spectromètre de masse pour réaliser la mesure du ratio isotopique.

Les autres analyses (eau et gaz) sont sous traitées dans d'autres laboratoires extérieurs (BRGM, LabEco, *etc.*).

III) Premiers résultats et mesures recueillis :

De nombreuses mesures et résultats ont d'ores et déjà été recueillis depuis le mois d'Octobre 2013. Ces données ont permis d'apporter de nouvelles informations quant à la dynamique du CO₂ dans le massif et la cavité, mais aussi en ce qui concerne le comportement hydrodynamique et hydrochimique de l'émergence épikarstique.

1) La dynamique du CO₂ dans le massif et la cavité de Lascaux :

Les premières analyses de données se sont concentrées sur les données recueillies par les capteurs de la parcelle expérimentale mais aussi par ceux déjà en place dans la cavité.

a. Le CO₂ dans l'épikarst et les formations détritiques associées :

Les mesures réalisées par les capteurs de la parcelle expérimentale apportent plusieurs informations nouvelles. En premier lieu, les mesures de pCO₂ réalisées dans les 6 forages montrent plusieurs tendances marquées comme le montre le graphique de la **figure 24**.

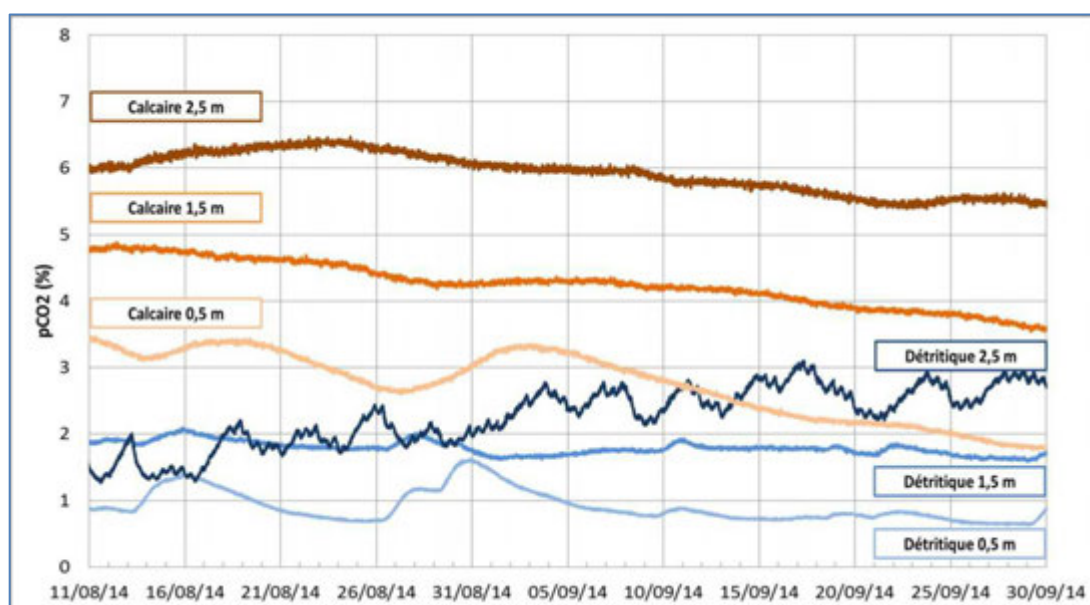


Figure 24 : Evolutions des pCO₂ mesurées dans les six forages mis en place

En premier lieu, il apparaît que les pCO₂ augmentent avec la profondeur. Cette observation peut être expliquée par deux hypothèses. La première est que plus la profondeur augmente, plus les échanges avec l'atmosphère faiblement chargée en CO₂ diminuent. La seconde indiquerait plutôt une production de CO₂ plus importante en profondeur.

Les pCO₂ sont plus importantes dans les calcaires que dans les formations détritiques à profondeurs identiques avec des valeurs en moyenne deux fois supérieures. Les valeurs atteignent 6,5% dans les calcaires à 2,5 mètres de profondeur. Cependant, il semble que les pCO₂ mesurées dans les formations détritiques à 2,5 mètres de profondeur aient tendance à augmenter quand les pCO₂ dans les calcaires et les formations détritiques à de plus faibles profondeurs diminuent depuis la fin du mois d'Août. De plus, il apparaît que les pCO₂ sont plus variables dans les formations détritiques que dans les calcaires (surtout à 1,5 et 2,5 mètres). En effet, la mise en relation des données de teneur en eau du sol avec les mesures de pCO₂ réalisées à 0,5 et 1,5 mètres de profondeur dans les formations détritiques et à 0,5 mètre dans les calcaires laissent apparaître un rôle des infiltrations dans l'augmentation des teneurs en CO₂ (Cf. **figure 25**).

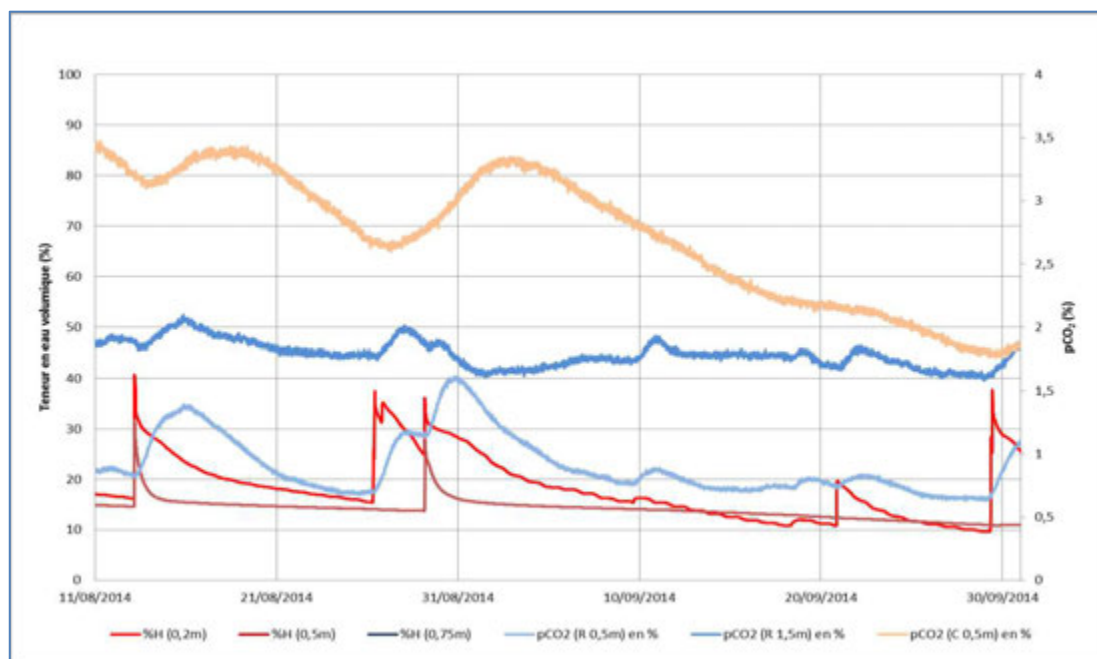


Figure 25 : Evolution des teneurs en eau du sol à 0,2 et 0,5 m et des pCO₂ dans les formations détritiques à 0,5 m et 1,5 m et dans les calcaires à 0,5 m.

Il apparaît que les augmentations de teneurs en eau dans les sols sont suivies d'une augmentation des pCO₂ dans les formations détritiques et les calcaires. Cependant, il semble que cette augmentation se produise plus tardivement et sur une période plus longue dans les calcaires que dans les formations détritiques. Ce phénomène pourrait être expliqué par une diminution du volume disponible pour les gaz quand le degré de saturation augmente. La concentration en CO₂ serait donc plus importante à cause de la compression. Cependant, les fronts d'infiltration ne sont pas détectés à plus de 0,5 mètre de profondeur. L'hypothèse selon laquelle la frange plus humide du sol en surface jouerait un rôle de barrière aux flux ascendants de CO₂ vers l'atmosphère, semble plus cohérente.

L'évolution de la pCO₂ à 2,5 mètres de profondeur dans les formations détritiques sablo-argileuses se fait de façon totalement différente des autres signaux enregistrés. En effet, quand les signaux enregistrés dans les autres forages semblent plus plats, le signal du forage le plus profond dans les formations détritiques montre de nombreuses baisses et augmentations. Partant de ce postulat, nous avons recherché à rattacher ces variations à d'autres paramètres mesurés dans la parcelle expérimentale. Il apparaît alors que la pression atmosphérique joue un rôle important dans ces phénomènes comme le montre la [figure 26](#).

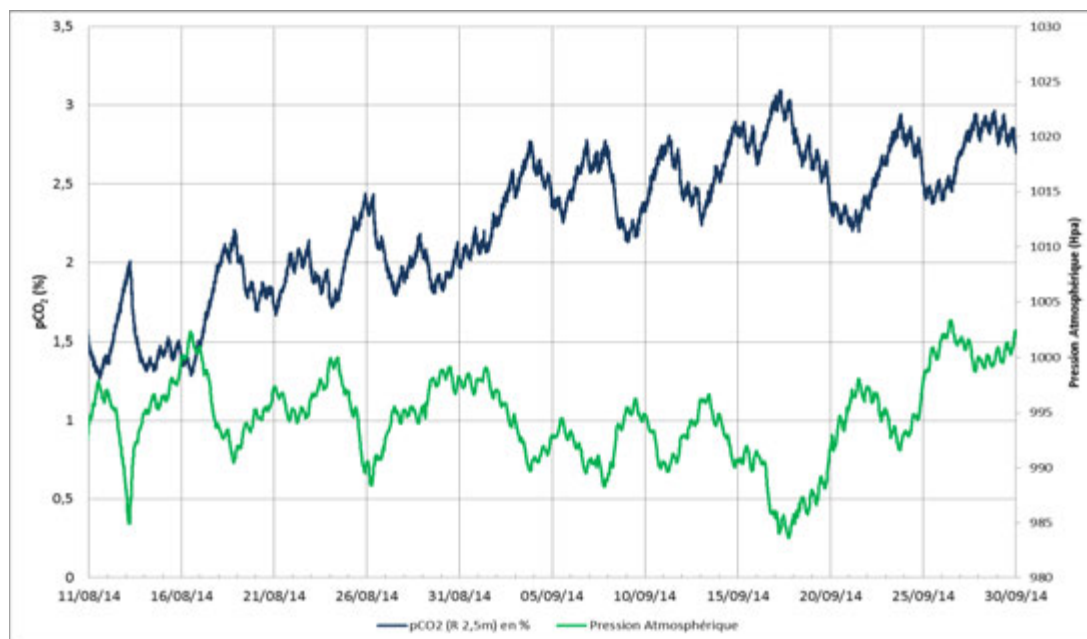


Figure 26 : Evolution de la pCO₂ à 2,5 m de profondeur dans les formations détritiques et de la pression atmosphérique

La pCO₂ de ce point de mesure évolue inversement à la pression atmosphérique que ce soit lors des faibles variations journalières mais aussi lors des variations des conditions anticycloniques. Ce comportement particulier rappelle celui du Puits du Sorcier qui semble varier de la même façon quand l'extracteur n'est pas en marche (Denis et al., 2005). Les mesures réalisées dans l'épikarst rappellent plutôt l'évolution du CO₂ dans le cabinet des félins et la galerie Mondmilch. Cette dynamique particulière pourrait s'expliquer par le fait que le point de mesure se trouve dans la frange supérieure d'une « nappe » de CO₂ plus concentrée présente en profondeur dans les formations détritiques. Cette hypothèse est concordante avec les fortes valeurs mesurées au cours de la thèse de Lopez (2007) dans les pénétromètres profonds (jusqu'à 8,65 %). Cette nappe se comporterait comme une nappe captive sous les argiles et subirait donc des phases de compression/décompression dues aux variations de la pression atmosphérique. Le fait que ce point de mesure soit situé sous une couche d'argile mais surtout dans un niveau sablo-argileux laisse supposer que les variations de pression ne sont pas compensées par un rééquilibrage direct comme cela est le cas plus en surface mais surtout dans les calcaires fracturés plus ouverts de l'épikarst. Cependant, des données supplémentaires sont nécessaires pour affiner ces interprétations.

Quoi qu'il en soit, les trois premiers mois de mesure montrent des signaux beaucoup plus stables que ceux recueillis par Lopez (2007). En effet, il semble que le fait de pomper affectait les mesures de pCO₂, malgré toutes les précautions prises pour réaliser ces dernières.

b. Etude de la dynamique du CO₂ dans la cavité de Lascaux :

Le premier travail a été de répertorier et d'archiver toutes les données de pCO₂ acquises sur le site de la grotte de Lascaux depuis 1955. Ces dernières sont résumées dans le [tableau 1](#).

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des données de pCO₂ acquises sur le site de Lascaux de 1955 à 2014. En gris : absence de données, en jaune : données manquantes et en vert : données complètes

Dates	Mesures de pCO ₂ disponibles archivées																				
	Extérieur grotte					Intérieur grotte															
	Mesures forages		Mesures sols manuelles (remplissages et calcaires)		Mesures pénétromètres	Mesures Manueller										Mesures Continues					
	Continues	Manuelles	Canne gaz	Maillages		SAS 1	SAS 2	ST	Div Axial	Passage	Abside	Puits	Nef	GM	Div Félin	GM	Puits	ST	Div Félin	Div Axial	Nef
1955									3) de mesure	3) de mesure		3) de mesure		3) de mesure							
1956																					
1957																					
1958																					
1959																					
1960									2) de mesure	2) de mesure		2) de mesure		2) de mesure							
1961									3) de mesure	3) de mesure		3) de mesure		3) de mesure							
1962									4) de mesure	4) de mesure		4) de mesure		4) de mesure							
1963									2) de mesure	2) de mesure		2) de mesure		2) de mesure							
1964																					
1965																					
1966																					
1967																					
1968																					
1969			3) de mesure			3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure	3) de mesure						
1970								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1971								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1972								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1973								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1974								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1975								peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure	peu de mesure						
1976																					
1977																					
1978																					
1979																					
1980																					
1981																					
1982																					
1983																					
1984																					
1985																					
1986																					
1987																					
1988																					
1989																					
1990																					
1991																					
1992																					
1993																					
1994																					
1995																					
1996								peu de mesure				peu de mesure				à partir 23/05	à partir 23/05				
1997			1 mesure					1 mesure	1 mesure	1 mesure	1 mesure	1 mesure	1 mesure	1 mesure	1 mesure		manque du 3/6 au 16/7				
1998			10 mesures			10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures	10 mesures		manque du 21/7 au 24/9				
1999																manque à partir 6/8	manque à partir 2/11				
2000																à partir 26/1					
2001																manque à partir 3/8	manque à partir 28/7				
2002																à partir 30/4	à partir 30/4				
2003																manque à partir 12/12	manque à partir 22/10				
2004																à partir 28/4 et manque à partir 22/10	à partir 22/10				
2005																à partir 31/3	à partir 31/3				
2006																					
2007																					
2008																					
2009																manque le 10/2	manque le 10/2	manque le 10/2			
2010																					
2011																					
2012																manque du 30/6 au 10/9	manque du 30/6 au 10/9	manque du 30/6 au 10/9	à partir 10/9	à partir 10/9	à partir 10/9
2013																					
2014																					

Nous nous sommes concentrés sur l'étude des mesures en continu de pCO₂ et de températures réalisées dans la cavité. Une attention particulière est apportée aux données des années 2013 et 2014 du fait du plus grand nombre de capteurs installés dans la cavité à partir de la fin de l'année 2012. Cette étude a permis de mettre en lumière plusieurs phénomènes intéressants.

Les mesures de pCO₂ enregistrées dans les différentes parties de la cavité montrent pour les années 2013 et 2014, des différences notoires entre les différentes zones de la cavité. Les mesures de 2013 sont présentées en **figure 27**. Les mesures du Puits du sorcier ne sont pas représentées sur le graphique. Elles feront l'objet d'un paragraphe indépendant.

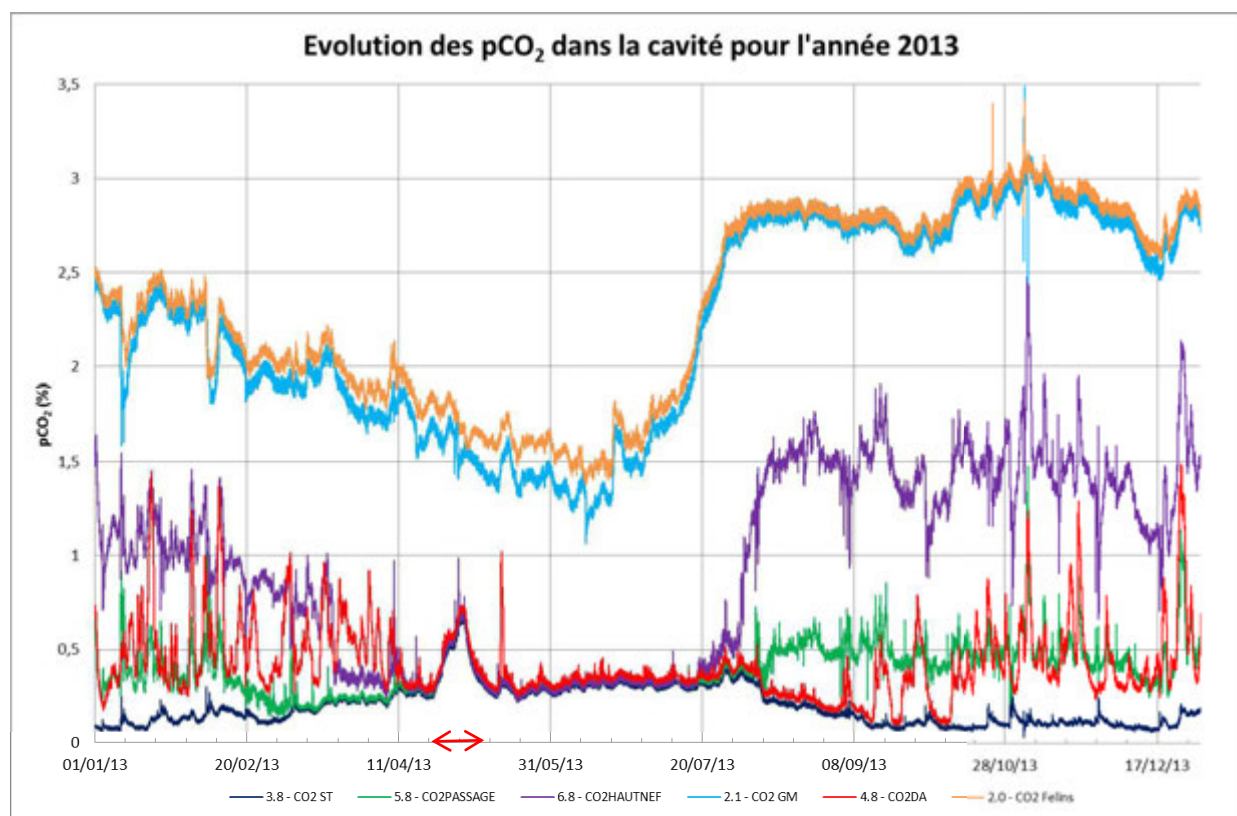


Figure 27 : Evolution des pCO₂ dans les différentes parties de la cavité de Lascaux (la double flèche rouge montre la période d'arrêt de l'extracteur).

Ce graphique montre que les évolutions des pCO₂ ne se font pas de la même façon dans les différentes parties de la cavité.

Cabinet des félins et galerie Mondmilch (GM) :

Des teneurs en CO₂ élevées (1,25 à 3 %) et quasi-équivalentes sont enregistrés dans la partie la plus profonde de la cavité à savoir le cabinet des félins et la galerie Mondmilch. Les pCO₂ y décroissent de Janvier à Juin pour atteindre le minimum annuel de 1,25% mi-juin, puis augmentent rapidement pour atteindre 2,8% à la fin du mois de Juillet et rester quasi-constantes jusqu'à la fin de l'année. Cette dynamique semble montrer un comportement dit « naturel » du CO₂, avec un signal correspondant à celui du massif calcaire dans lequel la cavité se développe. En effet, la comparaison des différences de température entre l'atmosphère extérieure et le cabinet des félins et de la pCO₂ mesurée au cabinet des félins (Cf. **figure 28**) montre que la diminution des pCO₂ se fait quand l'atmosphère extérieure est plus froide que le cabinet des félins, et inversement. Cette observation est aussi faite dans le cas d'autres cavités comme celle de Cussac. Cependant, dans le cas de la cavité de

Lascaux, la $p\text{CO}_2$ reste tout de même élevée en hiver ce qui laisse penser que les échanges avec l'extérieur sont limités dans la cavité de Lascaux.

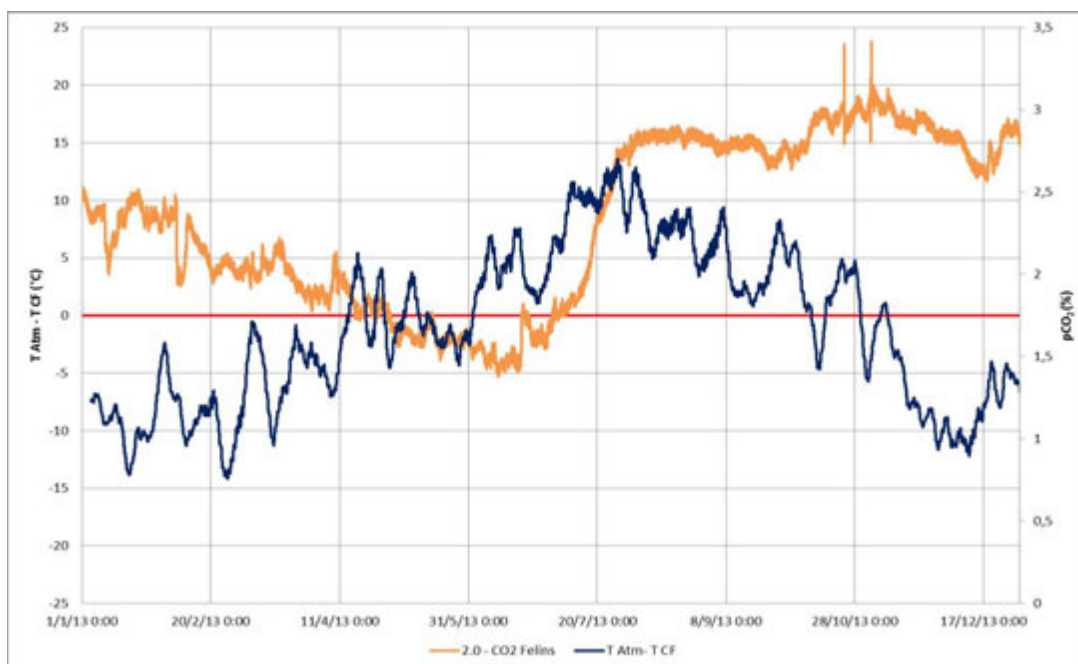


Figure 28 : Comparaison de la différence entre la température de l'atmosphère extérieure et celle du cabinet des félins et la $p\text{CO}_2$ mesurée au cabinet des félins.

Une étude détaillée sur l'utilisation du concept de température virtuelle pour l'étude des échanges entre cavité et atmosphère extérieure est en cours de réalisation.

Salle des taureaux, passage, haut de la nef et diverticule axial :

Les autres zones de la cavité semblent quant à elles évoluer selon une dynamique commune. En effet, il apparaît que les signaux des différentes parties de la cavité (salle des taureaux, passage, diverticule axial, haut de la nef) sont différenciés en hiver et en automne quand ils paraissent quasi-identiques au printemps et en été. Les signaux enregistrés au passage, en haut de la nef mais aussi au diverticule axial semblent diminuer l'un après l'autre pour venir se caler à la fin de l'hiver sur le signal enregistré dans la salle des taureaux. Inversement, à partir de la fin du mois de juillet, ces signaux se dissocient rapidement pour reprendre des valeurs différentes. Pour comprendre ces phénomènes, nous nous sommes intéressés aux températures mesurées dans les différentes parties de la cavité.

Tout d'abord, il est observé que la $p\text{CO}_2$ mesurée dans le passage est la première à diminuer à la mi-février. Cette diminution semble être causée par un brassage de l'air du passage par des cellules de convection qui se mettent en place avec la salle des taureaux. En effet, la température de la salle des taureaux devient inférieure à celle du passage à cette date. Un air froid descend de la salle des taureaux sur le sol du passage. Les $p\text{CO}_2$ de ces deux zones deviennent alors semblables. Pour ce qui est de la dissociation des signaux au début du mois d'août, elle ne semble pas concorder avec un inversement des températures entre la salle des taureaux et le passage. Cependant, il apparaît que la température du sol du passage augmente brusquement quand celle du milieu du passage diminue à cette même date. Il se pourrait donc que les convections se fassent avec une autre partie de la cavité. En effet, la $p\text{CO}_2$ de la salle des taureaux qui avait augmenté avec les convections semble diminuer rapidement lors de la dissociation des deux signaux. Ces phénomènes sont observables en [figure 29](#).

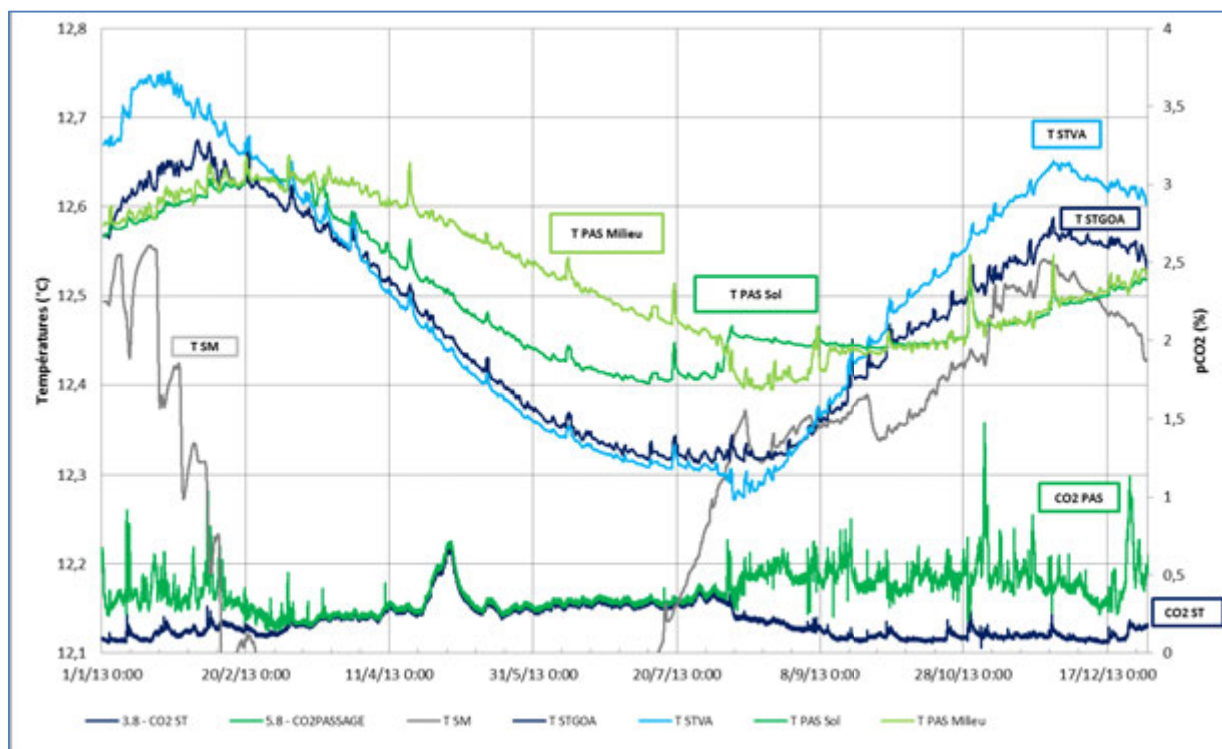


Figure 29 : Evolution des pCO₂ et températures au passage et dans la salle des taureaux

La figure 30 présentant les températures et pCO₂ du diverticule axial et de la salle des taureaux montre des phénomènes de convections s'établissant de la même manière entre ces zones.

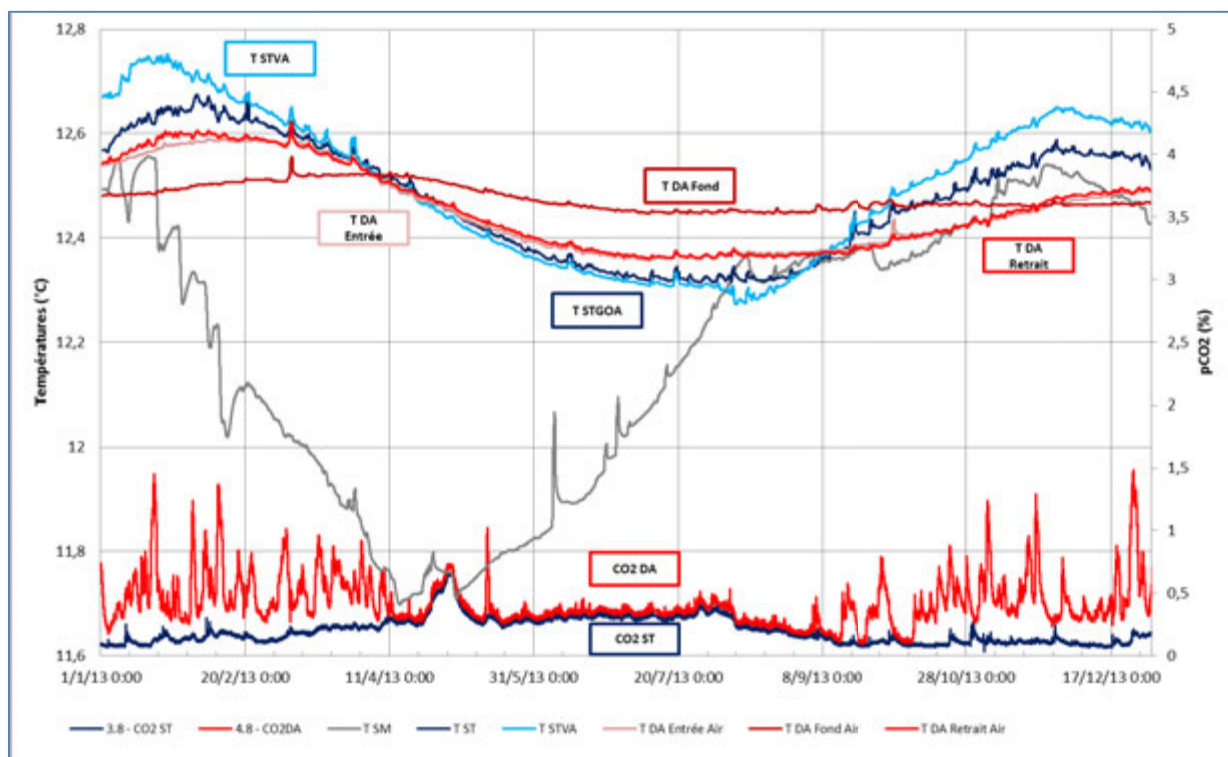


Figure 30 : Evolution des températures et pCO₂ au diverticule axial et dans la salle des taureaux.

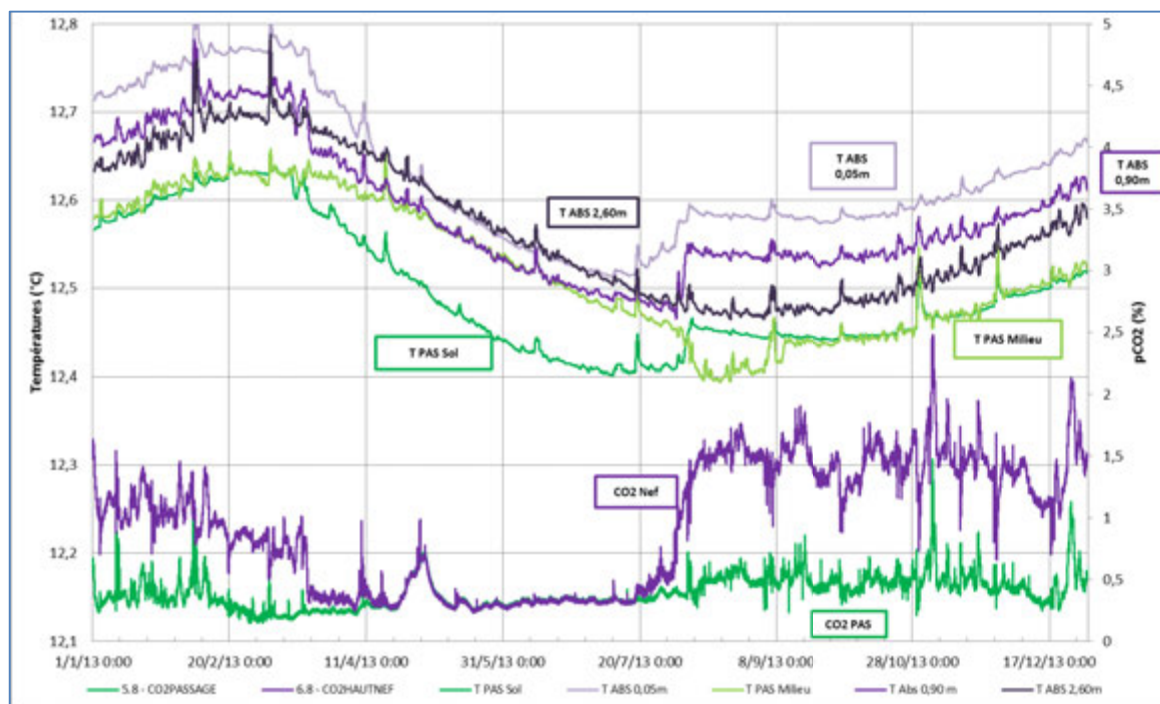


Figure 31 : Evolution des températures et pCO₂ au passage et au haut de la nef

Une information supplémentaire est apportée par la **figure 31**. En effet, il semble qu'au moment où les pCO₂ des deux zones se dissocient, la température mesurée au sol de l'abside (0,05 m) augmentent subitement deux semaines avant celles présentes plus en hauteur sur le mât de mesure. Il semblerait donc qu'un air plus chaud remonte d'une partie plus profonde de la cavité, ce qui viendrait appuyer l'hypothèse selon laquelle les convections se feraient différemment à cette période de l'année. De plus, au vue de la configuration du point de mesure de température au sol de l'abside, il apparaît fort probable que cette air provient du puits du sorcier et non de la nef. En effet, comme le montre la photographie en **figure 32**, un petit muret sépare ce point de mesure de la nef.



Figure 32 : photographie du capteur de mesure de température au sol de l'abside.

L'analyse de la [figure 33](#) nous permet de proposer l'hypothèse suivante. Les convections entre la salle des taureaux, le passage et le haut de nef au printemps et en été se feraient plutôt entre le puits du sorcier et le passage à cette période de l'année. En effet, l'analyse des mesures de températures montre un renversement du gradient de température entre le passage et le puits du sorcier et simultanément une augmentation du CO₂ au haut de la nef.

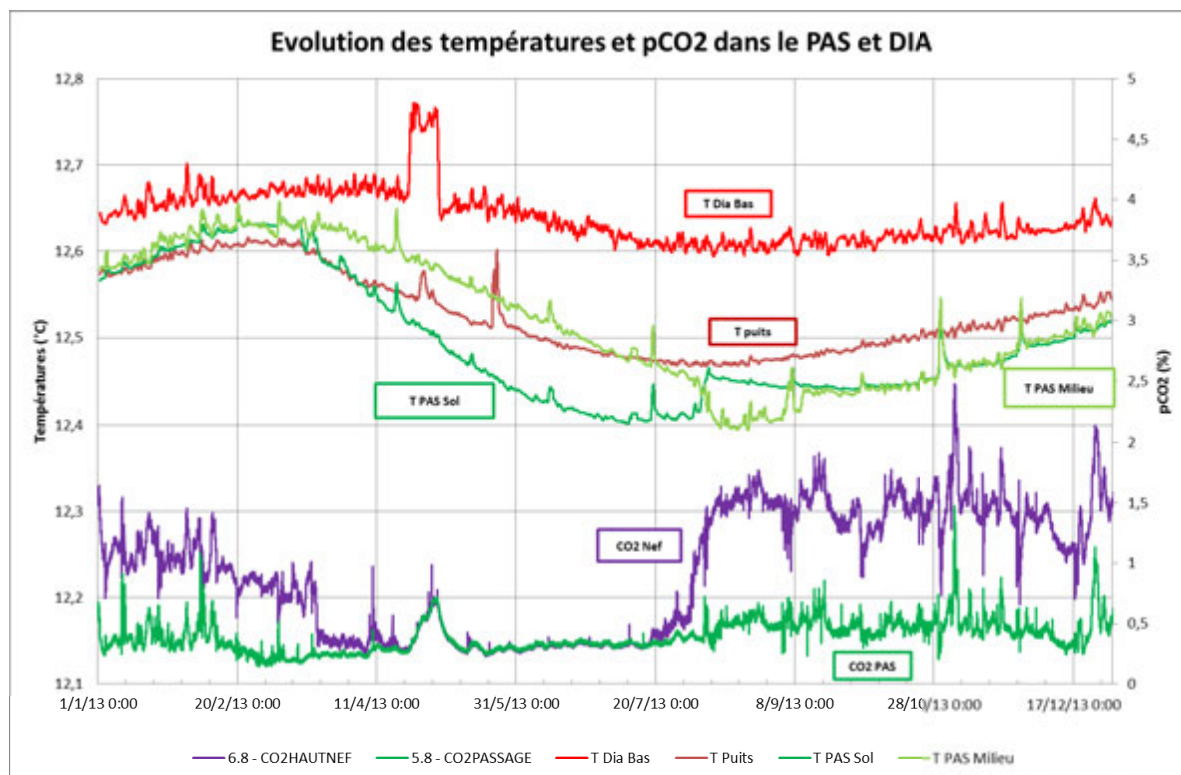


Figure 33 : Evolution des températures au puits du sorcier et au passage et des pCO₂ au passage et au haut de la nef.

Remarque : les mesures pour l'année 2014 montrent pour le moment des phénomènes semblables. Elles sont donc présentées en [annexe 2](#).

En plus de l'analyse des mesures qui vient d'être présentée, nous avons décidé de solliciter Delphine Lacanette pour réaliser des simulations grâce au simulateur de la grotte de Lascaux. Cette première phase doit permettre de valider le fait que des cellules de convection se forment entre les différentes parties de la cavité au moment où les pCO₂ semblent s'homogénéiser. En fonction des résultats obtenus, il est envisagé de réaliser plusieurs simulations pour affiner les interprétations.

Le puits du sorcier :

Les mesures de la vitesse des écoulements d'air dans le tuyau de l'extracteur ne montrent que de très faibles variations. (Cf. [Figure 34](#)). De plus, la pCO₂ mesurée en haut de la diaclase semble suivre l'enveloppe basse de la courbe de pCO₂ du puits du sorcier (sans les pics). S'ajoutant à cette observation le fait que les pO₂ mesurées montrent des diminutions quand la pCO₂ augmente, il semble correct d'affirmer que le CO₂ provenant de l'éboulis diffusent vers le haut de la diaclase. Enfin, l'hypothèse selon laquelle le débit de pompage ne serait pas constant et provoquerait les pics de mesure de pCO₂ au puits du sorcier semble donc erronée.

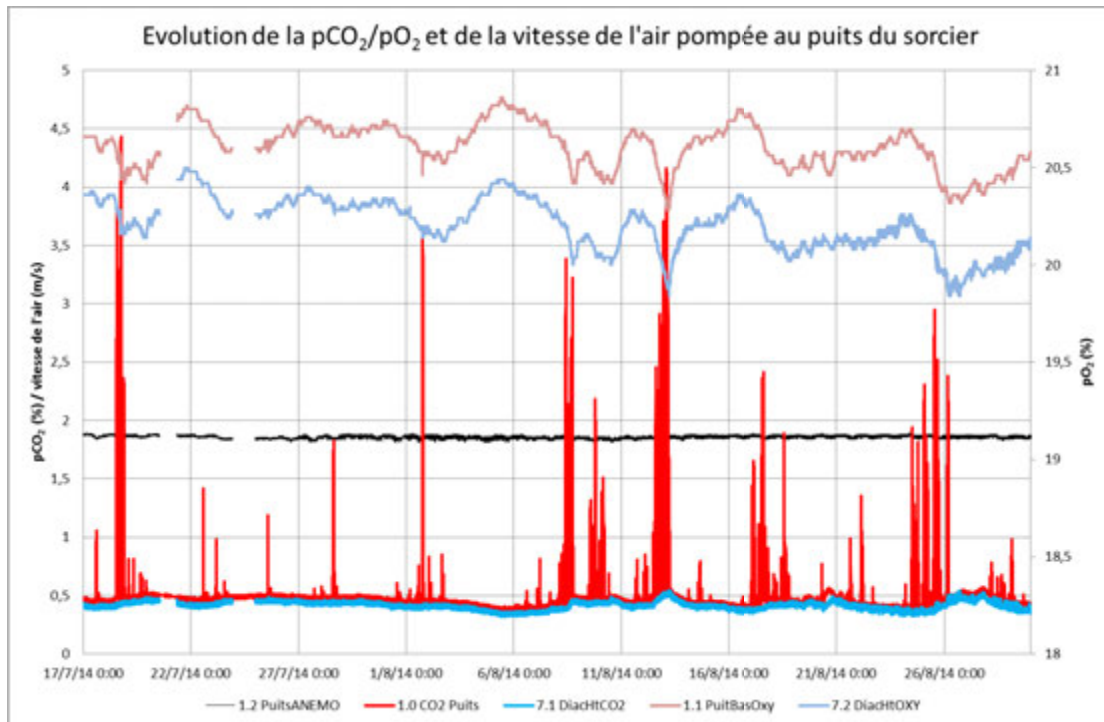


Figure 34 : Evolution des $p\text{CO}_2$ / $p\text{O}_2$ et vitesse de l'extracteur au puits du sorcier et en haut de la diaclase.

Remarque : la mesure de $p\text{O}_2$ dans le bas du puits ne peut être que partiellement exploitée du fait de la longueur du câble du capteur qui n'a pas permis de le placer au niveau de la mesure de CO_2 . Ce problème devra être réglé le plus rapidement possible.

Nous nous sommes donc attachés à comprendre quelles pouvaient être les causes des pics de CO_2 pouvant atteindre 8% dans cette partie de la cavité. Deux hypothèses sont rapidement apparues. En effet, comme le montre la [figure 35](#), ce n'est que lors des baisses de pressions atmosphériques importantes et rapides que des pics de CO_2 sont enregistrés.

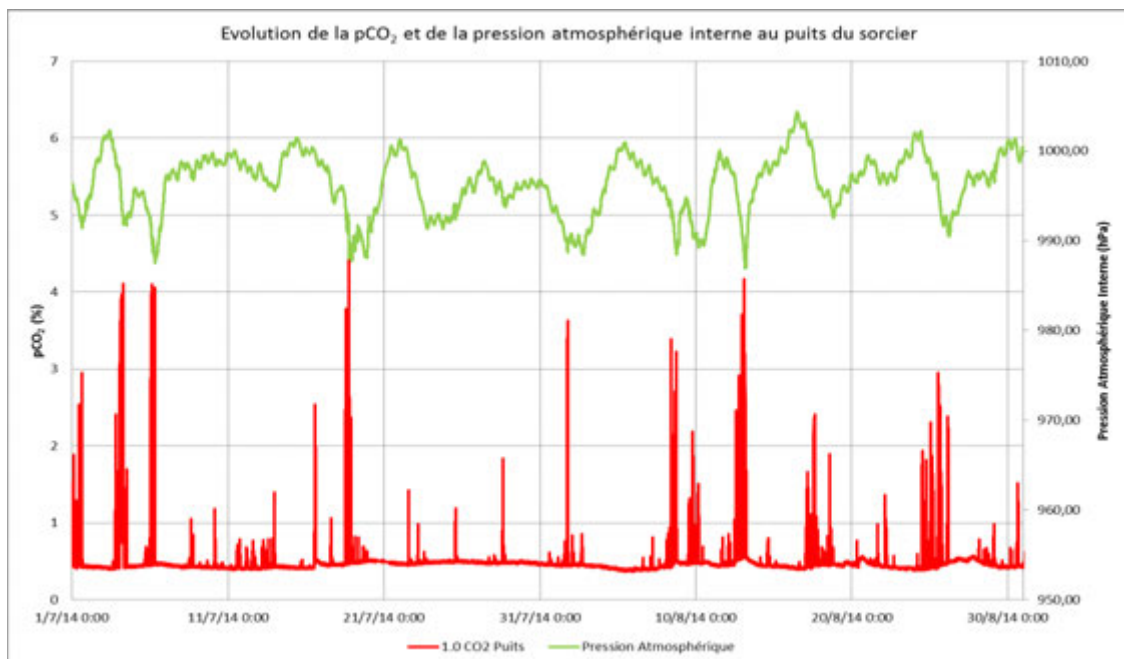


Figure 35 : Evolution de la $p\text{CO}_2$ au puits du sorcier et de la pression atmosphérique interne.

La première hypothèse expliquerait ces pics par des venues d'air enrichi en CO₂ provenant de l'éboulis de manière « naturelle ». Le flux entrant de CO₂ serait alors supérieur à celui que peut éliminer le pompage, d'où l'apparition de pics. En effet, le comportement étant similaire à celui du forage le plus profond dans les formations détritiques, il semble cohérent de penser la source de CO₂ comme un système captif. Celui-ci subirait des phases de compression mais surtout de décompression qui provoquerait ces venues importantes de CO₂.

La seconde hypothèse expliquerait ces pics par la création de cellules de convection lors des baisses de pression atmosphérique. L'extracteur pourrait donc être à l'origine de ces pics de CO₂, en créant des turbulences. Pour vérifier quelle hypothèse paraît la plus plausible, nous proposons de raccourcir de 1 à 2 mètres la longueur du tuyau d'extraction pour l'éloigner de la zone de mesure du CO₂.

L'étude de l'arrêt de l'extracteur en 2013 apporte des informations supplémentaires. En effet, il est montré que les pCO₂ augmentent dans toute la cavité sauf dans le cabinet des félins. S'ajoute à cela le fait que la pCO₂ au puits du sorcier semble varier en fonction de la pression atmosphérique comme énoncé précédemment (Cf. [Figure 36](#)).

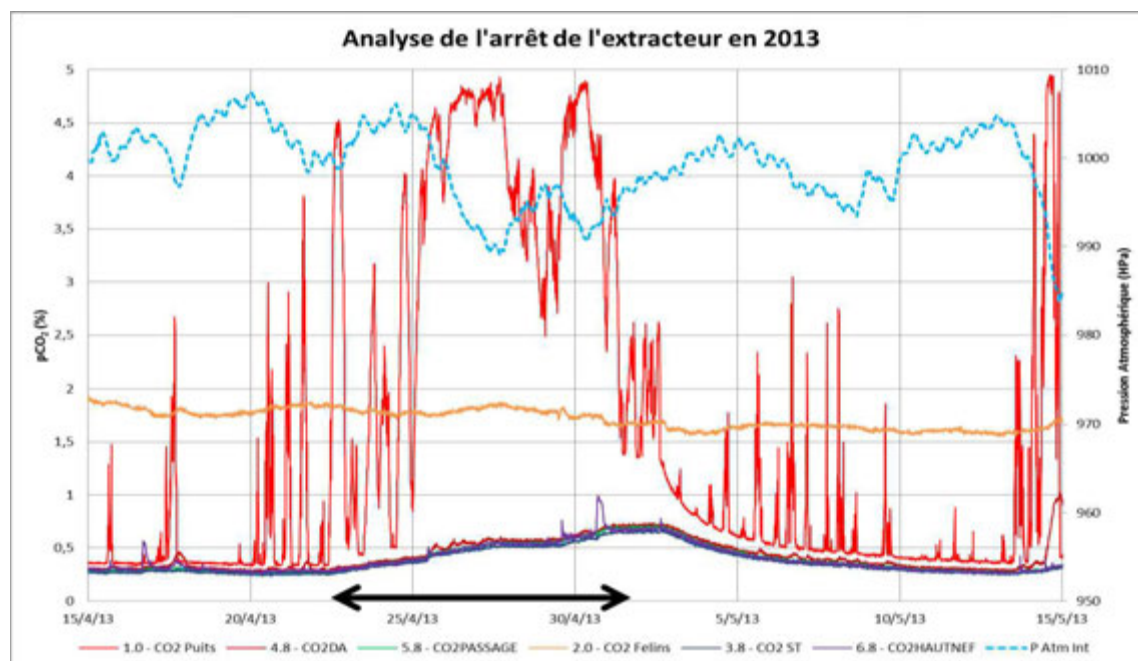


Figure 36 : Analyse des pCO₂ dans la cavité pendant l'arrêt du pompage.

De plus, il semble que ces augmentations soient faibles contrairement à ce qui avait été observé auparavant (0,75% au maximum). Cependant, il s'avère que les convections se font dans la cavité à cette période de l'année. Il est probable que les pCO₂ augmentent différemment hors des périodes de convection. Nous insistons sur le fait que nous ne pourrions en aucun cas valider ces hypothèses sans l'arrêt prolongé de l'extracteur (3 à 6 mois). Cet arrêt permettra en plus de déterminer la dynamique du CO₂ en fonctionnement naturel.

c. Le CO₂ sous forme dissoute dans le système épikarstique de Lascaux

Les différentes mesures et prélèvements réalisés à l'émergence épikarstique ont permis de confirmer le caractère sursaturé des eaux et donc leur prédisposition à précipiter en sortie du massif. En effet, les positions des points de mesure dans le repère (ISc ; (-log (pCO_{2éq}))) montrent des eaux ayant des indices de saturation vis-à-vis de la calcite supérieurs à 0,2 (Cf. [Figure 36](#)). Les valeurs

d'ISc, de $pCO_{2\text{éq}}$ et de $pCO_{2\text{sat}}$ sont calculées à partir des mesures in-situ (pH, température, alcalinité) mais aussi des concentrations des ions majeurs, à l'aide du logiciel PHREEQC.

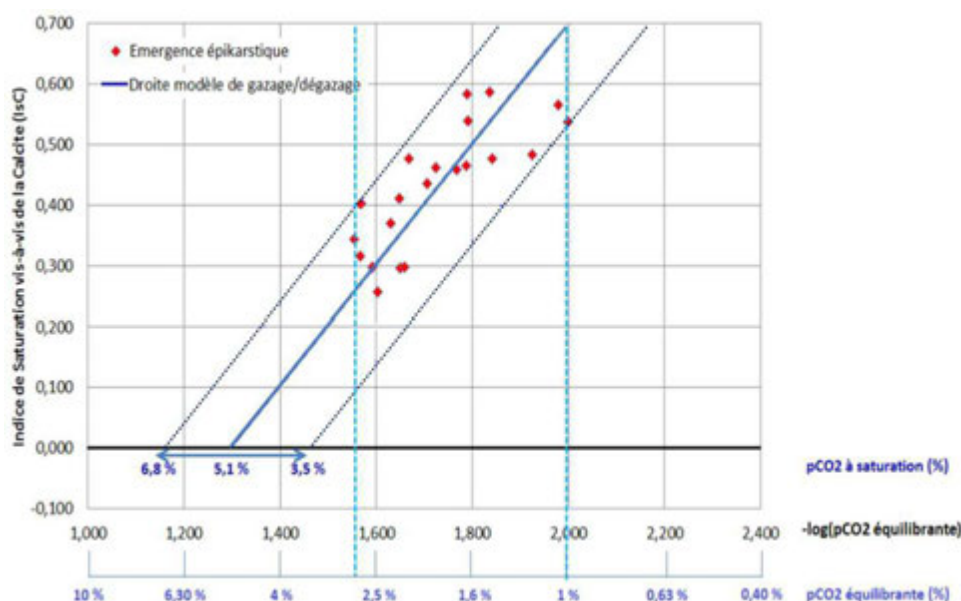


Figure 37 : Position des points de mesure dans le repère (ISc ; $-\log(pCO_{2\text{éq}})$) et traçage d'une droite modèle de gazage/dégazage.

La droite modèle de gazage/dégazage autorise le calcul d'une $pCO_{2\text{sat}}$ modèle de 5,1% représentant la pCO_2 minimale théorique de la zone d'infiltration (Peyraube et al., 2013a), qu'ait rencontrée l'eau pour acquérir sa minéralisation importante ($[HCO_3^-] = 400$ à 530 mg/L ; $[Ca^{2+}] = 130$ à 140 mg/L). Il est intéressant de noter que cette pCO_2 théorique est mesurée pour la première fois de manière directe dans l'épikarst de Lascaux (parcelle expérimentale : entre 5 et 6,5 %).

L'étude de l'évolution des $pCO_{2\text{éq}}$ permet aussi d'apporter des informations quant à la dynamique des écoulements dans le système karstique de Lascaux (Cf. Figure 38).

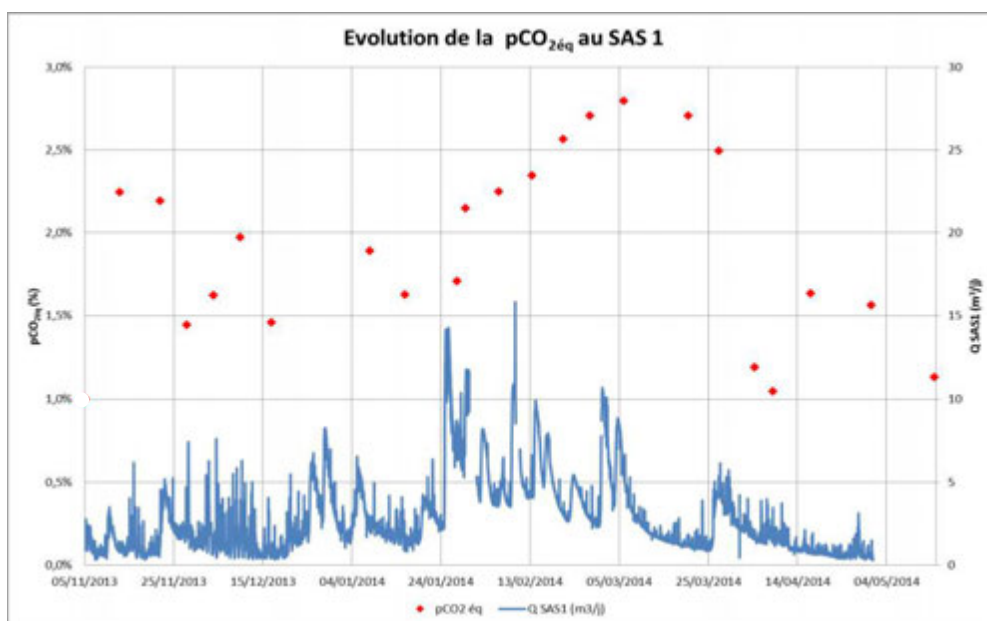


Figure 38 : Evolution des $pCO_{2\text{éq}}$ de l'émergence épikarstique du SAS 1

Les $pCO_{2\text{éq}}$ sont comprises entre 1 % et 2,8%. Ces variations importantes peuvent être expliquées de deux façons. Soit le dégazage de l'eau est plus ou moins important en sortie du système

selon les prélèvements, soit les $p\text{CO}_{2\text{éq}}$ sont représentatives de conditions d'écoulement différentes selon les périodes de l'année. La première hypothèse semble peu envisageable étant donné que la hauteur de chute des gouttes d'eau n'a pas varié au cours du cycle. Les variations seraient donc dues aux conditions d'écoulement dans la zone d'infiltration. En effet, il apparaît que les $p\text{CO}_{2\text{éq}}$ sont plus importantes quand les écoulements sont importants. Cette observation peut être expliquée par le fait que le milieu étant plus saturé, les écoulements sont moins turbulents ce qui diminuerait le dégazage. Il se peut aussi que le temps de séjour des eaux soit plus important en début et fin du cycle d'écoulement. Ces dernières ont donc pu commencer à précipiter dans le système. La comparaison avec les paramètres suivis en continu au SAS 1 pourrait apporter des informations supplémentaires.

L'enregistrement en parallèle de la $p\text{CO}_2$ gazeuse dans l'épikarst (parcelle expérimentale) permettra de préciser nos interprétations.

Le tableau suivant résume les différentes teneurs en CO_2 gazeux et dissous enregistrées et calculées sur le site de Lascaux.

Tableau 2 : Récapitulatif des mesures de $p\text{CO}_2$ dans les différents compartiments du massif

Points de mesure		$p\text{CO}_2$ mesurées (%)	$p\text{CO}_2$ calculées (%)
Emergence Epikarstique (SAS 1)	$p\text{CO}_{2\text{éq}}$		1 - 2.8
	$p\text{CO}_{2\text{sat}}$		3.5 - 6.8
Cavité	Partie Haute	0.2 - 1	
	Partie Basse	1.5 - 8	
Epikarst (Sol + Calcaires Coniacien Supérieur)	Calciisol Leptique	1 - 3.95	
	0.5 m	2 - 3.5	
	1.5 m	3.5 - 5	
	2.5 m	5.5 - 6.8	
Formations détritiques sablo-argileuses	Luvisol Typique	0.15 - 1	
	0.5 m	0.7 - 1.5	
	1.5 m	1.8 - 2	
	2.5 m	1.3 - 3	
	Pénétrromètres (Lopez, 2009)	0.22 - 8.65	

2) Etude du comportement hydrodynamique et hydrogéochimique de l'émergence épikarstique de la cavité de Lascaux :

a. Suivi hydrogéochimique des pluies et eaux d'infiltration dans le système épikarstique

Les pluies :

Comme évoqué précédemment, 40 prélèvements ont été réalisés sur le site d'étude par les agents de la cavité. Les analyses des ions majeurs présents dans ces pluies sont récapitulées dans le **tableau 3**. Les analyses des isotopes de l'eau sont en cours de réalisation.

Tableau 3 : Récapitulatif des analyses des eaux de pluies

Date	Ca2+_mg/	Mg_mg/	Na_mg/	K_mg/	NH4	SO4_mg/	Cl_mg/	NO3_mg/	F_mg/L	P_mg/L
21/10/2013	0,66	0,08	0,72	0,51	0,25	0,55	0,55	1,41	0,01	0,00
28/10/2013	7,47	0,36	0,67	0,28	0,52	1,26	1,34	2,71	0,01	0,00
04/11/2013	0,97	0,11	0,76	0,24	0,07	0,54	1,24	0,41	0,01	0,00
13/11/2013	0,56	0,14	1,06	0,27	0,12	0,44	1,68	0,46	0,00	0,00
18/11/2013	5,45	0,23	1,64	0,36	0,93	0,69	2,51	0,90	0,01	0,00
25/11/2013	0,43	0,12	0,68	0,22	0,17	0,51	1,49	0,64	0,00	0,00
02/12/2013	1,42	0,17	1,14	0,87	1,03	0,81	1,00	1,82	0,00	0,00
16/12/2013	0,71	0,14	0,63	0,29	0,38	1,33	0,73	1,33	0,00	0,00
24/12/2013	0,61	0,09	0,56	0,58	0,05	0,90	0,76	0,95	0,00	0,00
30/12/2013	5,52	0,10	0,74	0,25	0,13	1,41	1,03	0,33	0,00	0,00
06/01/2014	0,76	0,17	1,15	0,26	0,16	1,05	1,63	0,39	0,00	0,00
13/01/2014	1,03	0,15	1,03	0,93	0,47	0,98	0,75	0,63	0,00	0,00
20/01/2014	1,54	0,09	0,37	0,14	0,22	0,55	0,36	0,35	0,01	0,00
27/01/2014	0,43	0,11	0,69	0,17	0,11	0,50	1,00	0,29	0,01	0,00
03/02/2014	1,69	0,12	0,89	0,27	0,12	0,54	1,04	0,21	0,00	0,00
10/02/2014	6,42	0,37	2,78	0,29	0,27	1,32	4,56	0,33	0,01	0,00
17/02/2014	0,72	0,23	1,44	0,17	0,19	0,61	2,21	0,36	0,00	0,00
24/02/2014	5,59	0,44	1,47	0,17	0,19	0,75	2,23	0,34	0,01	0,00
03/03/2014	2,96	0,29	1,99	0,25	0,23	0,57	3,30	0,27	0,04	0,00
10/03/2014	0,86	0,41	2,69	0,18	0,12	0,69	4,55	0,13	0,00	0,00
24/03/2014	2,71	0,20	1,20	0,26	0,98	2,72	1,93	2,13	0,01	0,00
31/03/2014	0,60	0,25	1,48	0,18	0,19	0,82	1,97	1,30	0,00	0,00
08/04/2014	7,21	0,53	1,28	0,59	0,63	0,45	2,38	0,28	0,00	0,00
22/04/2014	2,61	0,31	0,32	2,16	2,33	1,36	0,76	1,83	0,09	7,58
28/04/2014	1,61	0,24	1,30	0,84	1,04	0,69	2,08	0,77	0,03	0,24
05/05/2014	1,19	0,18	0,65	0,55	0,87	0,41	0,85	0,26	0,03	0,50
20/05/2014	5,57	0,26	2,59	1,34	0,59	1,07	4,07	0,40	0,12	1,26
26/05/2014	2,11	0,16	0,92	0,84	0,43	0,54	0,45	0,71	0,02	0,36
02/06/2014	0,83	0,08	0,65	0,72	0,69	0,29	0,50	0,23	0,04	5,29
11/06/2014	2,33	0,18	0,79	0,47	1,19	1,13	1,11	1,22	0,09	0,17
24/06/2014	1,74	0,13	0,44	0,43	0,56	0,82	0,21	0,92	0,00	0,03
30/06/2014	0,77	0,06	0,52	0,26	0,48	0,87	0,41	0,67	0,01	0,24
07/07/2014	4,16	0,24	0,94	0,59	1,27	2,04	1,12	1,93	0,01	0,17
15/07/2014	2,50	0,21	0,91	1,18	3,83	1,78	0,95	1,03	0,05	1,06
21/07/2014	3,07	0,07	0,47	0,34	0,42	0,64	0,28	0,45	0,00	0,15
04/08/2014						0,45	0,25	0,63	0,034	0,16
11/08/2014						1,20	0,81	1,29		0,19
18/08/2014						0,34	0,77	1,21		0,00
01/09/2014						0,31	0,39	0,49		0,02
16/09/2014						0,67	0,66	4,50	0,003	0,50

Remarque : les analyses manquantes sont en cours de réalisation.

Les eaux d'infiltration :

Les prélèvements réalisés à la sortie de différents types de sols grâce aux fouilles de récupération ont été eux aussi analysés. Les résultats de ces analyses sont retranscrits dans le **tableau 4**.

Tableau 4 : Récapitulatif des analyses des prélèvements réalisés aux fouilles de récupération L1 et L2.

Nom	Date et heure	pH	Température (°C)	Conductivité	O2 (%)	O2 (mg/L)	Ca2+ _{mg}	HCO3 _{mg}	Mg _{mg}	Na _{mg}	K _{mg}	SO4 _{mg}	Cl _{mg}	NO3 _{mg}	NO2 _{mg}	F _{mg/L}	NH4	COD _{mg}
L1	27/03/2014	7,639	9,2	50,2			32,25	51,00	5,59	8,00	14,61	8,472	8,932		4,352	0,101	12,41	30,12
L1	26/06/2014	7,65	17,50	80,10			44,74	63,00	6,28	9,93	23,91	10,64	13,03		4,25	0,22	7,51	35,65
L1	22/07/2014	7,65	19,30	83,10			65,94	75,00	7,00	14,94	29,84	28,04	13,51		1,64	0,43	13,66	32,17
L2	10/12/2013																	14,05
L2	08/01/2014	7,591	9,7	228			38,46	123,22	0,65	4,83	4,71	2,85	16,06	0,50	0	0,03	2,03	14,02
L2	27/01/2014	7,601	9	240			40,89	117,00	0,64	4,66	1,85	2,45	10,69	5,04	0,034	0,03	1,58	12,75
L2	06/02/2014	7,62	9,3	236														15,52
L2	26/02/2014	7,61	9,6	232			48,22	127,00	0,76	4,22	0,73	2,35	10,02	11,03	0,288	0,03	0,14	11,4
L2	06/03/2014	7,835	8	207			44,79	125,12	0,62	4,06	1,48	2,17	10,13	9,09	0	0,03	0,40	9,362
L2	27/03/2014	7,652	8,7	215			39,29	92,50	0,63	4,10	0,59	2,41	9,11	25,08	0,099	0,03	0,07	14,21
L2	26/06/2014	7,86	17,5	235			47,97	135,00	1,15	5,45	3,62	3,26	11,17	63,86	1,288	0,08	0,34	17,45
L2	22/07/2014	7,849	19,6	244			13,45	145,00	0,86	3,13	4,90	0,86	2,66	4,40	0,021	0,14	0,68	20,51
L2	18/09/2014	7,856	19,5	233								0,43	3,07	3,71	0,073	0,08		16,72

Notre attention s'est focalisée sur l'étude des concentrations en COD dans les eaux en sortie de ces deux types de sols très différents. Le graphique de la **figure 39** montre les différences entre les concentrations de COD relevées en sortie des deux sols.

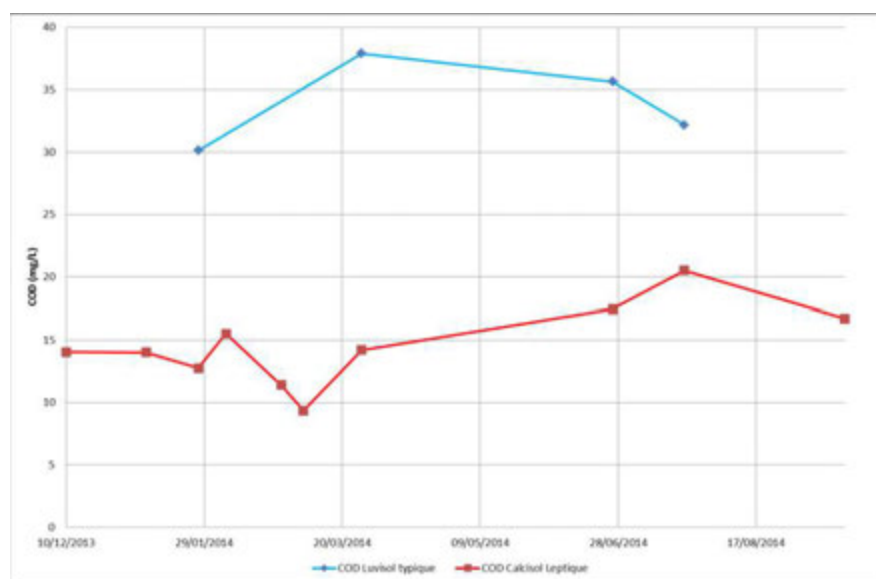


Figure 39 : Evolution des teneurs en COD dans les luvisols (bleu) et les calcisols (rouge).

Bien que le nombre de prélèvements ne soit pas identique pour les deux types de sols, il apparaît que le COD est en moyenne deux fois plus important dans les luvisols que dans les calcisols. Ces observations s'expliquent par le fait que la dégradation du COP (Carbone Organique Particulaire) en CO₂ est plus forte dans les calcisols du fait de la présence d'une activité microbienne plus importante. En effet, le pH acide du sol mesuré par l'équipe de pédologie (pH = 5) a pour conséquence de diminuer l'activité enzymatique responsable de l'oxydation des molécules organiques. Le stock de carbone organique lessivable est donc plus important dans les luvisols que dans les calcisols, d'où les concentrations dissoutes plus importantes. Ce mécanisme serait donc une des raisons pour lesquelles les pCO₂ relevées dans ces différents types de sols sont aussi différentes.

b. Le suivi hydrogéochimique de l'émergence épikarstique

Le suivi en continu des paramètres physico-chimiques ainsi que de la fluorescence de l'émergence apporte des informations intéressantes. Six mois d'enregistrements quasi-continus ont pu être recueillis depuis le début de la thèse. Les mesures de conductivité, pH et des autres paramètres physico-chimiques ne demandant pas d'analyses de données supplémentaires, à l'inverse, pour pouvoir interpréter le signal de fluorescence, nous avons dû réaliser des étalonnages pour déterminer la concentration en COD à partir du signal de fluorescence enregistré (millivolts). Pour cela, les

échantillons prélevés de façon hebdomadaire ont permis par analyse du COD en laboratoire, de déterminer plusieurs relations (régressions linéaires) entre le signal en mV et la concentration réelle en COD. En effet, il apparaît qu'au cours de l'année, la relation entre le signal de fluorescence et le COD varie selon les périodes considérées. Nous discriminons trois périodes différentes (Cf. [Figure 40](#)) correspondant au début du cycle d'écoulement (Novembre et Décembre), au milieu du cycle (Janvier et Février) et à la fin du cycle d'écoulement (Mars et Avril). Ces résultats semblent cohérents avec l'étude de Tissier et al., (2013) qui montre une variabilité saisonnière de la nature de la matière organique dissoute à l'exutoire d'un système karstique et donc une variabilité de la fluorescence au cours du cycle hydrologique.

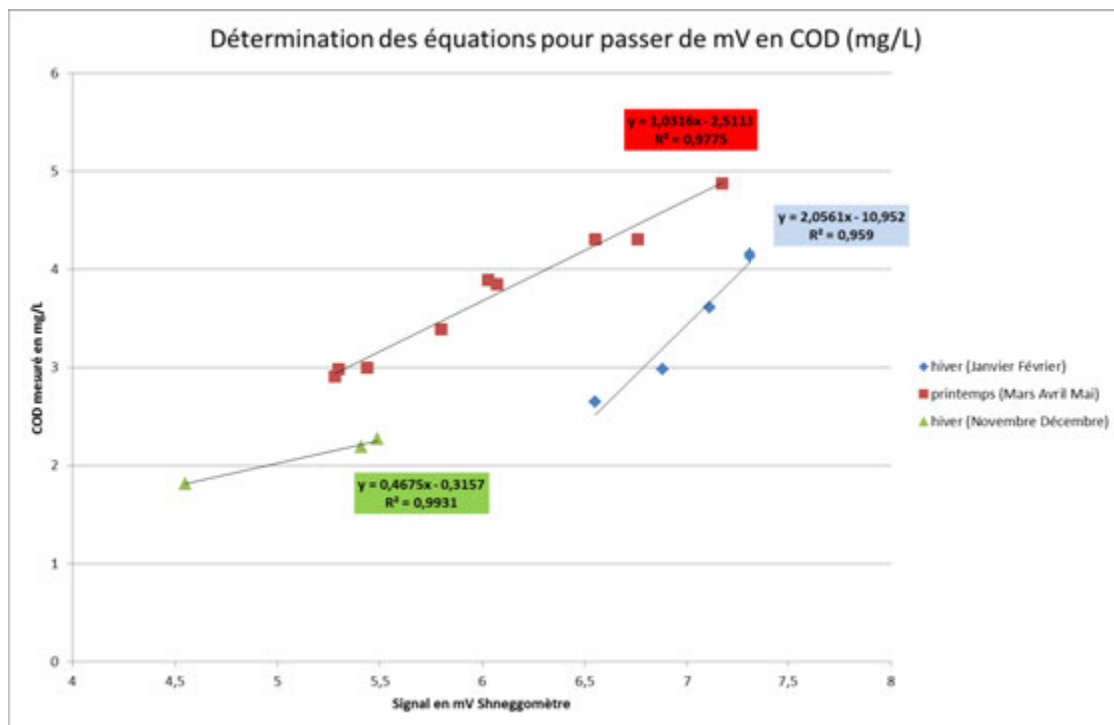


Figure 40 : Détermination des équations permettant de déterminer le COD en continu en fonction du signal de fluorescence.

Nous présentons tout d'abord la chronique de conductivité car elle est la plus complète et permet donc une première analyse des variations à l'échelle du cycle d'écoulement (Cf. [Figure 41](#)).

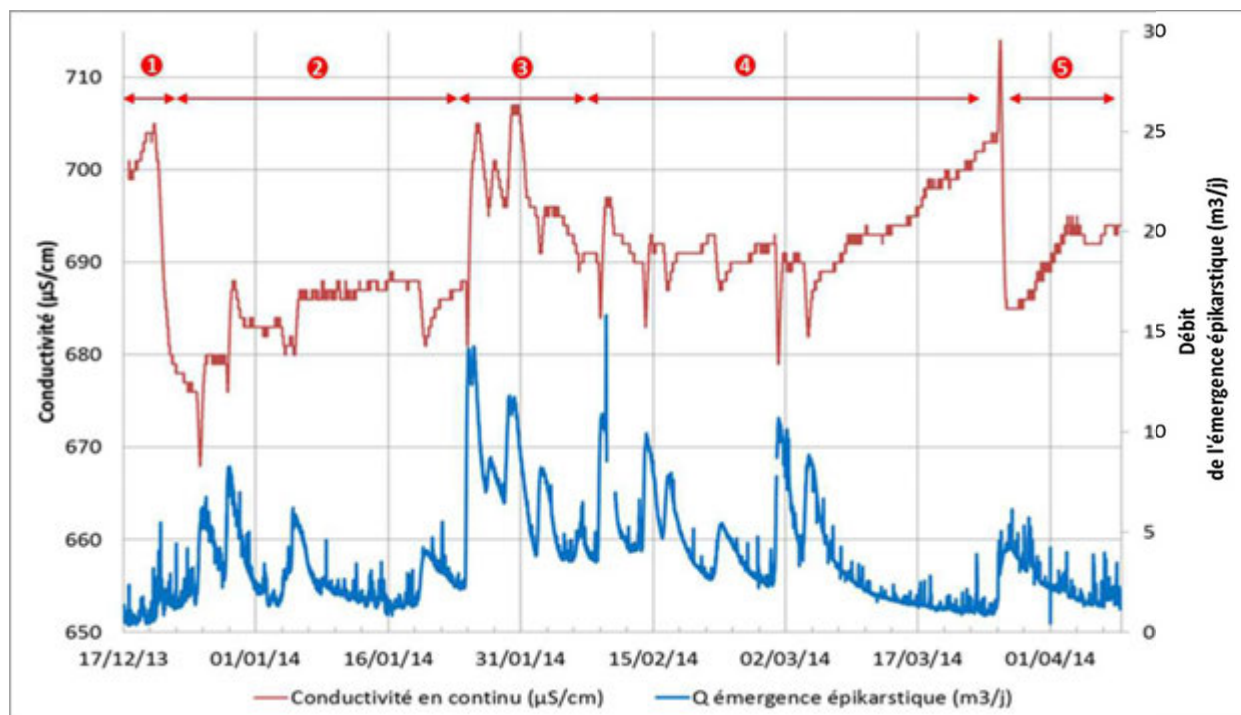


Figure 41 : Chronique de la conductivité enregistrée en continu à l'émergence épikarstique du SAS 1.

L'analyse de cette chronique apporte diverses informations. Tout d'abord, de fortes conductivités sont mesurées au début de la reprise des écoulements (1). Il semble donc que des eaux à long temps de séjour (présentes depuis la fin du cycle précédent) participent en premier lieu à l'écoulement par effet piston (poussée par les eaux d'infiltration récentes). La conductivité diminue ensuite fortement et rapidement dès l'apparition des premières crues (2), ce qui tend à montrer que des infiltrations rapides (moins conductrices) viennent participer à l'écoulement (dilution). A l'arrivée des fortes crues de la fin du mois de Janvier 2014, la conductivité augmente à nouveau brutalement (3). Cette tendance peut être expliquée par le fait que le système est fortement saturé à cette période de l'année. Des réserves d'eau à plus long temps de séjour (plus minéralisées) qui ne participaient pas encore à l'écoulement, vont être sollicitées. Il apparaît donc que la zone contributive varie au cours de l'année. La fin de la chronique apporte d'autres informations. En effet, la conductivité augmente progressivement en l'absence de crues. L'écoulement est alors soutenu par des eaux déjà présentes dans le système. La crue de la fin du mois de Mars provoque quant à elle une forte diminution de la conductivité de l'eau à l'émergence (4), preuve de la participation importante des infiltrations rapides à l'écoulement à cette période de l'année. Enfin, la conductivité augmente progressivement jusqu'à l'arrêt de l'écoulement (5).

Les données de suivi du COD en continu ainsi que celles des paramètres physico-chimiques tels que la conductivité permettent de préciser le comportement hydrodynamique du système à l'échelle de plusieurs épisodes de crues. Un exemple de chronique de ces deux paramètres est présenté en [figure 42](#).

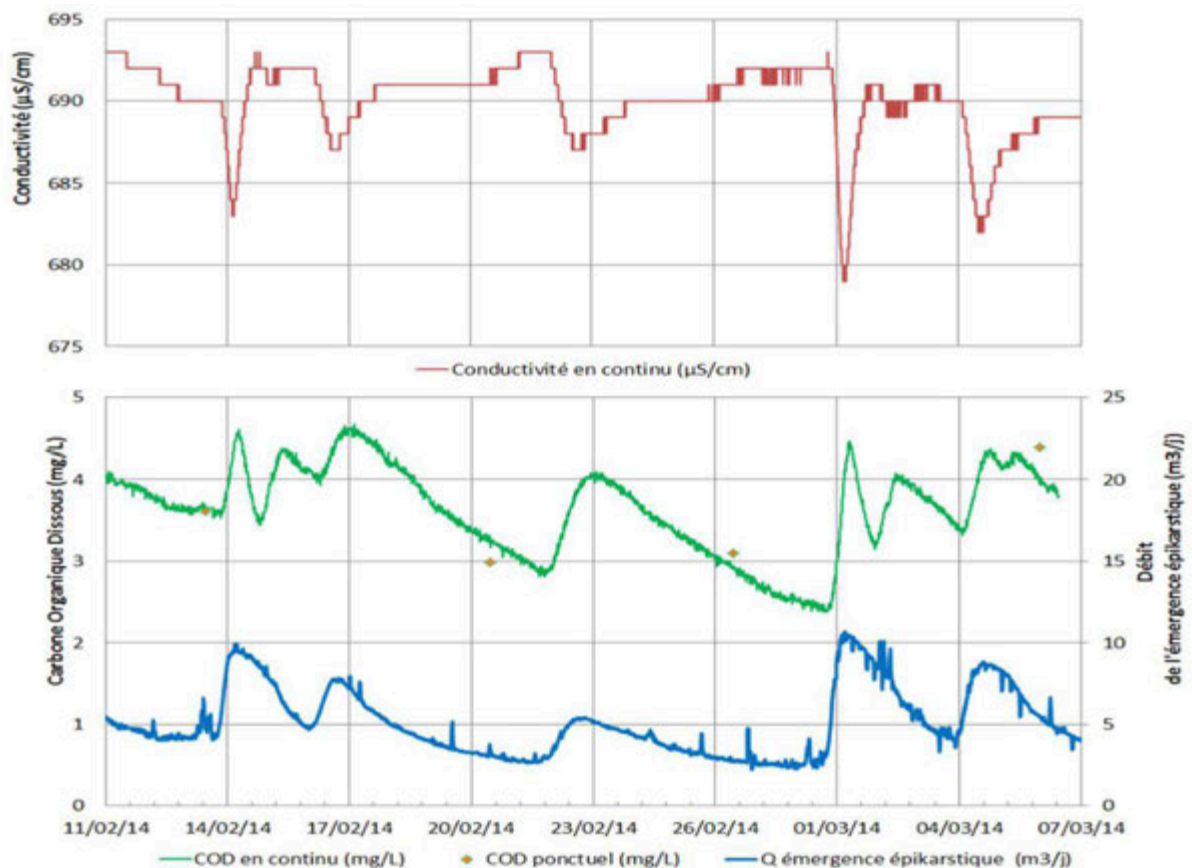


Figure 42 : Suivi en continu de la conductivité électrique (rouge) et du COD (vert) pour le mois de Février 2014. Le débit de l'émergence épikarstique est présenté en bleu.

Une analyse plus en détails des mesures en continu de la conductivité et du COD montre des différences selon l'intensité des crues. Pour des crues supérieures à 8 m³/j, il apparaît que les signaux varient de manière différente (14/02/14, 01/03/14 et 05/03/14). Il se produirait alors deux phénomènes bien distincts à savoir une dilution par des eaux à temps de séjour moins important (minéralisation plus faible et COD plus important), puis une mobilisation d'eaux à temps de séjour plus important dans le système (minéralisation plus importante et COD plus faible). Il semblerait donc que lorsque le système est fortement saturé, des réserves d'eau à plus long temps de séjour qui ne participent pas à l'écoulement de base, sont alors sollicitées. Ensuite, les signaux enregistrés reviennent à leur niveau précédent (minéralisation plus faible et COD plus important), pour retrouver leur niveau initial (avant la crue). La participation à l'écoulement de ces réserves n'est plus mise en évidence quand la saturation du milieu diminue.

Parallèlement à ce suivi en continu, 25 prélèvements ont été réalisés à l'émergence épikarstique du SAS 1. Les dates de prélèvements sont présentées en [figure 43](#).

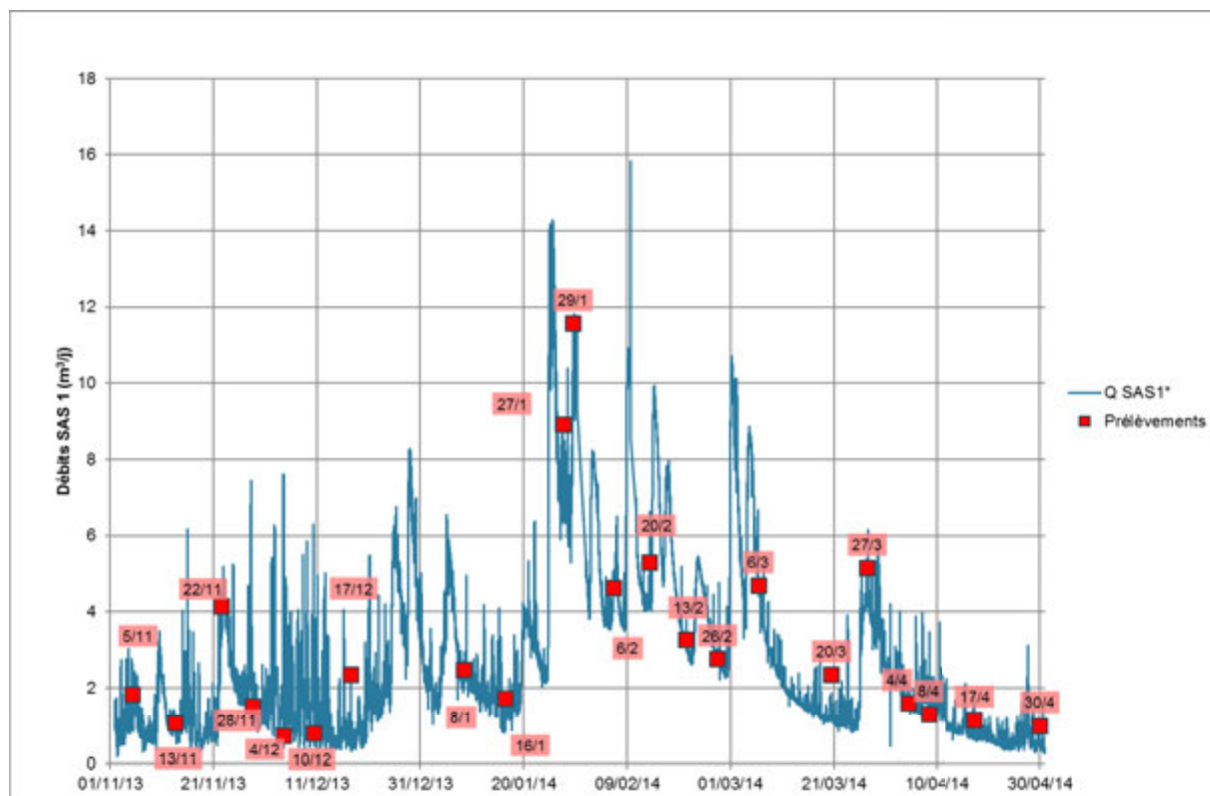


Figure 43 : Conditions d'écoulement lors des différents prélèvements réalisés au SAS 1

Les analyses des ions majeurs, du COD, de la silice mais aussi les mesures in-situ de tous ces prélèvements sont retranscrites dans le [tableau 5](#) suivant. Les analyses isotopiques sont en cours de réalisation.

Tableau 5 : Récapitulatif des analyses réalisées sur les prélèvements de l'émergence épikarstique du SAS 1

Date et heure	pH	Température (°C)	Conductivité	O2 (%)	O2 (mg/L)	Ca2+ mg/L	HCO3- mg/L	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	SO4 mg/L	Cl mg/L	NO3 mg/L	F mg/L	SiO2 mg/L	COD (mg/L)
05/11/2013	7,48	13,5	640			138,93	373,20	1,68	5,11	0,27	3,57	3,90	0,62	0,06	10,06	2,42
13/11/2013	7,17	13,7	670	94,2	9,6	150,29	407,50	1,39	4,00	0,34	4,22	6,03	0,92	0,04	10,06	3,17
22/11/2013	7,18	13,6	675	96,2	9,68	147,00	407,50	1,41	4,17	0,60	4,09	6,18	0,45	0,03	10,02	1,32
28/11/2013	7,36	13,3	674,1	100,8	10,56	148,61	408,70	1,42	4,21	0,41	3,62	6,78	0,29	0,04	10,03	7,41
04/12/2013	7,364	14,6	679	97,4	9,92	150,07	452,62	1,43	4,11	0,36	4,34	7,03	0,26	0,04	10,17	5,71
10/12/2013	7,269	13,2	664	94,5	9,3	152,11	455,06	1,42	4,44	0,61	5,062	8,141	3,129	0,031	10,19	2,19
17/12/2013	7,413	13,1	700	94,7	9,53	154,48	466,04	1,46	4,48	0,51	5,916	8,118	0,258	0,039	10,33	2,07
08/01/2014	7,289	13	687	94,3	9,56	154,97	458,10	1,48	4,64	0,60	5,343	7,085	0,284	0,039	9,40	2,15
16/01/2014	7,396	12,6	689	93,2	9,81	145,74	509,96	1,48	4,47	0,45	5,294	7,421	0,293	0,039	9,21	2,05
27/01/2014	7,319	12,3	701	91	9,4	149,96	446,52	1,37	4,34	0,24	5,497	6,384	0,078	0,035	9,45	2,65
29/01/2014	7,275	12,2	708	91	9,35	151,55	513,62	1,43	4,41	0,27	5,535	5,998	0,167	0,038	9,40	4,13
06/02/2014	7,244	12,2	688	91,2	9,67	149,30	489,22	1,44	5,44	1,97	5,643	6,513	0,151	0,051	9,05	4,16
13/02/2014	7,214	12,1	686	90,4	9,37	149,14	477,02	1,55	4,62	0,51	5,733	5,998	0,383	0,039	9,19	3,61
20/02/2014	7,152	12,1	682	91,3	9,69	151,58	453,84	1,60	4,76	0,44	5,929	6,47	0,201	0,042	9,15	2,98
26/02/2014	7,154	12,1	691	90,2	9,53	150,43	479,46	1,43	4,47	0,25	5,848	6,029	0,128	0,039	9,22	2,849
06/03/2014	7,162	12,1	689	89,8	9,57	148,86	506,3	1,35	4,55	0,30	4,128	5,971	0,06	0,029	9,24	4,88
20/03/2014	7,189	11,7	700	85,6	9,13	156,44	529,48	1,44	4,53	0,35	5,008	7,496	0,156	0,037	9,86	3,85
27/03/2014	7,151	11,9	685	87	9,18	140,92	440,42	1,32	4,17	0,18	4,098	6,049	0,112	0,033	9,64	4,31
04/04/2014	7,419	11,7	693	91,7	9,72	142,64	394,06	1,29	4,34	0,23	4,417	6,526	0,037	0,032	9,66	3,89
08/04/2014	7,487	11,6	692	92,5	9,96	143,10	408,70	1,39	4,43	0,35	4,52	6,85	0,034	0,033	9,77	3,39
17/04/2014	7,342	11,6	705	87,2	9,34	147,16	450,18	1,47	4,59	0,51	4,675	7,179	0,342	0,032	10,24	3
30/04/2014	7,419	11,6	713	89	9,49	155,11	520,94	1,52	4,61	0,38	4,90	7,11	0,59	0,03	10,50	2,91
14/05/2014	7,512	11,7	709	94	9,86	156,06	464,82	1,47	4,38	0,21	5,03	7,07	0,10	0,03	10,75	2,98

L'interprétation de ces données géochimique n'a pas encore été effectuée dans le détail. Cependant, il apparaît très clairement que la grande majorité de la minéralisation des eaux épikarstiques à Lascaux est le fait du calcium et des bicarbonates. Nous montrons tout de même que les analyses de la silice dissoute (SiO_2), marqueur du temps de séjour d'une eau dans le système, sont concordantes avec les conclusions obtenues suite à l'étude des paramètres enregistrés en continu. En effet, comme le montre la **figure 44**, les concentrations en silice dissoute varient en fonction de la période du cycle d'écoulement considérée.

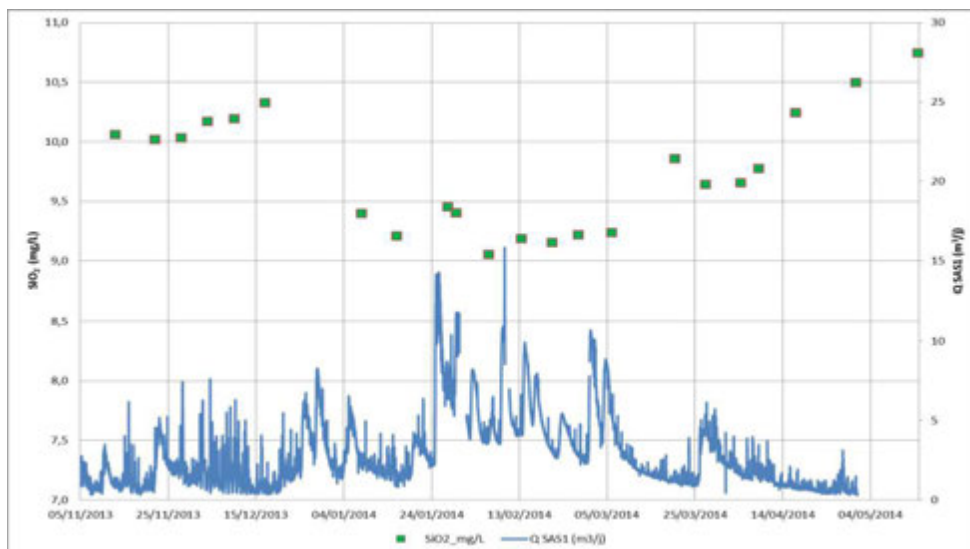


Figure 44 : Evolution des concentrations en Silice Dissoute de l'émergence épikarstique.

Les concentrations en silice dissoute sont plus importantes au début et à la fin du cycle d'écoulement. A l'inverse, bien que la variation ne soit pas très importante, il apparaît que les concentrations sont moins importantes au milieu du cycle d'écoulement quand le système est plus saturé. Ces variations s'expliquent par le fait que la participation des eaux à long temps de séjour est plus importante au début et à la fin du cycle d'écoulement.

Toutes ces observations tendraient à confirmer le schéma conceptuel des écoulements de Lopez (2009) visible en **figure 45**.

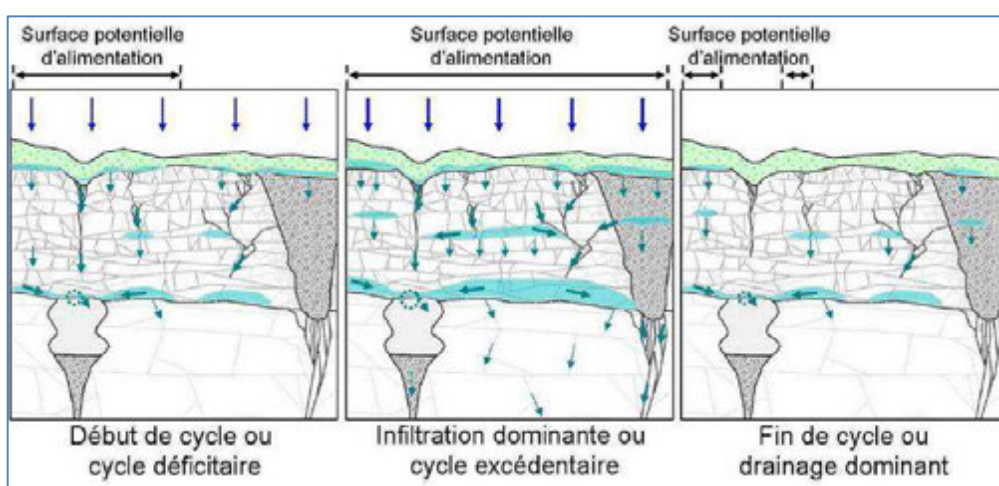


Figure 45 : Schéma conceptuel de l'alimentation de l'émergence épikarstique en différentes périodes du cycle hydrogéologique ou durant des cycles à quantité de recharge différente (Lopez, 2009)

c. Suivi hydrogéochimique de la Haute Fageotte

Une démarche analogue à celle entreprise pour l'émergence épikarstique a été mise en place pour étudier les équilibres calco-carboniques de la Haute Fageotte. La **figure 46** montre la position des points de mesure dans le repère (ISc ; $(-\log(p\text{CO}_{2\text{éq}}))$).

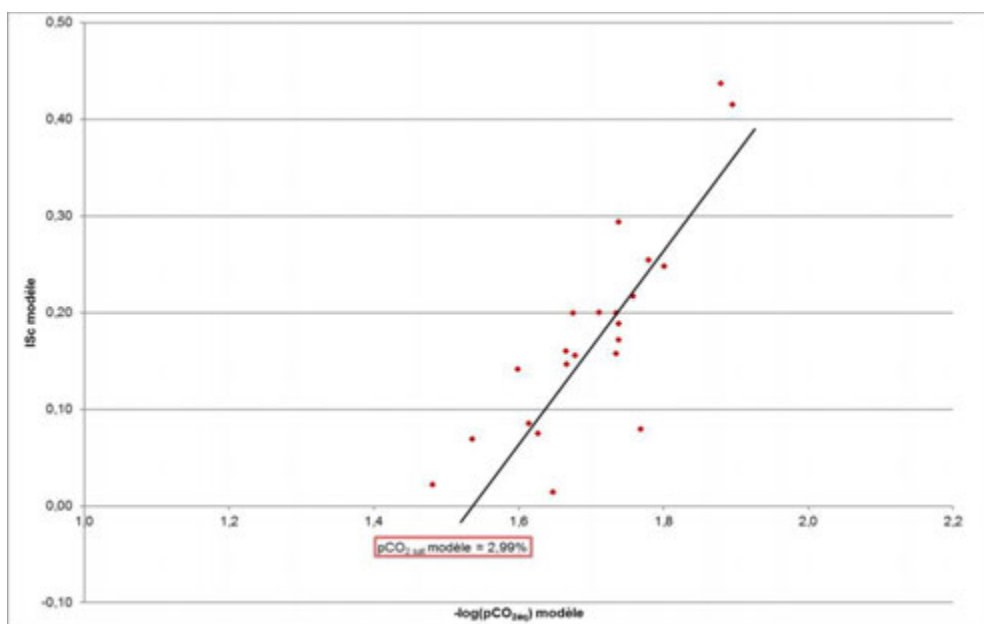


Figure 46 : Position des points de mesure dans le repère (ISc ; $(-\log(p\text{CO}_{2\text{éq}}))$) et traçage d'une droite modèle de gazage/dégazage.

Les eaux prélevées à la Haute Fageotte sont saturées à sursaturées vis-à-vis de la calcite. De plus, il apparaît que la $p\text{CO}_{2\text{sat}}$ est deux fois moins importante en moyenne qu'à l'émergence épikarstique de Lascaux. Le dégazage au cours de l'infiltration des eaux semblent donc plus importante du fait de l'épaisseur de calcaires traversée.

De la même manière que pour l'émergence épikarstique, de nombreux prélèvements ont été effectués à la Haute Fageotte. Les analyses des ions majeurs, du COD ainsi que de la silice dissoute sont présentées dans le **tableau 6**.

Tableau 6 : Récapitulatif des analyses réalisées sur les prélèvements de la Haute Fageotte

Date de prélèvement	pH	Température (°C)	Conductivité (mS/m)	O2 sat (%)	O2 (mg/L)	Ca2+_mg/	HCO3-_mg/	Mg_mg/	Na_mg/	K_mg/	SO4_mg/	Cl_mg/	NO3_mg/	F (mg/L)	SIO2_mg/	COT_mg/
23/10/2013	7,201	12,8	608	90,9	9,29	124,85	356,00	1,26	5,62	1,76	9,07	9,19	12,05	0,03	13,19	0,10
30/10/2013	7,11	12,6	609	91	9,67	124,71	400,16	1,28	5,63	1,81	8,52	9,24	12,94	0,04	13,25	0,88
13/11/2013	7,067	12,5	593	92,3	9,87	122,58	325,74	1,34	5,77	2,29	5,87	8,38	9,44	0,03	12,26	0,99
28/11/2013	7,17	10,3	595	96,8	10,67	125,38	318,42	1,27	6,08	2,31	6,98	8,96	9,59	0,05	12,41	0,83
05/12/2013	7,404	11,6	594	92,2	9,95	127,06	416,02	1,22	5,53	1,78	6,90	11,00	10,55	0,03	12,75	1,01
17/12/2013	7,403	11,4	591	92,5	9,994	125,64	401,38	1,24	5,84	2,11	8,39	8,80	17,06	0,05	12,70	1,63
08/01/2014	7,186	12,5	593	92,8	9,87	120,70	351,36	1,18	4,87	1,15	7,07	8,10	7,46	0,03	11,13	1,43
16/01/2014	7,232	12,5	598	93,8	9,75	122,00	366,00	1,23	5,29	1,38	7,78	8,56	10,25	0,03	11,89	1,15
27/01/2014	7,263	12,2	591	93,4	9,76	123,22	412,36	1,07	4,71	0,76	6,53	7,16	3,30	0,03	9,71	2,68
29/01/2014	7,268	12	586	96,6	10,1	121,47	364,78	1,11	4,91	0,98	5,92	7,10	2,99	0,04	9,32	3,17
06/02/2014	7,212	12,2	578	94,2	9,96	122,70	369,66	1,18	4,89	1,09	6,73	7,54	4,96	0,03	11,03	3,56
13/02/2014	7,259	12	582	94,5	9,62	123,34	375,76	1,59	5,05	1,14	6,86	7,27	5,35	0,05	11,25	1,65
20/02/2014	7,148	12,4	588	90,4	9,68	121,97	375,76	1,18	5,08	1,05	7,98	7,51	6,76	0,03	12,02	3,70
26/02/2014	7,154	12,2	595	90,4	9,68	129,11	367,22	1,21	5,21	1,23	8,06	7,94	7,65	0,05	12,40	2,04
06/03/2014	7,194	12,9	584	92,2	9,71	124,73	347,70	1,61	5,27	1,11	6,60	7,83	7,28	0,03	11,87	2,96
20/03/2014	7,155	13	602	88,3	9,63	133,85	376,00	1,25	5,76	1,44	8,04	8,29	9,27	0,03	13,51	0,93
27/03/2014	7,2	12,8	584	91	9,6	120,58	378,20	1,17	5,52	1,38	7,18	8,79	8,45	0,03	13,22	0,86
04/04/2014	7,088	12,7	609	92,9	9,51	123,30	357,00	1,24	5,65	1,52	7,46	8,86	8,97	0,03	13,38	1,85
08/04/2014	7,06	12,5	621	95,2	9,95	119,70	406,26	1,18	5,63	1,26	7,47	8,67	9,18	0,03	13,59	1,58
17/04/2014	7,05	12,6	614	88,3	9,02	119,96	401,38	1,16	5,90	1,87	7,54	9,47	9,33	0,03	13,73	2,23
30/04/2014	7,142	12,9	610	91,5	9,47	130,69	367,22	1,21	5,68	1,27	7,75	9,10	9,93	0,03	13,90	1,06
05/06/2014	7,09	13,00	604,00	88,40	9,04	125,83	365,30	1,17	5,69	1,66	7,26	8,94	9,78	0,02		0,87
26/06/2014	7,23	13,20	602,00	89,00	9,29	121,94	364,78	1,07	5,06	1,02	7,359	9,278	9,939	0,058		0,81
22/07/2014	7,158	13,3	612,00	90,00	9,34	130,96	366,00	1,25	6,10	1,51	8,104	9,526	10	0,054		0,912
18/09/2014	7,253	13,7	616	85,1	9,01		336,72				8,986	9,709	11,433	0,061		2,306
01/10/2014	7,25	13,7	613	85,4	9,03		340,38									

De la même façon que pour l'émergence épikarstique du SAS 1, les analyses n'ont pas encore été interprétées. Cependant, la comparaison entre les deux émergences montre des différences majeures pour ce qui est des concentrations en nitrates et en COD. En effet, il apparaît que le COD est plus élevé à la Haute Fageotte qu'à Lascaux. Il semblerait donc qu'une source de nitrates (Lascaux II ?) soit présente en amont de la Haute Fageotte. Inversement, les concentrations en COD sont y sont moins importantes. Les eaux alimentant cette source ont donc comme attendu, un plus long temps de séjour qu'à Lascaux.

IV) Suites à donner à la thèse pour les deux prochaines années

1. Etude de la dynamique du CO₂ dans le massif karstique et la cavité de Lascaux :

Il paraît d'abord important de continuer le monitoring pour interpréter les variations des pCO₂ dans les forages installés sur notre parcelle expérimentale. Les mesures de pCO₂ dans les sols et les pénétromètres mis en place dans les formations détritiques seront-elles aussi poursuivies. Nous espérons par la suite pouvoir déterminer plus précisément les différentes sources de CO₂ mais aussi les mécanismes régissant les transferts de ce gaz d'intérêt en direction de la cavité mais aussi entre les différents compartiments de l'épikarst (sols, calcaires et formations détritiques associées).

Pour ce qui est de la dynamique du CO₂ dans la cavité nous attendons de réaliser d'autres campagnes de prélèvements d'air dans les différentes parties de la cavité pour déterminer les taux de mélange en l'air atmosphérique et l'air du massif, à l'origine de la composition des différentes masses d'air de la cavité. L'ajout d'un capteur de CO₂ au mât de l'abside tout comme les résultats des simulations réalisées par Delphine Lacanette permettront de préciser nos hypothèses, en ce qui concerne la mise en place des différentes cellules de convection responsables du brassage des différentes masses d'air de la cavité.

La comparaison de nos différentes conclusions devrait nous autoriser la réalisation d'un modèle conceptuel capable de représenter la dynamique du CO₂ dans le massif calcaire, les formations détritiques et la cavité. La compréhension plus précise des transferts de carbone sous forme dissoute et donc de la dynamique des écoulements dans le système épikarstique apportera sûrement des informations complémentaires quant à la réalisation de ce modèle.

Enfin, nous insistons encore sur le fait que sans un arrêt prolongé de l'extracteur, nous ne pourrions nous prononcer quant à la dynamique naturelle du CO₂ dans la cavité. L'apport de réponses quant à la réelle utilité ou non de l'extracteur nous sera aussi impossible sans ces informations.

2. Le comportement hydrodynamique et hydrogéochimique du système karstique de la grotte de Lascaux

L'étude du comportement hydrochimique passera par l'interprétation des différentes analyses géochimiques réalisées mais aussi des analyses isotopiques qu'il nous reste à effectuer. Les prélèvements seront poursuivis au pas hebdomadaire aux différents exutoires reconnus du système karstique de Lascaux. En plus de ces analyses, nous souhaitons remettre en place les bougies poreuses dans les joints du SAS2 se prolongeant dans la salle des taureaux pour affiner les informations déjà acquises à propos de cet écoulement et de sa dynamique. La cuve de mesure en continu au SAS 1 sera améliorée dans le but de la rendre totalement étanche et donc de limiter le dégazage du CO₂ dissous par équilibration avec l'air présent dans la cuve. Un système permettant de mesurer in-situ le CO₂

dissous de l'eau est en cours de développement. Il permettra de comparer les valeurs de $p\text{CO}_{2\text{éq}}$ calculées à des $p\text{CO}_2$ déterminées en continu. Cette mesure supplémentaire aura aussi comme objectif de préciser les connaissances de la dynamique hydrogéochimique de notre émergence. En effet, nous avons montré dans ce rapport que les $p\text{CO}_{2\text{éq}}$ varient au cours du cycle hydrologique. Elles représentent donc comme d'autres études l'ont montré, un bon traceur des conditions d'écoulement dans notre système.

Nous souhaitons ajouter un dispositif de prélèvement automatique des eaux de l'émergence épikarstique pour dans un premier temps suivre plus en détails l'évolution de la chimie des eaux pendant certains épisodes de crues du cycle à venir. Si les résultats des analyses apportent des informations supplémentaires, nous essaierons de généraliser ces prélèvements automatiques tout au long du cycle hydrologique.

Nous tenterons alors d'améliorer le modèle réservoir existant (Lopez, 2009) du système épikarstique grâce à toutes les informations recueillies par tous ces dispositifs de mesure mais aussi grâce aux calculs des données d'évapotranspiration potentielle (ETP) sur le site de Lascaux,.

Conclusions de la première année de thèse

Cette première année d'étude a permis la mise en place de plusieurs dispositifs de mesures et de prélèvements. En effet, comme défini dans le projet de recherche mené par l'Institut de Mécanique et d'Ingénierie de Bordeaux, des dispositifs tels que la parcelle expérimentale pour l'étude de la dynamique du dioxyde de carbone ainsi que le dispositif de suivi en continu de l'émergence épikarstique de Lascaux ont été développés et installés sur site. L'étude de ces nouvelles mesures couplée à l'analyse des données déjà disponibles, ainsi qu'aux différents prélèvements réalisés sur le site de Lascaux (eaux et gaz), ont permis de mettre en lumière différentes informations intéressantes.

Tout d'abord, il apparaît que les $p\text{CO}_2$ enregistrées en continu dans l'épikarst sont plus importantes que dans les formations détritiques sablo-argileuses. Les valeurs élevées de $p\text{CO}_2$ mesurées dans ce compartiment du système karstique (jusqu'à 6,5%), sont concordantes avec celles de la $p\text{CO}_{2\text{sat}}$ de l'émergence épikarstique (>5 %) déterminée grâce aux équilibres calco-carboniques.

De plus, l'étude de l'évolution des $p\text{CO}_2$ dans la cavité montre des dynamiques différentes selon les périodes de l'année. Il a en effet été observé que les masses d'air de plusieurs parties de la cavité (salle des taureaux, passage, diverticule axial, haut de la nef et puits du sorcier) sont indépendantes à certaines périodes de l'année puis s'homogénéisent durant d'autres périodes. L'évolution des températures semble être l'un des facteurs permettant la mise en place des cellules de convection qui vont brasser l'air dans toutes ces zones de la cavité. Inversement, les zones profondes de la cavité (galerie mondmilch et cabinet des félins) évoluent de manière plus indépendante toute au long de l'année. Toutes ces informations pourront être prises en compte pour déterminer le modèle conceptuel de la dynamique du CO_2 dans le massif et la cavité de Lascaux.

L'étude détaillée des effets du pompage sur les $p\text{CO}_2$ importantes mesurées au puits du sorcier a permis d'émettre plusieurs hypothèses. Cependant, nous ne pourrions pas apporter de réponse définitive à cette interrogation sans un arrêt de l'extracteur de la cavité pendant une longue période. En effet, il est pour l'instant impossible d'affirmer avec certitude si les pics importants de CO_2 mesurés en période de pompage sont le fait de convections dues au pompage, ou d'un phénomène naturel.

Enfin, l'étude du suivi en continu des paramètres hydrogéochimiques de l'émergence épikarstique du SAS 1 pour le cycle 2013/2014 a permis de disserner plus finement le fonctionnement des écoulements dans le système. Selon les périodes du cycle, les écoulements sont soutenus par des eaux de natures différentes (eaux à plus ou moins long temps de séjour). Ces informations seront intégrées dans notre analyse du comportement hydrodynamique du système karstique de Lascaux.

Bibliographie :

Batiot C. (2002) Etude expérimentale du cycle du carbone en régions karstiques. Ph. D. thesis, Avignon Univ.

Batiot C., Linan C., Andreo B., Emblanch C., Carasco F., Blavoux B. (2003), Use of total Organic Carbon (TOC) as tracer of diffuse infiltration in a dolomitic karstic system : The Nerja cave (Andalusia southern Spain), *Geophysical Research Letters*, vol. 30, pp 2179-2182, 4p.

Cerling T.E., Solomon D.K., Quade J. and Bowman R. (1991) On the isotopic composition of carbon in soil carbon dioxide. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, vol. 55, n°11, 3403-3405, 3p.

Denis, A., R. Lastennet, F. Huneau and P., Malaurent (2005), Identification of functional relationships between atmospheric pressure and CO₂ in the cave of Lascaux using the concept of entropy of curves, *Geophysical Research Letters*, vol. 32, n°5.

Fleury P., Plagnes V., Bakalowicz M. (2007), Modelling of the functioning of karst aquifers with a reservoir model : Application to Fontaine de Vaucluse (south of France). *Journal of Hydrology*, 345, p38-49.

Frisia S., I.J. Fairchild, J. Fohlmeister, R. Miorandi, C. Spötle and A. Borsato (2011), Carbon mass-balance modelling and carbon isotope exchange processes in dynamic caves, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 75: 380-400.

Lastennet R., Lopez B., Denis A., Mertz J.D. (2011). - Lascaux et la conservation en milieu souterrain, Chap. 4 : Hydrogéologie, caractérisation des eaux d'infiltration et propriétés du support à Lascaux. eds FMSH, pp 93-120.

R. Lastennet, N. Peyraube, A. Denis, P. Malaurent (2012), Etude des conditions hydro-climatiques interne et externe de la grotte de Lascaux. Volet 5 du protocole vermiculations. Rapport I2M-GCE 002-2012, 65 p.

Lopez B., Lastennet R., Malaurent Ph., Denis A. (2007). Characterization of seepage waters in a filled epikarst. Communication orale et actes publiés. XXXV IAHS CONGRESS, International Association of Hydrogeologists. Lisboa, 17-21 September 2007.

Lopez B., Lastennet R., Malaurent Ph., Denis A. (2008). The recharge features in karstic context. A case study from the Lascaux cave, France. XXXVI IAHS CONGRESS, International Association of Hydrogeologists. Toyama, 26 October-1 November 2008.

Lopez B. (2009) Les processus de transfert d'eau et de dioxyde de carbone dans l'épikarst. Ph. D. thesis, Bordeaux Univ.

N. Peyraube, R. Lastennet, A. Denis (2011) ; Estimation of epikarst air pCO₂ and δ¹³C CO₂ using measurements of water δ¹³CTDIC and cave air pCO₂ and δ¹³C CO₂ (Cussac Cave site). Colloque H₂Karst, Besançon, Septembre 2011.

Peyraube N. (2011) Apports des équilibres calco-carboniques et du carbone 13 pour l'étude de l'air et des écoulements d'eau dans la zone non saturée du karst. Ph. D. thesis, Bordeaux Univ.

Peyraube N., Lastennet R. and Denis A. (2012) Geochemical evolution of groundwater in the unsaturated zone of a karstic massif, using the Pco₂-SIc relationship. Journal of Hydrology, vol. 460, 13-24.

Peyraube N, Lastennet R., Denis A., Malaurent P. (2012) Estimation of epikarst air Pco₂ using measurements of water δ¹³CTDIC, cave air Pco₂ and δ¹³Cco₂, Geochimica et Cosmochimica Acta, (soumis).

Savoy L. (2007) – Use of natural and artificial reactive tracers to investigate the transfert of solutes in karst systems, Thèse doctorale, Université de Neuchâtel, 212 pages.

Spötl C., Fairchild I.J. and Tooth A.F. (2005) Cave air control on dripwater geochemistry, Obir Caves (Austria): Implications for speleothem deposition in dynamically ventilated caves. Geochim. et Cosmochim. Acta, vol. 69, 2451-2468, 18p.

Tissier, Grégory, Yves Perrette, Marc Dzikowski, Jérôme Poulenard, Fabien Hobléa, Emmanuel Malet, and Bernard Fanget. Seasonal Changes of Organic Matter Quality and Quantity at the Outlet of a Forested Karst System (La Roche Saint Alban, French Alps). Journal of Hydrology 482 (March 2013)

Annexe 1

Mode opératoire pour les prélèvements des eaux naturelles dans la grotte de Lascaux

Le but de ce fascicule est de fournir un protocole de prélèvement d'eau dans la cavité de la grotte de Lascaux. Pour cela, le matériel nécessaire au prélèvement, la méthode à suivre ainsi que les mesures physico-chimiques in-situ à réaliser sont détaillées dans ce qui suit.

Remarque : il faut ajouter au respect de ces indications, le respect des règles de sécurité et d'hygiène qui prévalent dans la cavité.

I) Matériel nécessaire pour un point de prélèvement :

Plusieurs flaconnages différents sont utilisés (photographies en ANNEXE 2) :

- 1 flacon de 250 ml en verre brun (Carbone 13),
- 3 flacons de 20 ml en verre brun (Carbone Organique Dissous, 2H, 18O),
- 2 flacons de 150 ml en polyéthylène HDPE (Métaux et Archive),
- 3 flacons de 60 ml en polyéthylène HDPE (Anions, Cations et Silice),
- 2 flacons de 500 ml en polyéthylène HDPE :
 - o 1 pour aider au prélèvement et réaliser les mesures in-situ,
 - o 1 pour la mesure de l'alcalinité (faite en dehors de la cavité).

Remarque : ces flaconnages devront être conservés à l'abri de la poussière dans des conditions de température et d'humidité satisfaisantes.

Une seringue et un filtre stériles à usage unique sont aussi nécessaires au prélèvement. Il est préférable de prévoir plusieurs filtres au cas où ces derniers se colmatent prématurément.

Un flacon d'Acide Chlorhydrique (HCl) à 1 N (1 mol/L) ainsi qu'un flacon d'Acide Nitrique (HNO₃) à 70 % doivent être à disposition en dehors de la cavité pour permettre l'acidification des échantillons le plus rapidement possible.

II) Le déroulement du prélèvement :

Le prélèvement se déroule en plusieurs étapes successives :

- Le rinçage préalable du flaconnage et du matériel de prélèvement (filtre et seringues),
- L'échantillonnage en lui-même,
- L'acidification des échantillons,
- La conservation des échantillons.

1. Le rinçage du matériel de prélèvement :

Cette étape est nécessaire pour éviter la contamination des échantillons prélevés.

Le flacon de 500 ml en HDPE servant au prélèvement doit être en premier lieu rincé avec l'eau à prélever.

Rincer le filtre et la seringue. Pour cela, prélever un premier volume dans la seringue, connecter la au filtre et vider la totalement.

Rincer chaque flacon et bouchon de prélèvement avant de les remplir avec de l'eau filtrée grâce à la seringue et au filtre.

2. L'échantillonnage :

Remplir les différents flacons suivants à l'aide de la seringue et du filtre :

- 1 flacon de 250 ml en verre brun (Carbone 13),
- 3 flacons de 20 ml en verre brun (Carbone Organique Dissous, 2H, 18O),
- 2 flacons de 150 ml en polyéthylène HDPE (Métaux et Archive),
- 3 flacons de 60 ml en polyéthylène HDPE (Anions, Cations et Silice).

Chaque flacon doit être rempli à « ras bord » pour éviter la présence de bulles d'air pouvant altérer l'échantillon. Refermer ensuite les flacons en prenant soin de bien positionner l'opercule d'étanchéité.

Remarque : si le prélèvement est répété dans le temps, il est préférable de l'effectuer si possible dans la même zone de l'écoulement pour permettre une uniformité des prélèvements.

La date (jour, mois, année et heure), le libellé du point de prélèvement ainsi que les initiales de l'opérateur devront être mentionnés au feutre indélébile sur une étiquette pour chaque flacon.

Suite au remplissage des différents flacons, effectuer les mesures in-situ dans la cavité à après avoir rempli à nouveau le flacon de 500 ml HDPE avec l'eau à analyser (pH, conductivité, potentiel Red/Ox et Oxygène dissous). Le protocole de ces mesures est détaillé en Annexe 3.

3. L'acidification des échantillons :

Cette étape est nécessaire pour stopper l'évolution de l'échantillon (activité biochimique) après le prélèvement. Elle devra être réalisée à l'extérieur de la cavité dans un local aéré ou à l'air libre. Pour cela, utiliser les flacons d'acide décrits dans le paragraphe 1.

4 flacons doivent être acidifiés selon les méthodes suivantes :

- 1 flacon de 250 ml en verre brun (Carbone 13 : 13C) pour abaisser le pH à 6 ; pour cela, verser 10 gouttes d'Acide Chlorhydrique (HCl) à 1 N puis agiter l'échantillon,
- 1 flacon de 20 ml en verre brun (Carbone Organique Dissout : COD) pour abaisser le pH à 3 ; pour cela, ajouter 3 gouttes d'Acide Chlorhydrique (HCl) à 1 N puis agiter l'échantillon,

- 1 flacon de 150 ml en polyéthylène HDPE (Métaux : Mtx) pour abaisser le pH à 2 ; pour cela, ajouter 5 gouttes d'Acide Nitrique (HNO₃) à 70 % puis agiter l'échantillon,
- 1 flacon de 60 ml en polyéthylène HDPE (Cations : C+) pour abaisser le pH à 4 ; pour cela, ajouter 2 gouttes d'Acide Nitrique (HNO₃) à 70 % puis agiter l'échantillon.

IMPORTANT: après avoir acidifié l'échantillon, faire figurer une « étoile » au feutre indélébile sur le bouchon de chaque flacon pour permettre leur distinction.

4. La conservation des échantillons :

Tous les échantillons prélevés devront être maintenus dans un frigo à une température inférieure à 8 °C jusqu'à expédition ou analyse.

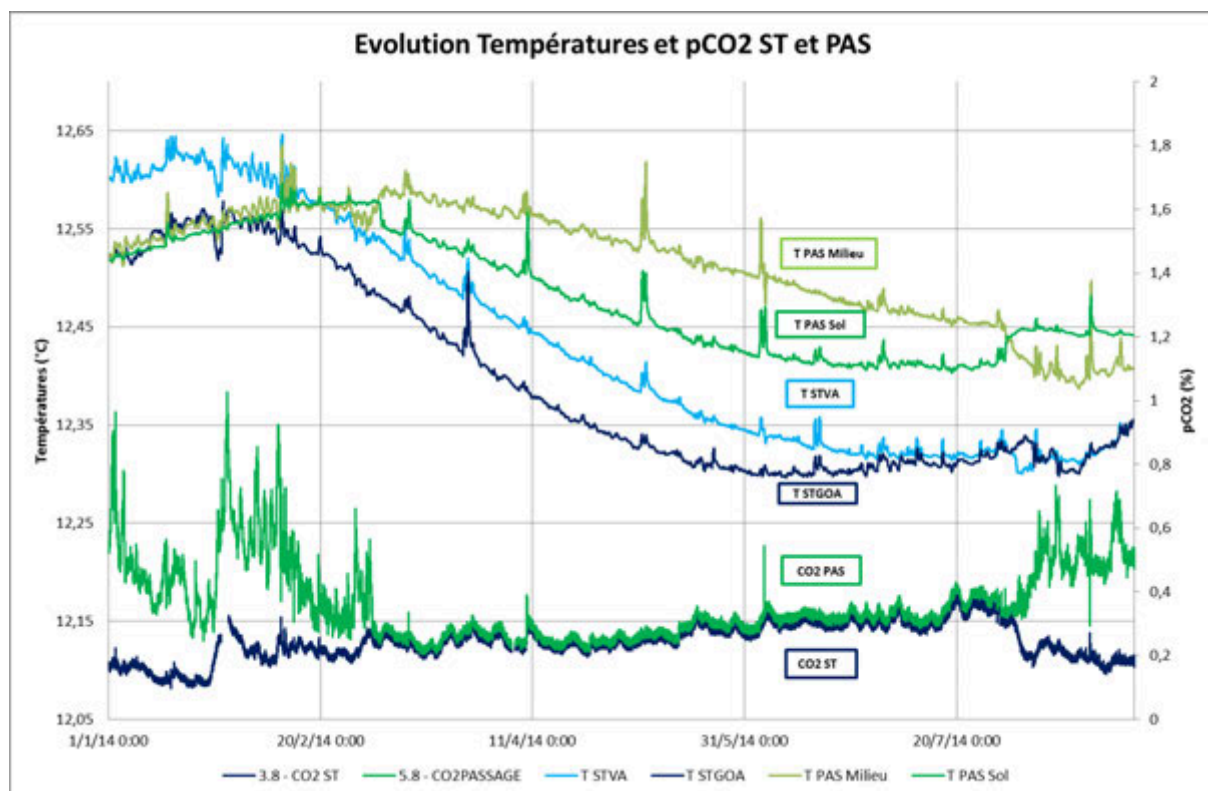
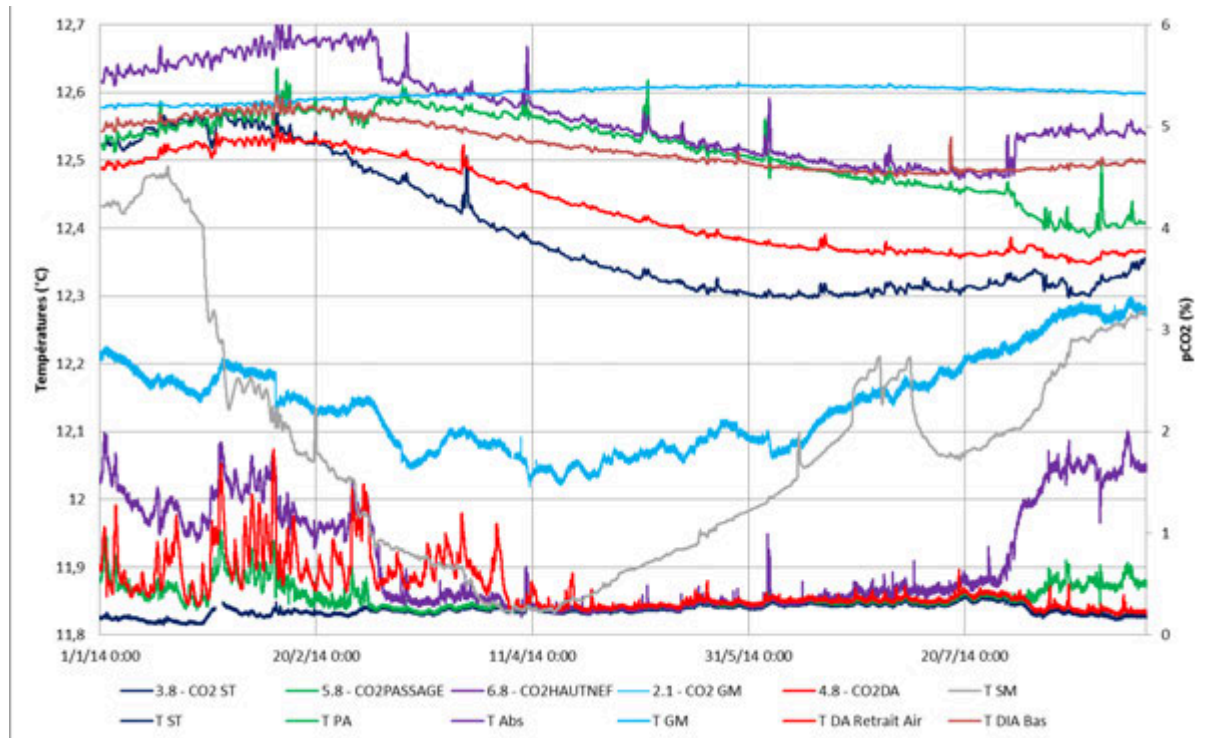
III) Les mesures physico-chimiques in-situ :

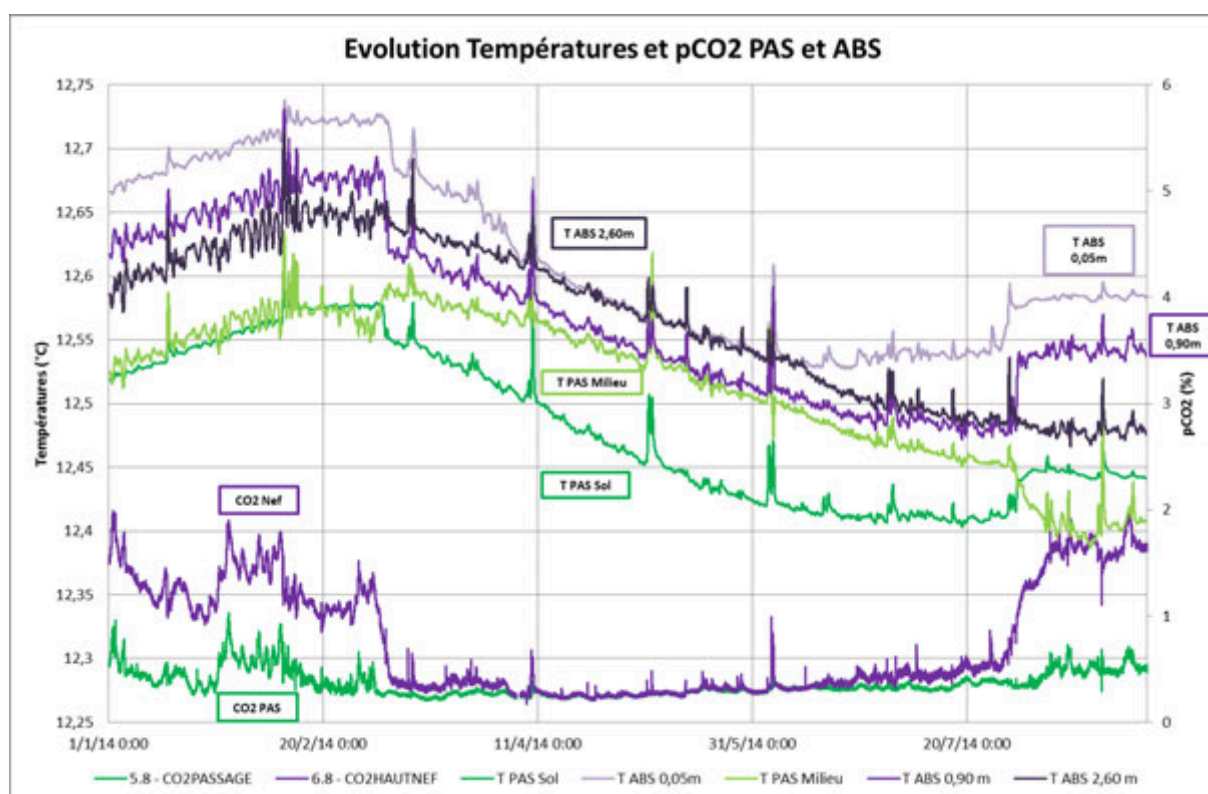
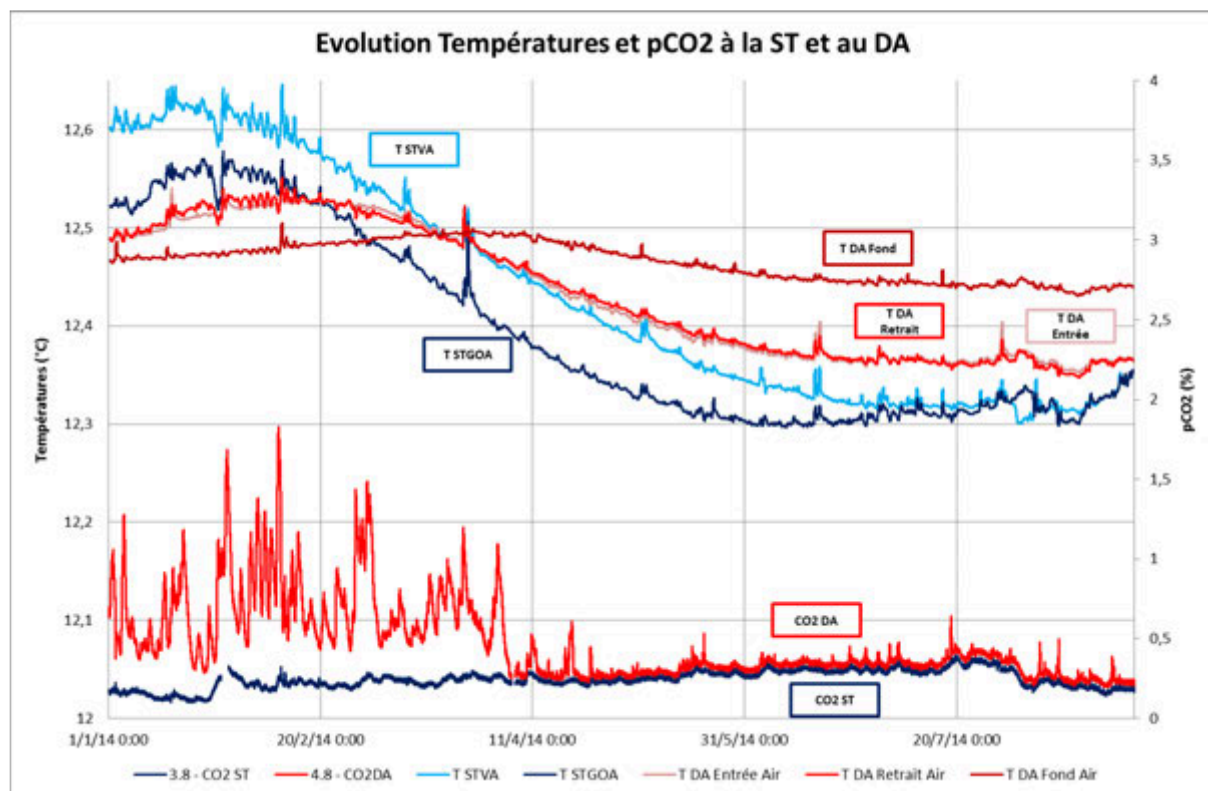
Plusieurs mesures in-situ sont réalisées au cours du prélèvement dans la cavité :

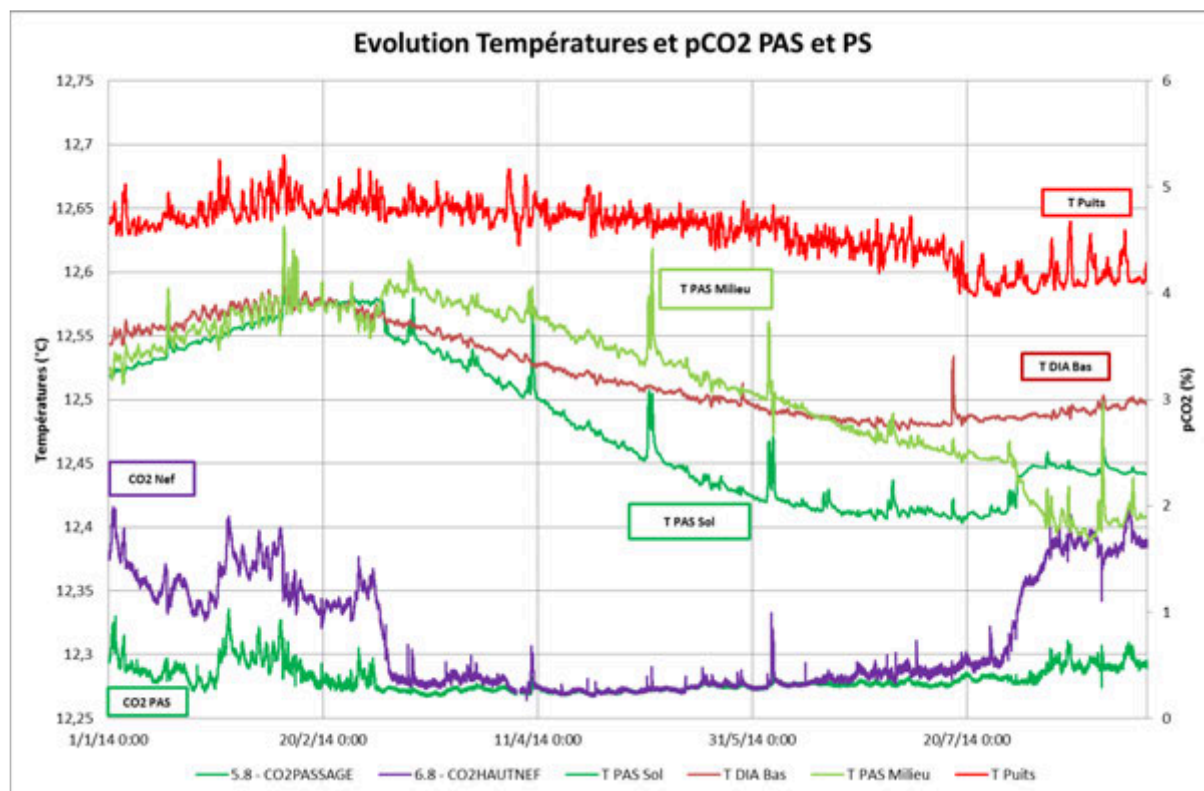
- La conductivité (μS/cm) et sa température associée (°C),
- Le pH (unité pH et mV) et sa température associée (°C),
- Le potentiel Oxydo-Réducteur (mV),
- La concentration en dioxygène dissous (mg/L), le pourcentage de saturation en dioxygène dans l'eau (%) ainsi que la pression atmosphérique (hPa) et la température associées (°C).
- L'alcalinité (digits) qui doit être mesurée à l'extérieur de la cavité.

Annexe 2

Evolution des pCO₂ et températures mesurées pour l'année 2014 dans les différentes zones de la cavité.







ANNEXE 8

Le clone numérique 3D de la grotte de Lascaux

Benjamin Sadier – Guy Pérazio

Rapport d'intervention

Le clone numérique 3D de la grotte de Lascaux



La méthode...

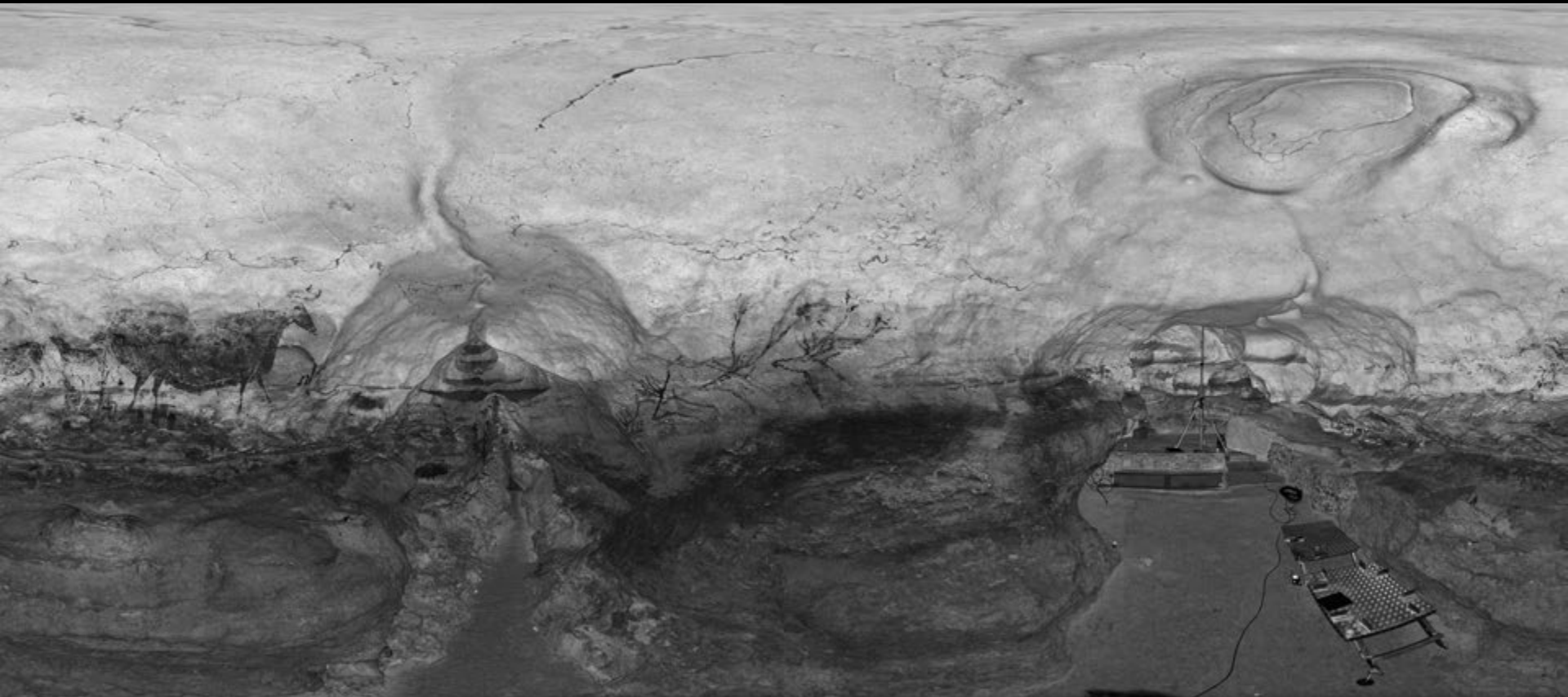
Différents outils pour enregistrer l'information géométrique

- Scanner HDS 7000 (*incertitude de mesure 0.5mm*)
- Théodolite de haute précision TDA
- Sphères de calage

Intégration des données 3D dans le système de coordonnées de l'IGN



La méthode...



La méthode...

Différents outils pour enregistrer l'information colorimétrique

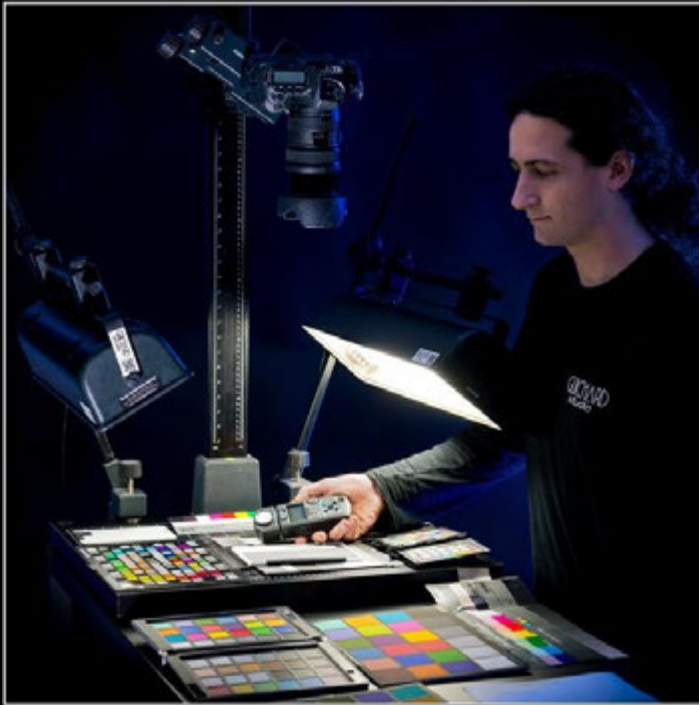
Exemple : spectro-colorimètre



Information ponctuelle et non spatialisée

La méthode...

Calibration et étalonnage du matériel
photographique (boitier, optique, éclairage)



corrélation données spectro -
colorimètre et photos



OBJECTIFS : calcul du delta E

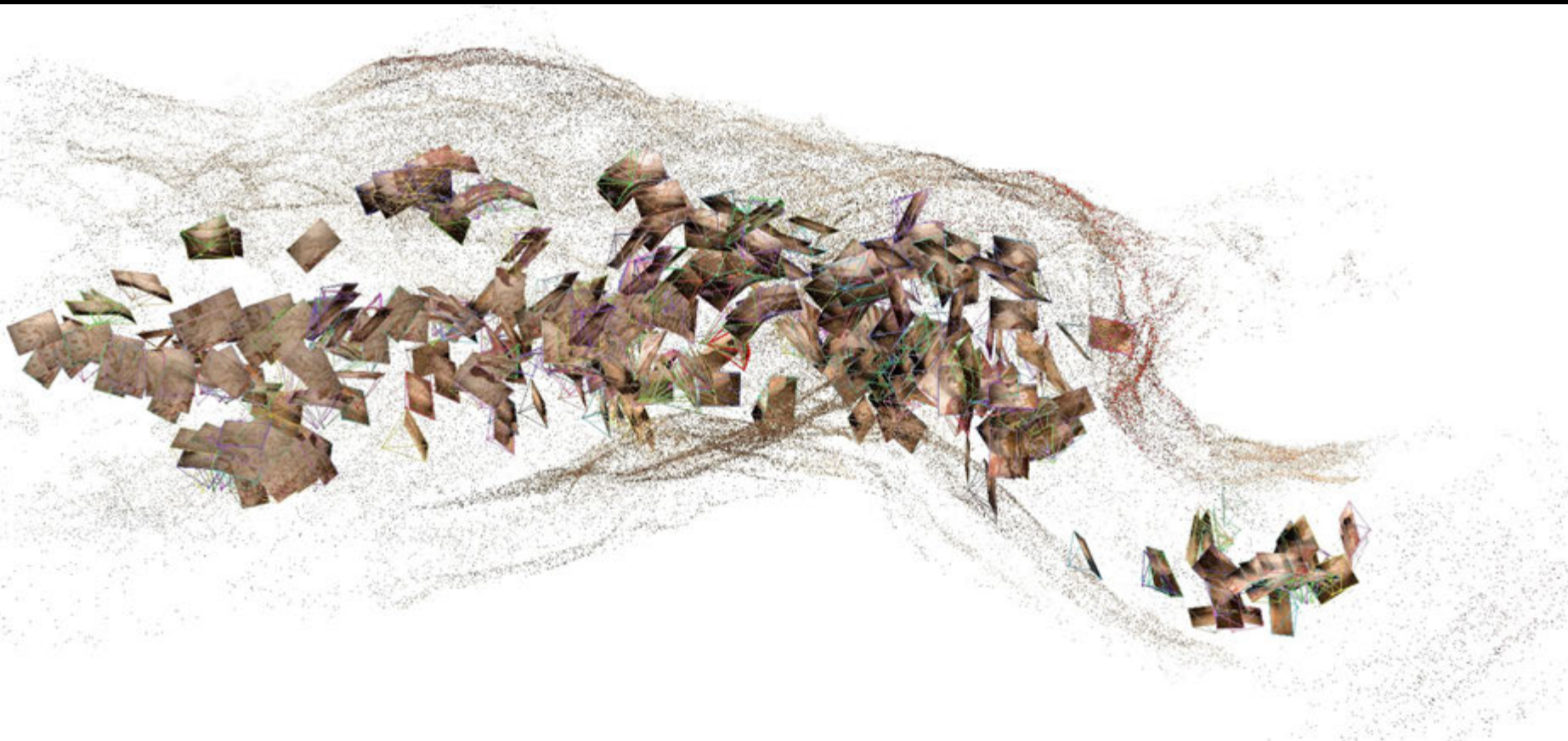
→ $\Delta E < 1$



La méthode...

Intégration dans le modèle 3D des clichés

→ Multi – corrélation d'images (principes de la photogrammétrie)



Quelques chiffres...



Relevés réalisés en 2012 / 2013

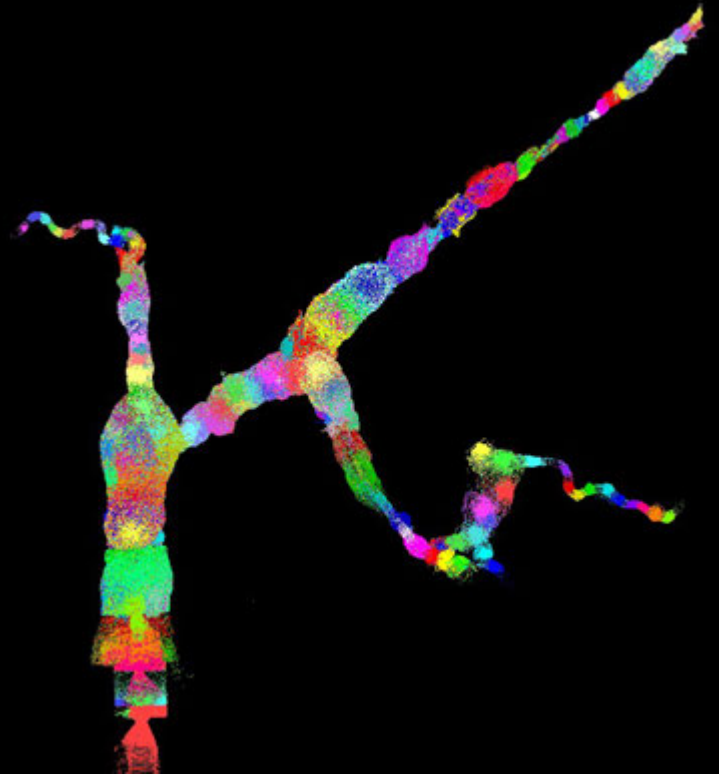
- 173 positions de scanner
- 250 sphères de calage
- 18000 clichés photos

A l'extérieur de la grotte :

- 168 positions de scanner

-Puits Vouvé

16 positions de scanner
500 clichés photo

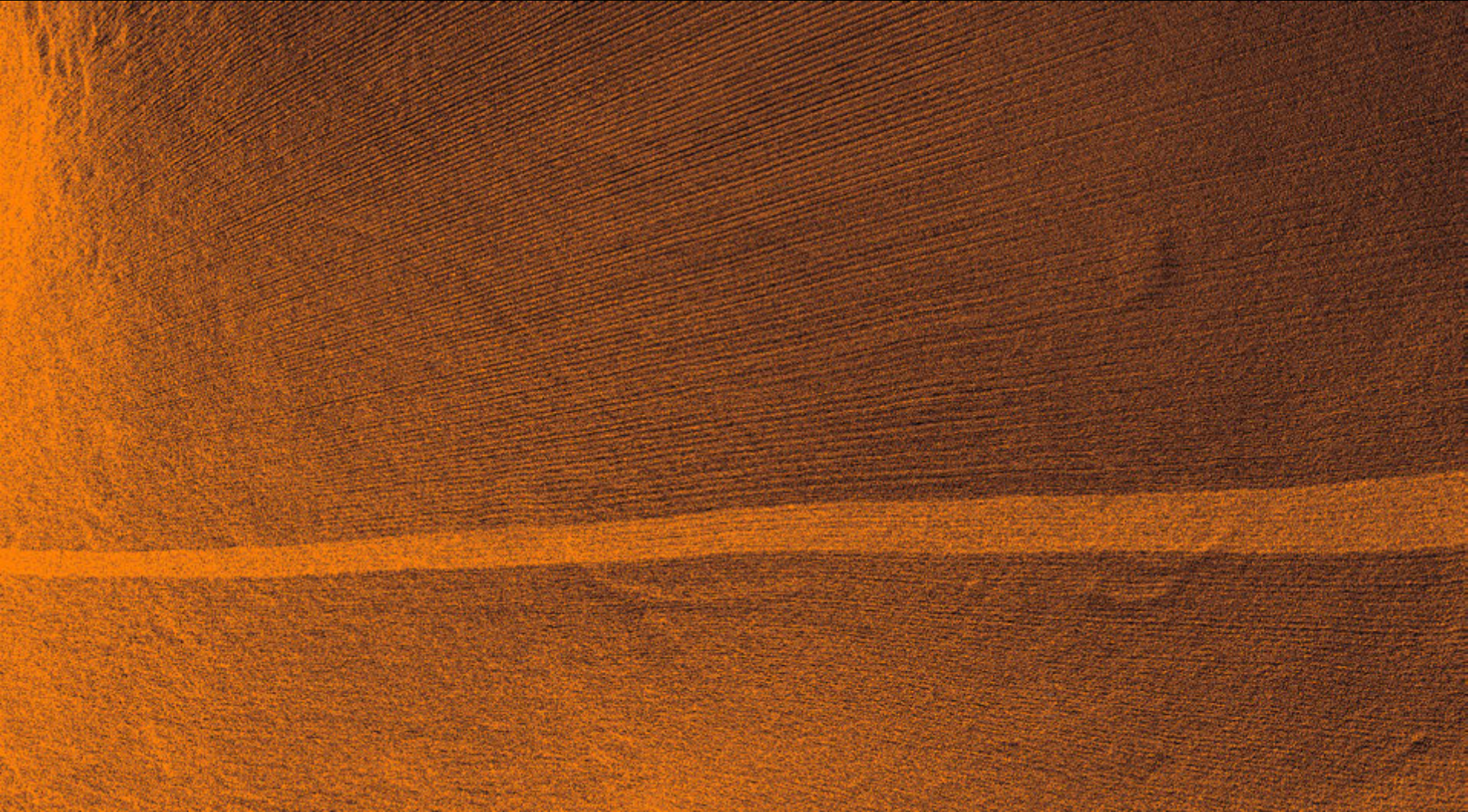


Quelques chiffres...

Total 4,3 milliards de points

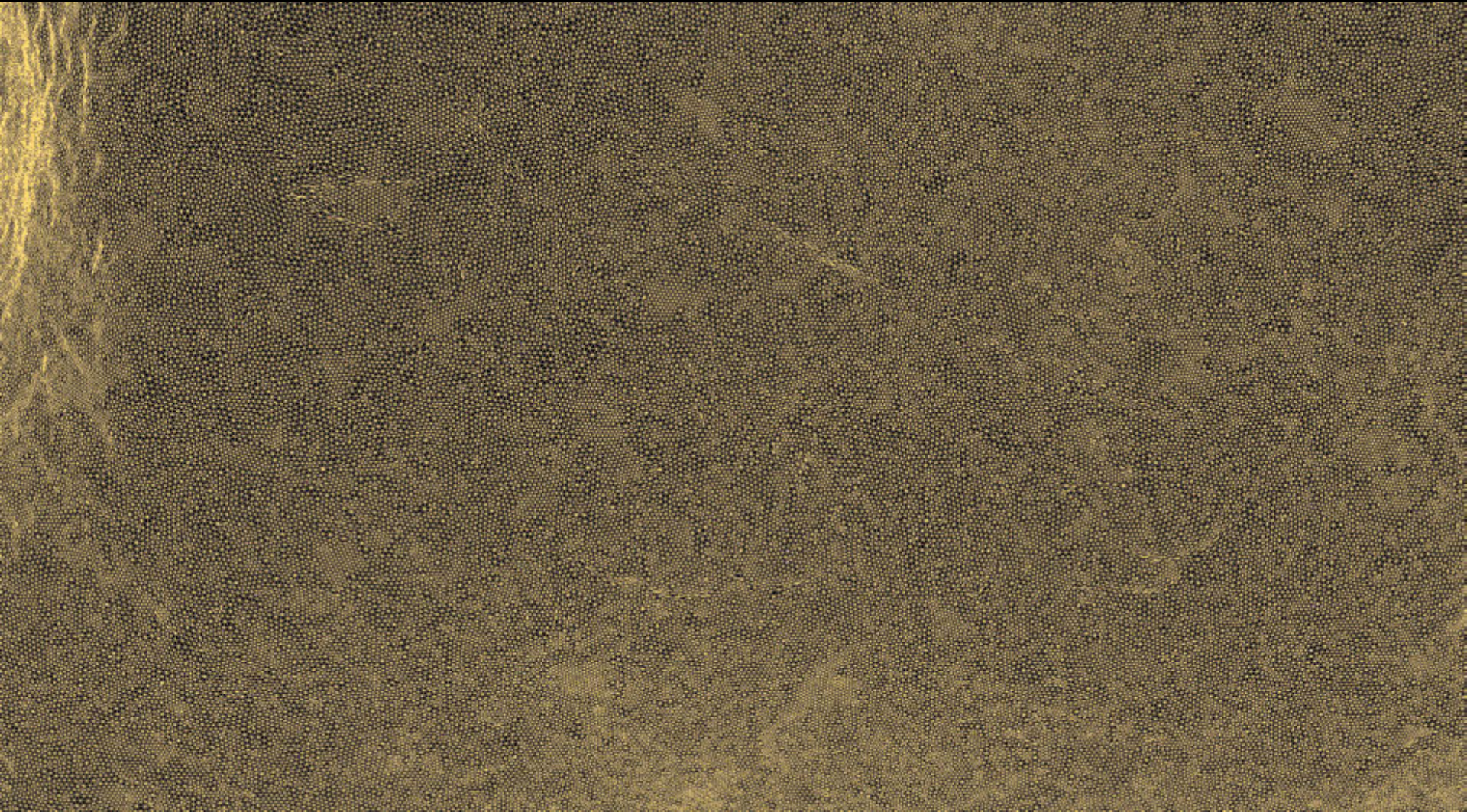


Densité moyenne de 1,22
pts / mm²



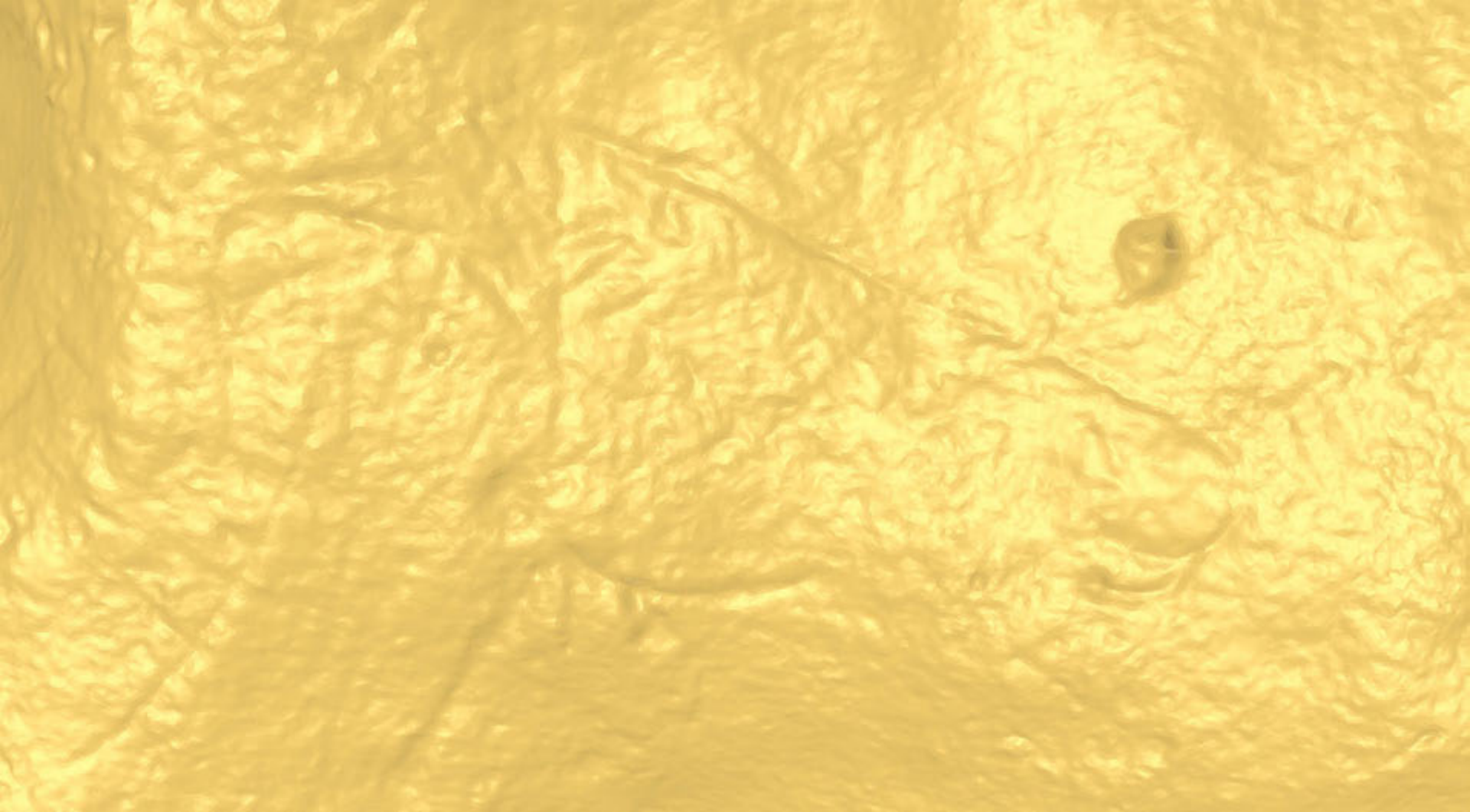
Quelques chiffres...

Triangulation : triangles de 3 mm de côté



Quelques chiffres...

Total de 373 millions de triangles \longrightarrow Surface développée = 3511 m²



Quelques chiffres...

Texture :

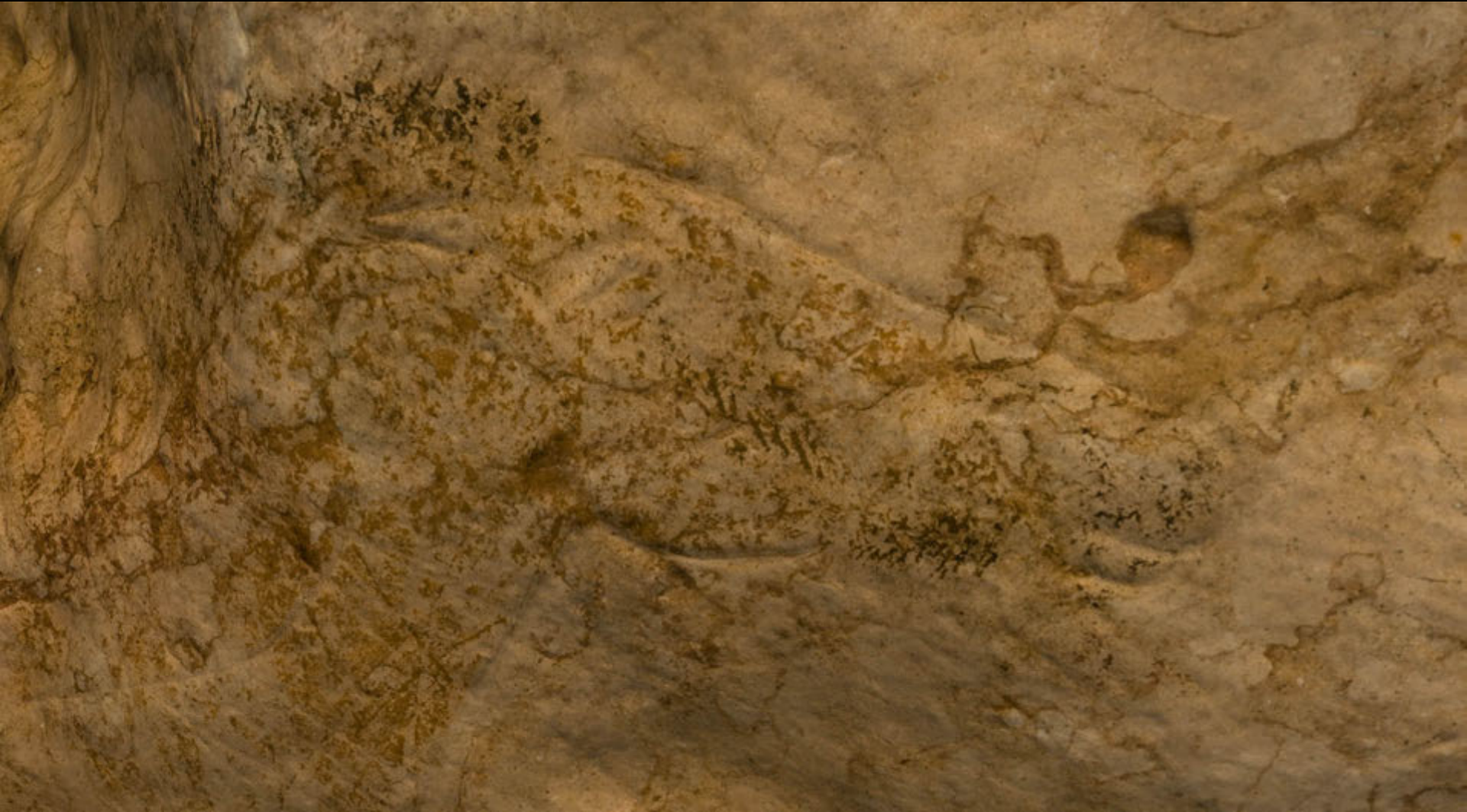
- 18284 clichés
- 566 Milliards de pixels



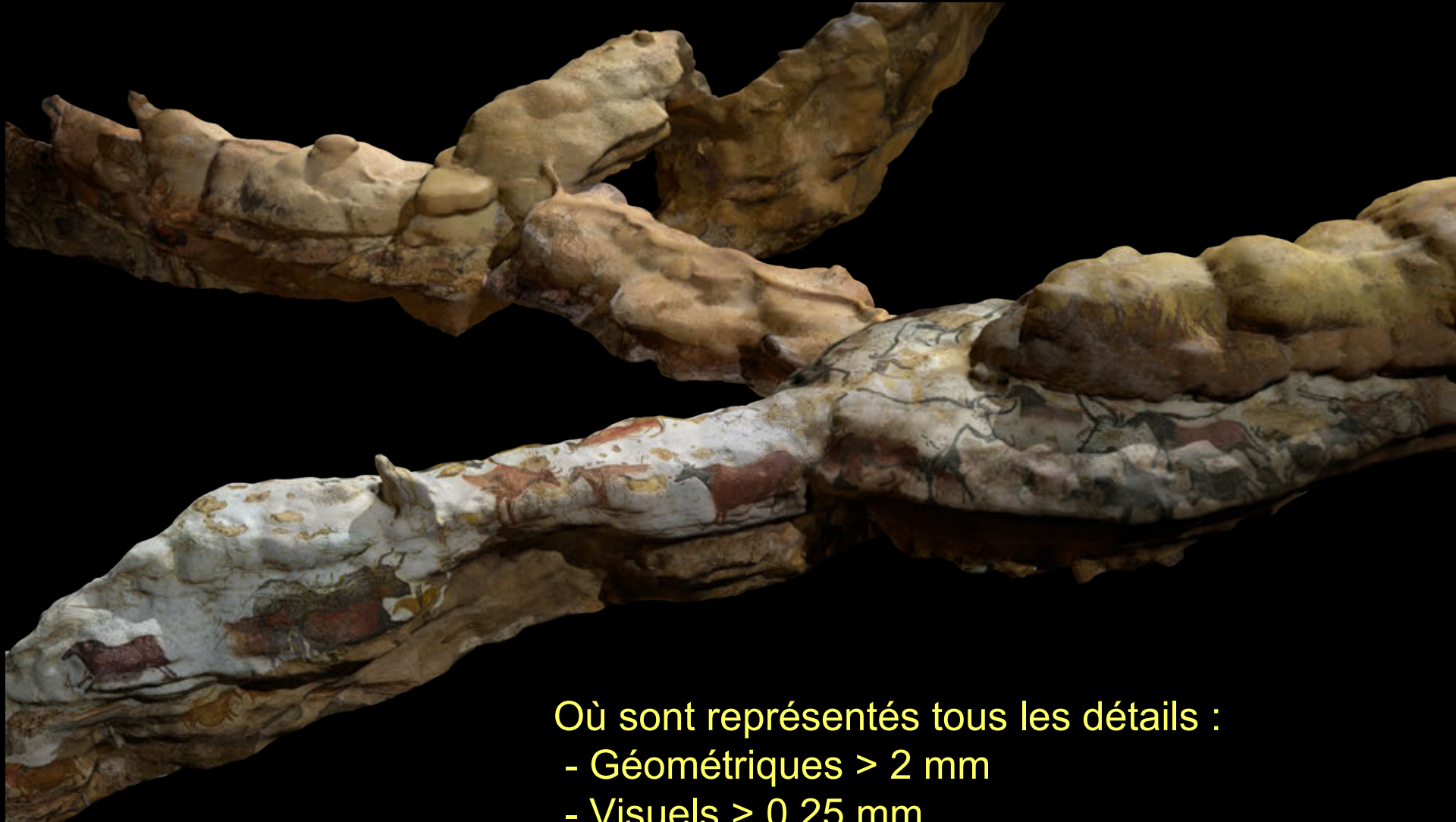
Densité moyenne de 16
pixels / mm²



Quelques chiffres...



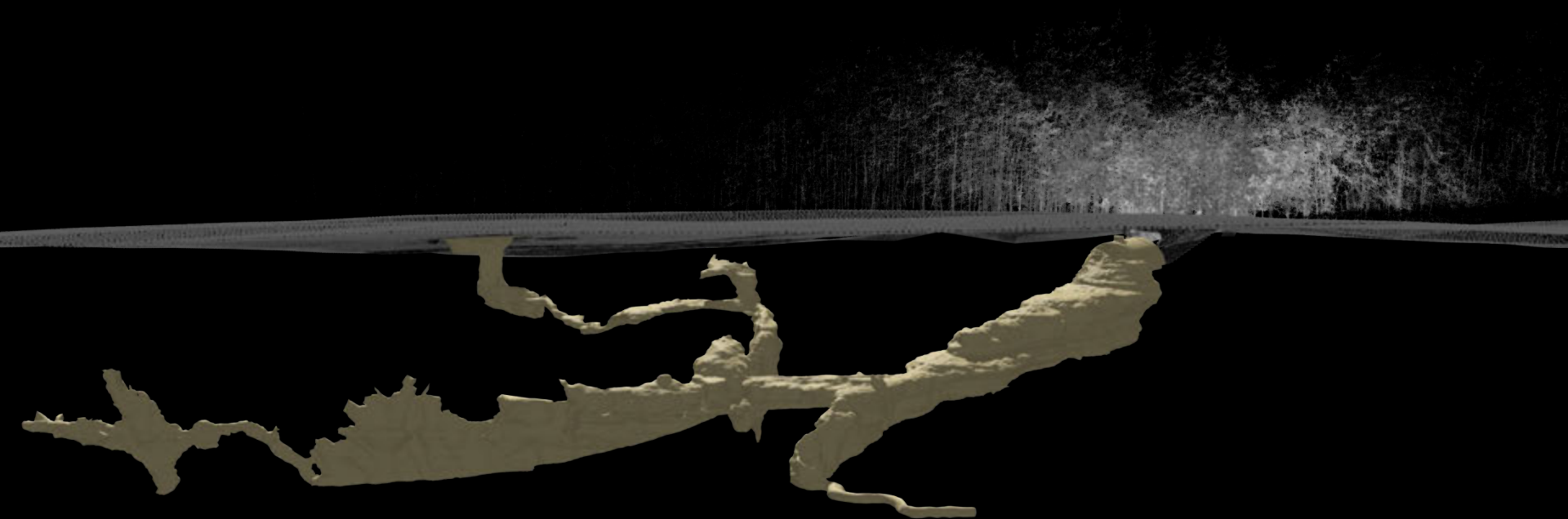
Le clone numérique 3D de la grotte de Lascaux



Où sont représentés tous les détails :

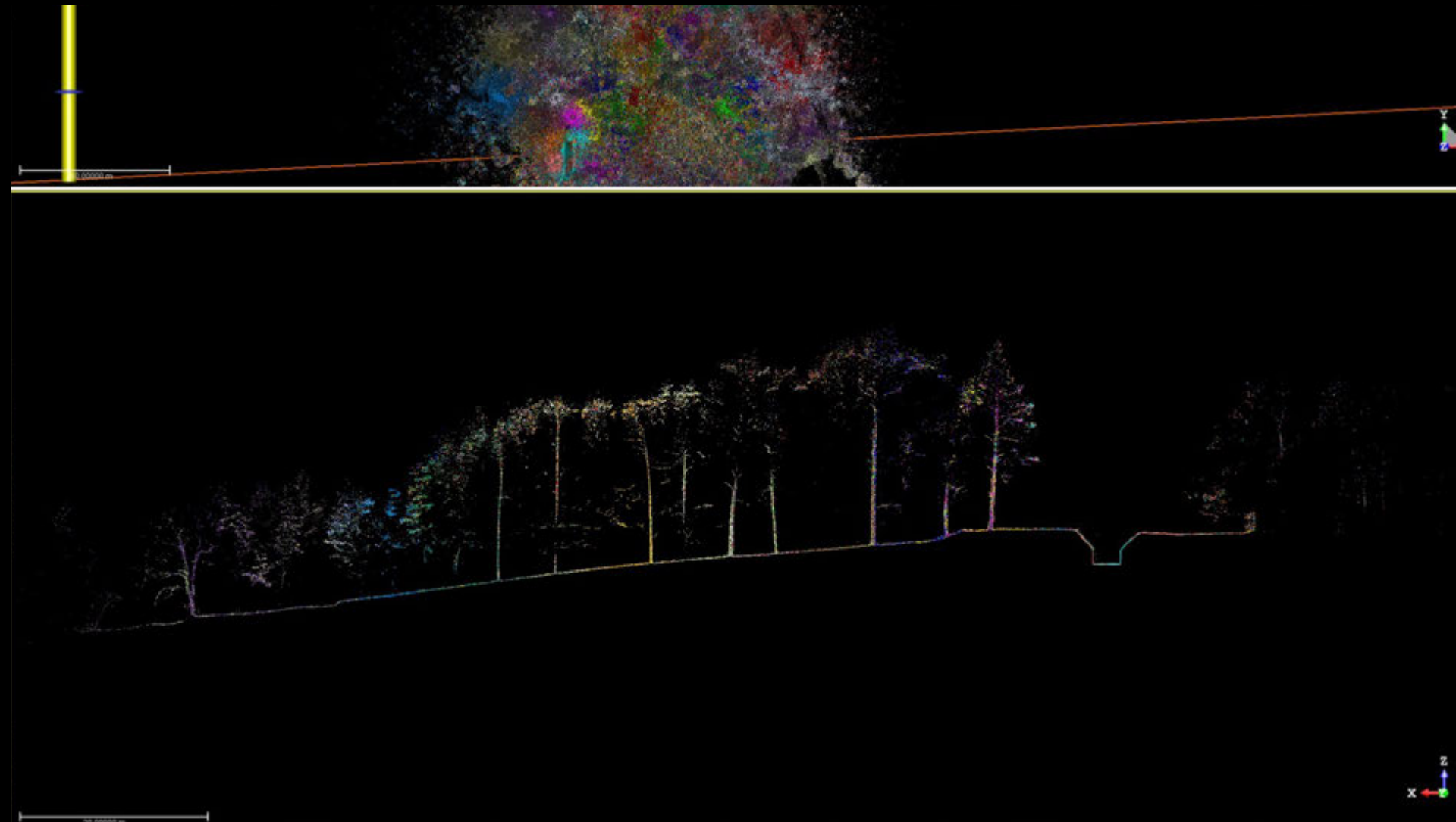
- Géométriques > 2 mm
- Visuels > 0.25 mm

La grotte dans son contexte physique

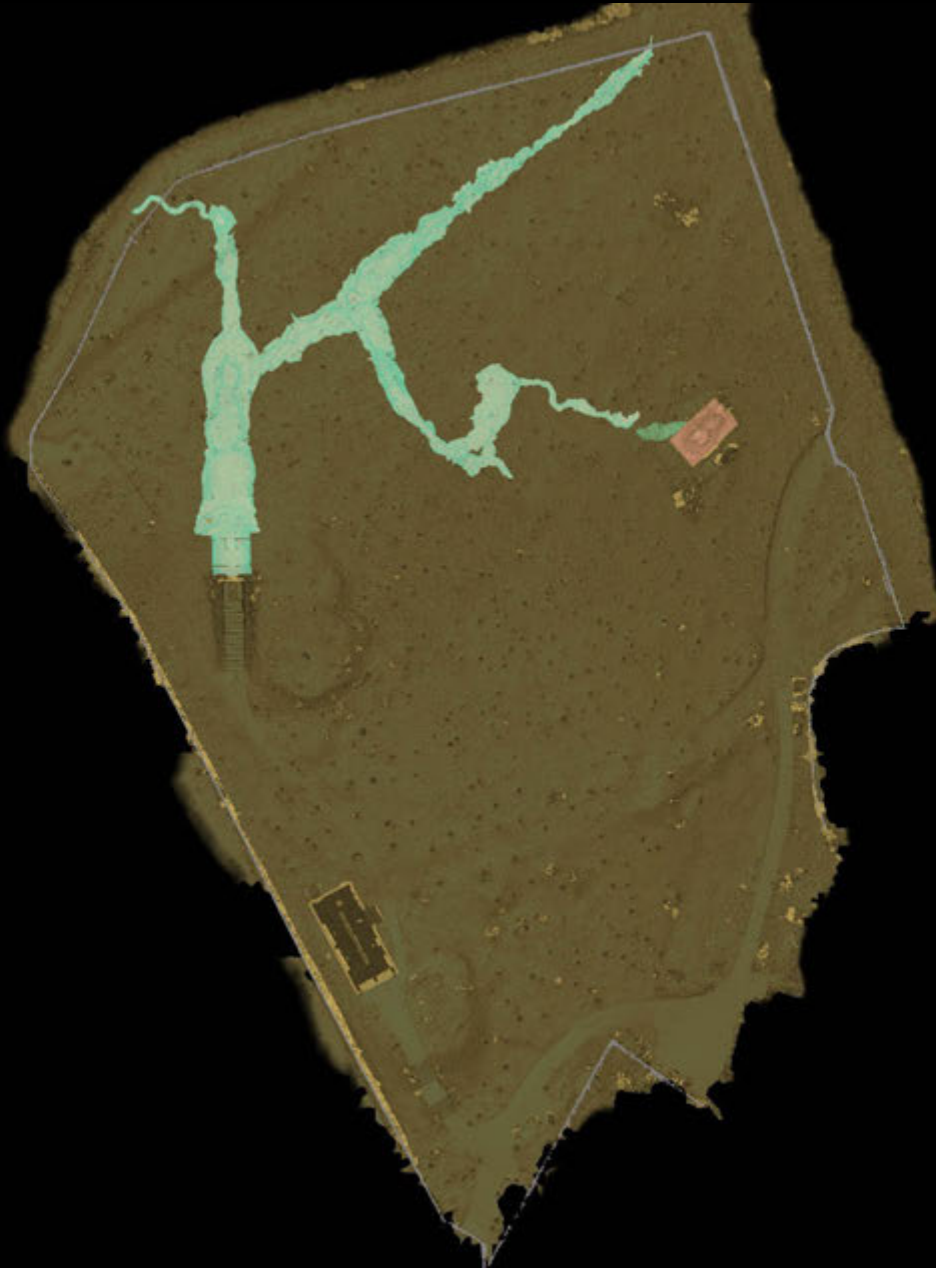


La grotte dans son contexte physique

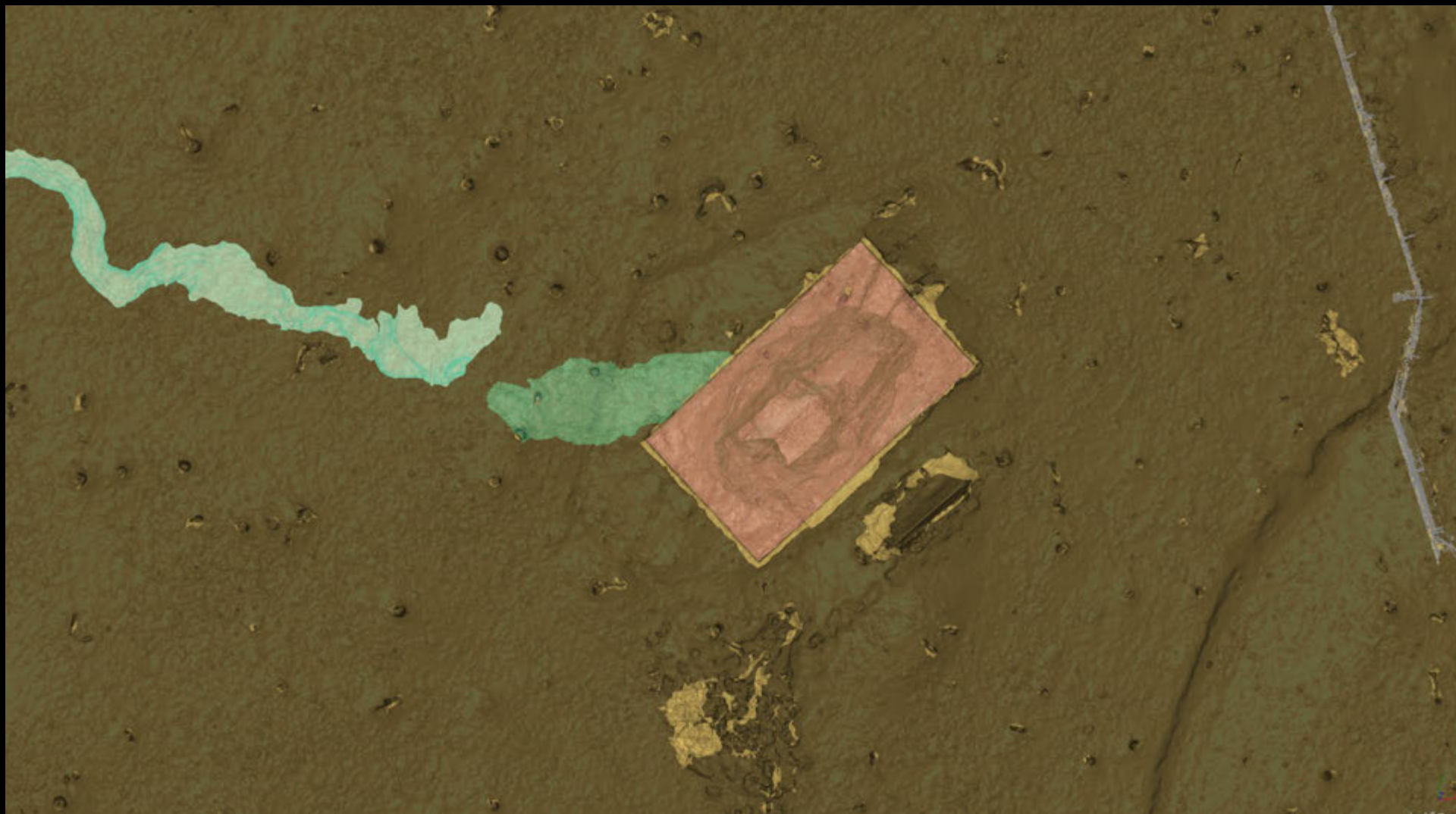
Total 7.2 milliards de points



La grotte dans son contexte physique



La grotte dans son contexte physique



Les possibilités d'utilisation du clone numérique 3D

Utilisation actuelle :

- Construction du fac – simulé
- Modélisation aérologique
- Conservation

Utilisation possible :

- Intégration des données pluridisciplinaires (géologie, géomorphologie, géophysique, aérologie, évolution des parois...)
- spatialisation des informations
- quantification des phénomènes (études diachroniques)



SIG 3D :

- archivage
- requêtes spatiales (croisement des données de nature diverses)

Merci de votre attention



ANNEXE 9

Le Simulateur Lascaux

*Delphine Lacanette
Laboratoire I2M-CGE*

Rapport d'activités

Rapport d'activités

Année 2014

Delphine Lacanette

Relecteur : Philippe Malaurent

Table des matières

1	PREAMBULE	1
2	ANALYSE DU CLIMAT EXTERIEUR	1
2.1	DONNEES	1
2.2	ANALYSE DES DONNEES	3
3	UN NOUVEAU MODELE POUR PREDIRE LE CLIMAT INTERNE A 6 MOIS DANS LASCAUX	3
3.1	OBJECTIF ET MISE EN ŒUVRE	3
3.2	EXEMPLE ET VALIDATION	3
4	ETUDE DU CLIMAT INTERNE	4
4.1	RETOUR SUR LES ANNEES 2010-2014	4
4.2	PREVISIONS SUR LE CLIMAT INTERNE POUR LE PREMIER SEMESTRE 2015	4
5	APPORT DU NOUVEAU RELEVÉ 3D	7
6	RECHERCHES MENEES POUR L'INTEGRATION D'UNE DESCRIPTION PLUS FINE DE LA MORPHOLOGIE DE LA CAVITE	8
7	REFLEXIONS SUR LA QUANTITE DE CO₂ ET SON EVOLUTION DANS LES DIFFERENTES ZONES DE LA CAVITE	9
8	INTEGRATION DES DONNEES GEOPHYSIQUES DE L'EPIKARST	11
9	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	12

1 Préambule

Le transfert thermique s'opère dans un milieu souterrain par deux biais, un transfert par convection grâce à des communications avec l'extérieur, et un transfert par conduction dans la roche au travers de l'épikarst. Dans une cavité aussi bien fermée et superficielle que Lascaux, le climat intérieur est directement lié à l'évolution du climat extérieur, et la température moyenne dans la cavité est la température moyenne annuelle en extérieur avec un décalage temporel correspondant au transfert de l'onde thermique dans l'épikarst.

Un modèle de prévision du climat interne a été développé afin de prédire l'évolution du microclimat lors d'années particulières.

De plus, des travaux ont été initiés sur l'intégration du CO₂ dans la réflexion globale sur les échanges dans la cavité. Le CO₂ est un marqueur des mouvements d'air, à ce titre la simulation permet la visualisation du renouvellement de l'air. Parallèlement, le taux de CO₂ modifie la densité de l'air et doit être inclus dans la modélisation de cette dernière.

Enfin, la prise en compte de l'hétérogénéité de l'épikarst est en cours de réflexion et un point est présenté.

Tous les travaux présentés ici ont été réalisés en étroite collaboration avec Philippe Malaurent et Jean-Christophe Portais.

2 Analyse du climat extérieur

2.1 Données

La figure 1 présente l'évolution de la température (moyenne annuelle) au-dessus de Lascaux du 01/01/1950 au 01/01/2015, ainsi que les tendances qui se dégagent.

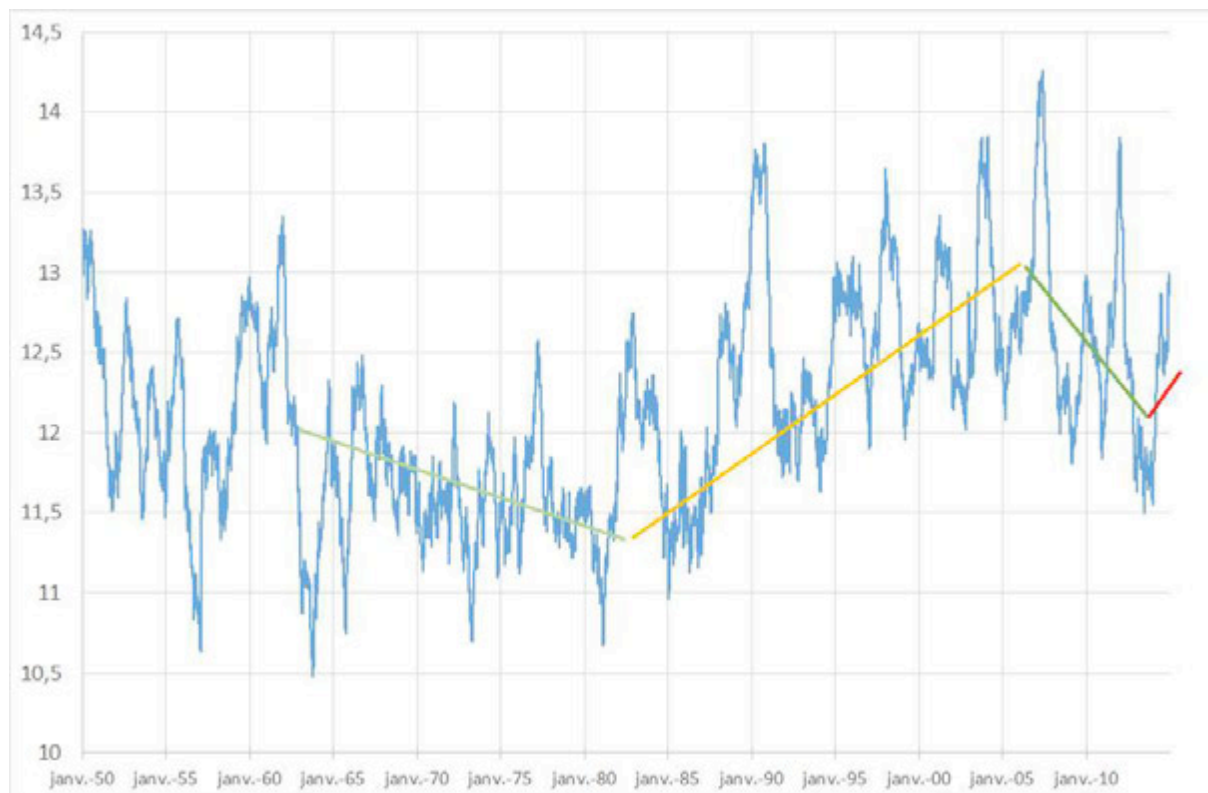


Figure 1 : Évolution de la température moyenne quadriennale au-dessus de Lascaux depuis les années 50

La figure 2 correspond à la figure 1 avec une échelle de temps différente, recentrée sur l'évolution depuis les années 2000.

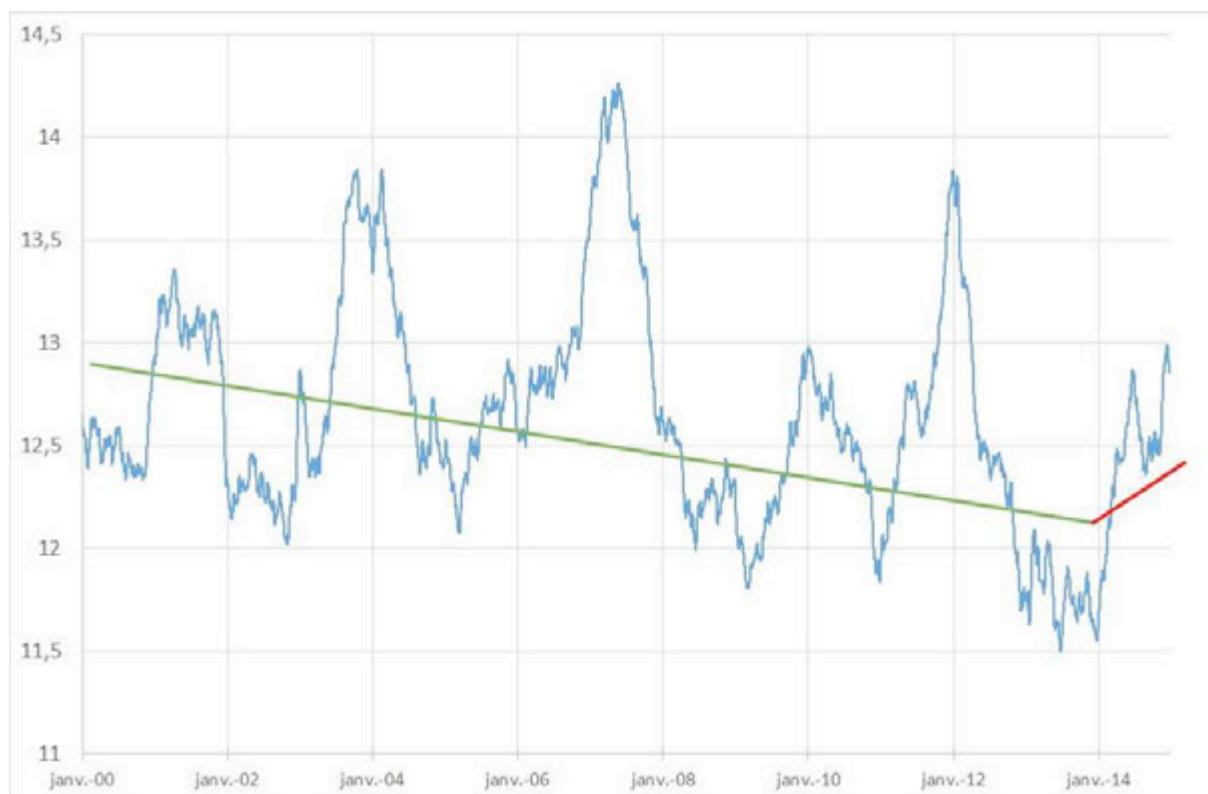


Figure 2 : Évolution de la température moyenne quadriennale au-dessus de Lascaux depuis 2000

2.2 Analyse des données

Du début des années 60 au début des années 80 la température moyenne a diminué de plus d'un demi-degré. Des années 80 jusqu'en 2007 inclus, la température moyenne a augmenté d'un degré et demi. Depuis 2008 s'est amorcé une diminution régulière de la température moyenne de presque un degré, jusqu'à l'année 2014, année la plus chaude jamais enregistrée par Météo France (les enregistrements ont commencé en 1900). La visualisation n'est pas évidente sur ces graphes (Figures 1 et 2), car il présente les moyennes annuelles.

3 Un nouveau modèle pour prédire le climat interne à 6 mois dans Lascaux

Nous proposons un modèle prédictif basé sur le modèle de conduction présenté précédemment, afin de donner des informations sur le climat intérieur de la grotte, à partir de la connaissance du climat extérieur.

3.1 Objectif et mise en œuvre

L'objectif de ce travail est de prendre des mesures préventives en fonction du climat prévu dans la grotte et de la présence ou l'absence de convection naturelle.

Partant des températures extérieures mesurées jusqu'à une date donnée, et d'une estimation des températures extérieures des 6 mois suivants cette date, nous modélisons les températures à l'intérieur de la grotte pendant cette période.

3.2 Exemple et validation

Pour valider le modèle, nous nous plaçons à la date du 26 mai 2011. Nous avons besoin d'une estimation des températures extérieures des 6 mois à compter de cette date. L'estimation est basée sur la valeur moyenne des températures sur les 5 dernières années. Par exemple la température de surface du 20 juillet 2011 est calculée à partir des températures des 20 juillet 2006, 20 juillet 2007, 20 juillet 2008, 20 juillet 2009 et 20 juillet 2010. On pourra envisager afin d'améliorer le modèle un tirage aléatoire sur un ensemble de valeurs prises dans les années précédentes et de faire tourner le modèle plusieurs fois pour introduire une incertitude sur le résultat.

Les températures extérieures constituent les données d'entrée du modèle théorique, et les températures en profondeur issues du modèle prédictif sont comparées aux températures théoriques issues des mesures en surface pour le 26 novembre 2011 à la Figure 3.

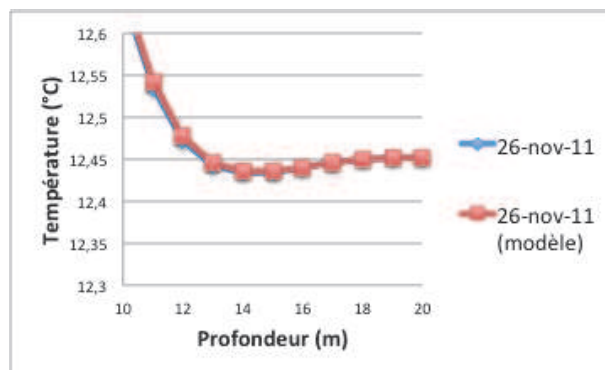


Figure 3 : Comparaison des températures théoriques avec celles issues du modèle

La différence entre les températures données par le modèle prédictif et le modèle théorique est de 10^{-5}°C . Le modèle est prédictif des températures à 6 mois, le modèle de prédiction est validé.

4 Étude du climat interne

4.1 Retour sur les années 2010-2014

Le refroidissement extérieur de ces dernières années a entraîné une modification des gradients de température, on assiste à un retour des courants de convection naturelle. L'année 2013 et le début 2014 ont été particulièrement favorables à l'évacuation naturelle de l'air contenu dans la cavité. La modification du comportement amorcée depuis 2010 a été particulièrement visible fin 2013 et début 2014.

De plus amples détails ont été donnés dans le rapport d'activités rendu fin 2013 présentant un bilan climatique sur les années 2000-2013 et une prévision pour 2014.

4.2 Prévisions sur le climat interne pour le premier semestre 2015

Les données en température acquises à la surface au-dessus de Lascaux jusqu'à fin novembre 2014 ont servi à alimenter le modèle de prévision du climat interne de Lascaux au premier semestre 2015.

La figure 4 présente le positionnement de la coupe le long de l'axe Salle des Taureaux – Diverticule Axial.

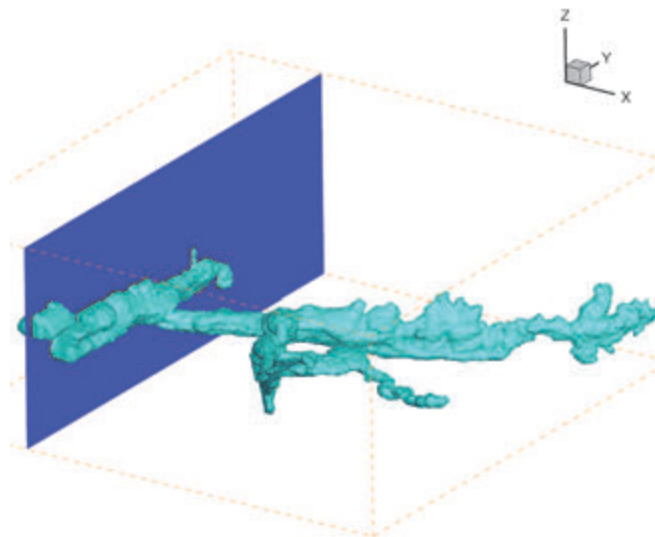


Figure 4 : Position de la coupe le long de l'axe Salle des Taureaux – Diverticule Axial

Les figures 5 à 7 présentent une prévision de la distribution des températures sur la coupe Salle des Taureaux – Diverticule Axial de janvier à mai 2015.

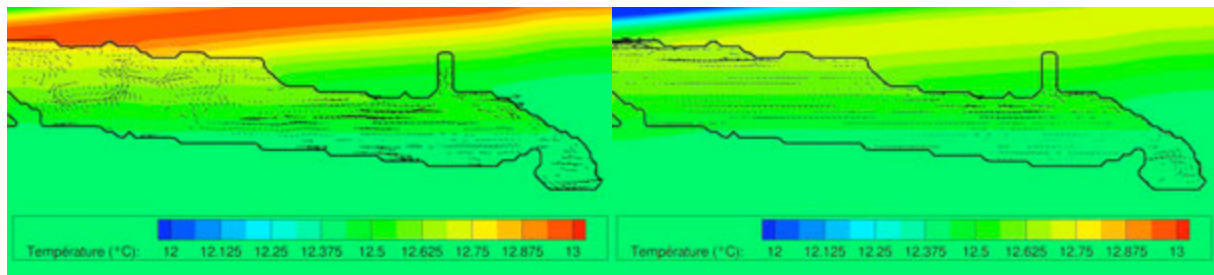


Figure 5 : Distribution des températures sur une coupe Salle des Taureaux – Diverticule Axial dans la configuration thermique prévisionnelle de janvier 2015 (gauche) et février 2015 (droite)

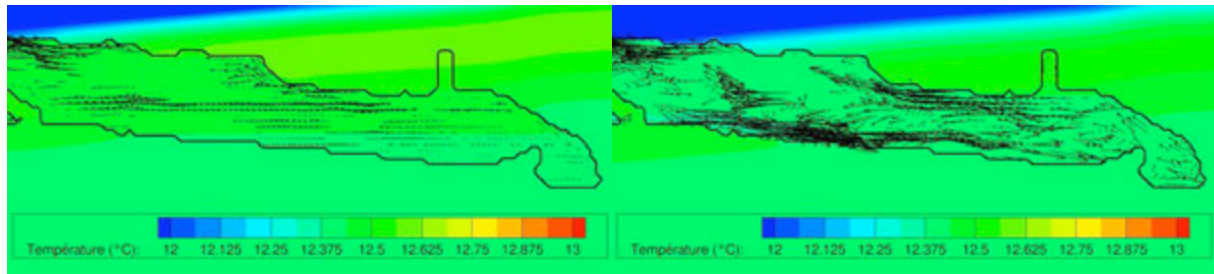


Figure 6 : Distribution des températures sur une coupe Salle des Taureaux – Diverticule Axial dans la configuration thermique prévisionnelle de mars 2015 (gauche) et avril 2015 (droite)

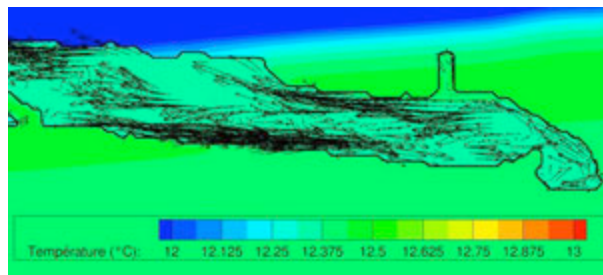


Figure 7 : Distribution des températures sur une coupe Salle des Taureaux – Diverticule Axial dans la configuration thermique prévisionnelle de mai 2015

On observe des températures très élevées dans la Salle des Taureaux jusqu'à 12,8°C prévues pour janvier 2015, ce qui est cohérent avec les températures mesurées fin décembre 2014 qui atteignaient 12,7°C et n'avaient pas fini d'augmenter. On retrouve dans la Salle des Taureaux en janvier 2015 les températures extérieures de la fin du printemps et du début de l'été 2014, qui étaient particulièrement élevées. L'été n'a pas été caniculaire, mais les températures ont toujours été au-dessus des moyennes saisonnières, provoquant l'augmentation de la température moyenne, notamment à l'automne. Les températures mesurées dans la Salle des Taureaux fin décembre 2014 sont supérieures de 0,1°C à celles mesurées fin décembre 2013. Un retour des convections est à prévoir à partir du mois de mars 2015 dans l'axe Salle des Taureaux – Diverticule Axial.

La figure 8 présente le positionnement de la coupe le long de l'axe Salle des Taureaux – Diverticule Axial.

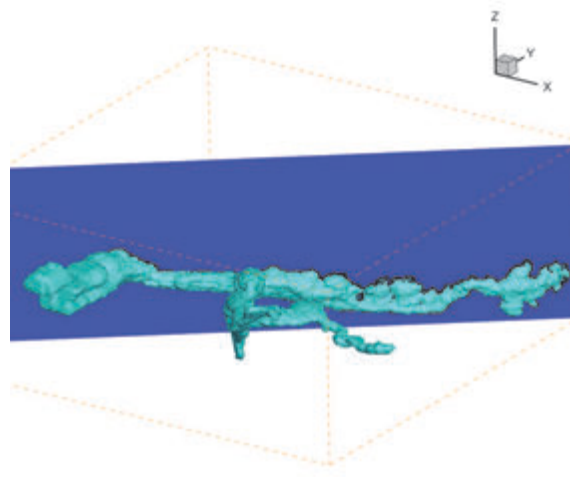


Figure 8 : Position de la coupe le long de l'axe Passage – Nef

Les figures 9 à 11 présentent une prévision de la distribution des températures sur la coupe Passage – Nef de janvier à mai 2015.

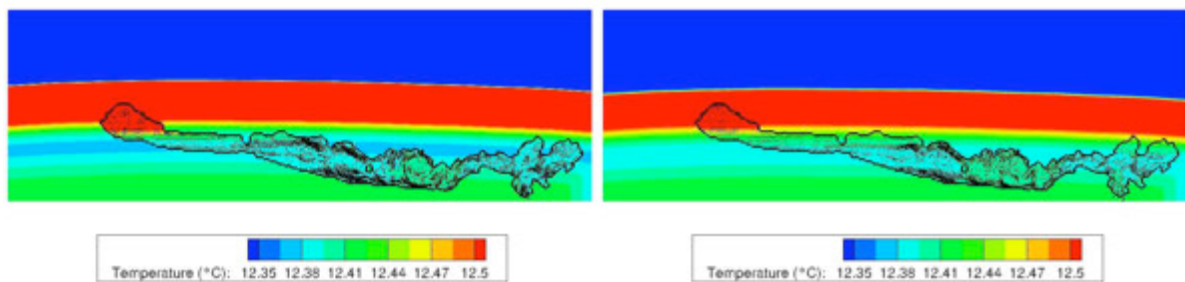


Figure 9 : Distribution des températures sur une coupe Passage – Nef dans la configuration thermique prévisionnelle de janvier 2015 (gauche) et février 2015 (droite)

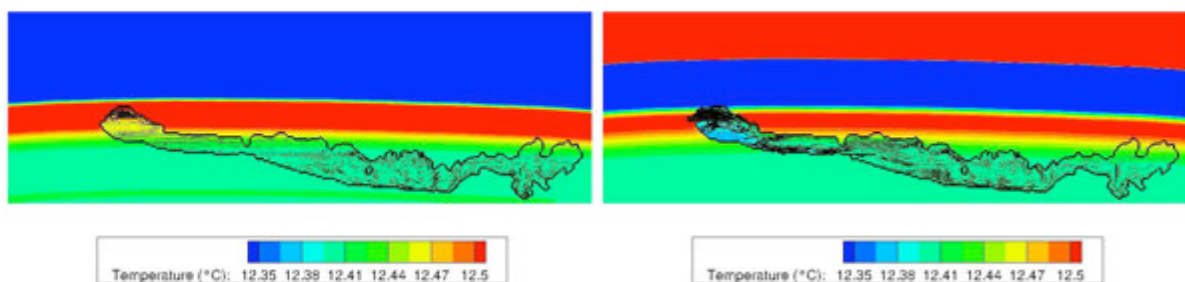


Figure 10 : Distribution des températures sur une coupe Passage – Nef dans la configuration thermique prévisionnelle de mars 2015 (gauche) et avril 2015 (droite)

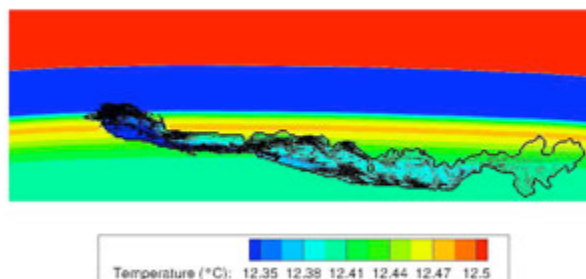


Figure 11 : Distribution des températures sur une coupe Passage – Nef dans la configuration thermique prévisionnelle de mai 2015

Les convections seront présentes en janvier et février mais en circuit fermé dans la partie Nef – Galerie du Mondmilch. Au mois de mars elles s'estompent dans cette zone mais apparaissent dans la partie Salle des Taureaux – Diverticule Axial, pour générer un mouvement de convection depuis la Salle des Taureaux vers le Passage, la Nef et la galerie du Mondmilch aux mois d'avril et de mai 2015.

Si on compare ces prévisions aux années précédentes, notamment à l'année 2013, on constate que les convections dans la partie Nef – Galerie du Mondmilch n'étaient pas présentes au mois de février 2013 (Figures 16 gauche et 18 gauche). De même, il semble que les convections iront plus loin au mois de mai 2015 que lors des années précédentes où les convections n'atteignaient pas à cette date le cabinet des félins (Figures 16 droite et 18 droite).

5 Apport du nouveau relevé 3D

Un nouveau relevé de la morphologie de la cavité a été réalisé en vue de la réalisation du fac simile de Lascaux 4. Ce relevé est plus précis, nous avons en notre possession une description de la morphologie sous forme d'une peau recouverte de triangles de 5 cm de côté, et une autre plus légère avec des triangles de 20 cm de côté (Figure 12).

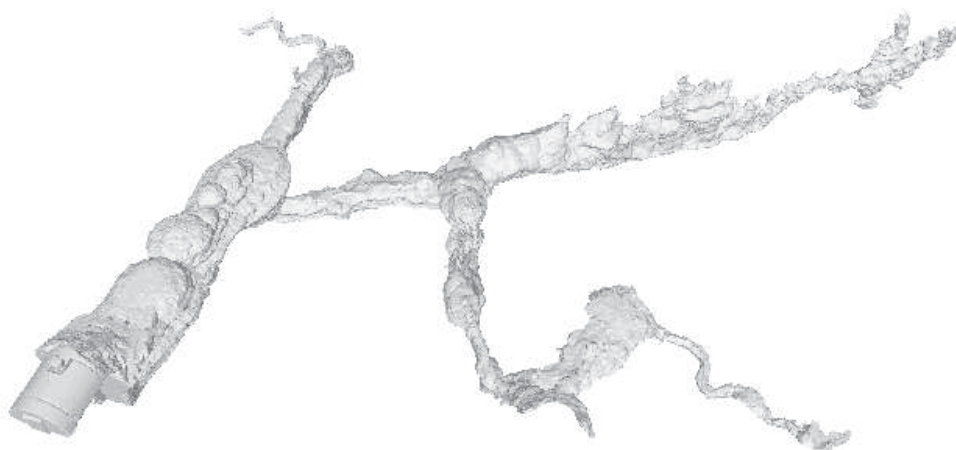


Figure 12 : Vue tridimensionnelle du relevé de la morphologie de la cavité (logiciel Meshlab)

Elle comprend les parties techniques, tout le champ orné, et les salles ensablées jusqu'à l'ancienne fouille Vouvé.

Dans le simulateur, la taille d'une maille de calcul est de 30 cm de côté, ce qui est actuellement largement supérieur à cette description fine de la cavité. Des calculs ont néanmoins été menés afin de comparer l'ancien et le nouveau relevé (Figure 13).

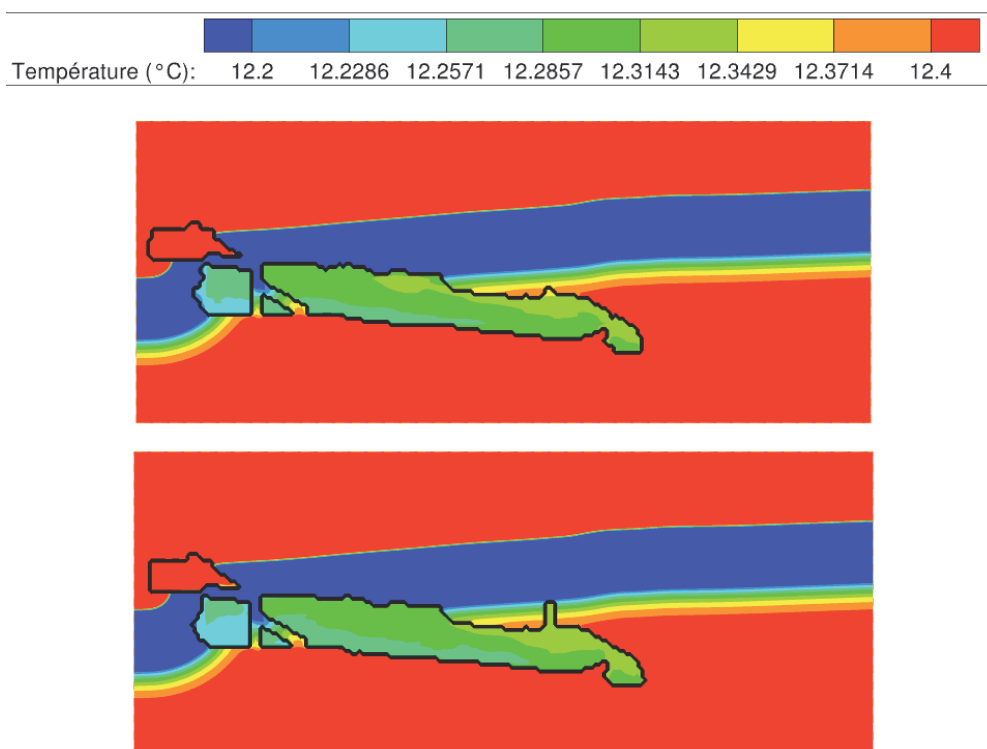


Figure 13 : Comparaison des températures sur une coupe Salle des Taureaux – Diverticule Axial entre l'ancien relevé 3D (haut) et le nouveau (bas)

Les distributions de température sont similaires, le nouveau relevé 3D ne remet en rien en question toutes les simulations réalisées par le passé avec l'ancien.

6 Recherches menées pour l'intégration d'une description plus fine de la morphologie de la cavité

Comme évoqué précédemment, actuellement, la taille de la maille de calcul est de 30 cm, tandis que la morphologie la plus fine mise à notre disposition est de 5 cm. En effet, une maille de calcul de 30 cm correspond à un calcul sur 4 millions de points, calculs régulièrement réalisés sur le supercalculateur du laboratoire (Condor) ou sur celui de l'université (Avakas).

J'ai monté un projet qui a été financé par le labex CPU (<http://cpu.labex.u-bordeaux.fr>) et dans lequel un post-doctorant travaille pendant un an depuis septembre 2014 à l'intégration d'une morphologie plus fine de Lascaux par pénalisation dans l'environnement karstique de la cavité. Il contribuera au passage à l'échelle des simulations des écoulements d'air dans la grotte de Lascaux de 4 millions de points à plusieurs centaines de millions sur des calculateurs européens (projet PRACE). Thétis est déjà scalable jusqu'à 1 milliard de points et 16384 cœurs (projet PRACE regular call

2013-2014, « Un solveur Navier-Stokes 3D massivement parallèle pour le déferlement des vagues », S. Glockner, P. Lubin) mais sans pénalisation des obstacles à l'ordre 2. L'objectif est l'implémentation de la méthode de pénalisation à l'ordre 2 en espace tout en préservant l'aspect compact du schéma (9 points en 2D, 27 points en 3D) afin de conserver l'utilisation de solveurs multigrilles géométriques. Une fois l'implémentation réussie, on pourra descendre en précision jusqu'à des mailles de 5 cm, utilisant ainsi la précision maximale du relevé 3D en notre possession. Néanmoins, les calculs réalisés à cette précision seront préalablement soigneusement choisis, car l'accès au supercalculateur européen, le seul à pouvoir calculer en parallèle sur 1 milliard de points, est restreint, et le temps de calcul sera assez long. Les calculs habituels menés sur le supercalculateur du laboratoire ou de l'université seront poursuivis afin de conserver la réactivité de la simulation pour des questionnements sur les écoulements globaux dans la cavité.

Parallèlement, on peut envisager de réaliser des calculs sur de petites zones avec un maillage très fin, dont les conditions limites seraient issues des calculs sur des maillages plus grossiers.

7 Réflexions sur la quantité de CO₂ et son évolution dans les différentes zones de la cavité

Ces recherches sont effectuées en collaboration avec Nicolas Houillon dans le cadre de sa thèse, Philippe Malaurent, Alain Denis et Roland Lastennet.

Les mesures très fines de température enregistrées dans la grotte montrent l'apparition et la disparition de courants de convection entre les salles. Les enregistrements des variations de CO₂ permettent de traquer ces convections, en effet le taux de CO₂ est un marqueur de ces convections. Il est plus lourd que l'air, lorsque l'air est stratifié, le taux de CO₂ reste stable. Lorsqu'une convection apparaît, l'air se mélange au CO₂ et le taux varie (il diminue si le capteur est dans une partie basse, il augmente s'il est dans une partie haute). Par ailleurs, il serait intéressant d'intégrer les variations de la densité de l'air en fonction du taux de CO₂.

Les mouvements d'air ont été simulés dans la configuration thermique du 11/02/13 et dans celle du 31/05/13. En effet, sur la figure 14, on observe au mois de février 2013 des taux distincts, l'air est stratifié, tandis qu'au mois de mai 2013, l'air est homogène dans la zone Salle des Taureaux – Diverticule Axial – Passage – Haut de la Nef, et il est toujours stratifié dans la Galerie du Mondmilch et le cabinet des Félines.

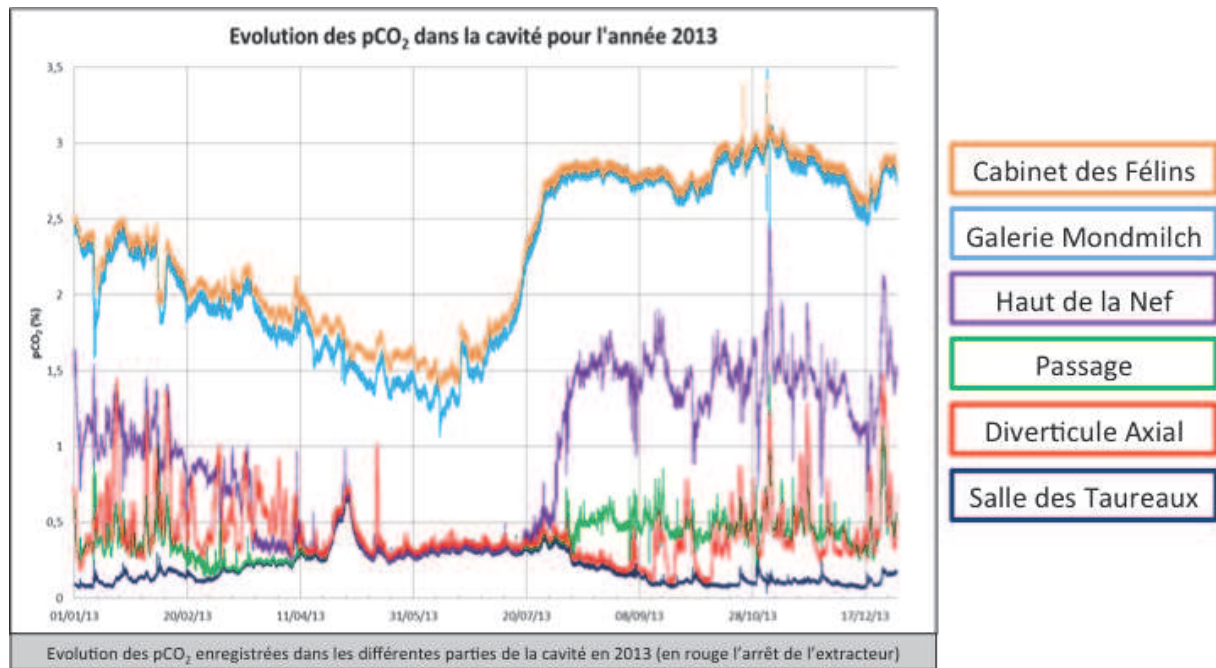


Figure 14 : Evolution des taux de CO₂ pour l'année 2013 (crédits : N. Houillon)

Les simulations dans la configuration climatique du 11 février 2013 sont présentées dans les parties de gauche des figures 15 à 18, tandis que celles correspondant à la configuration climatique du 31 mai 2013 le sont dans les parties de droite des mêmes figures.

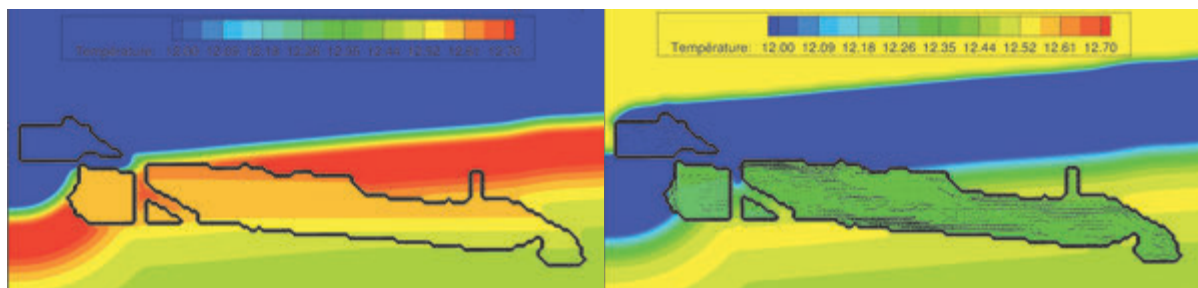


Figure 15 : Distribution des températures sur une coupe le long de l'axe Salle des Taureaux - Diverticule Axial dans la configuration climatique du 11 février 2013 (gauche) et 31 mai 2013 (droite)

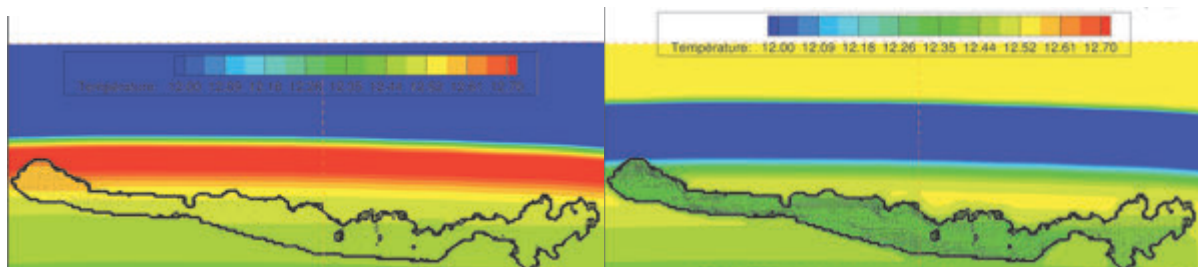


Figure 16 : Distribution des températures sur une coupe le long de l'axe Passage - Nef dans la configuration climatique du 11 février 2013 (gauche) et 31 mai 2013 (droite)

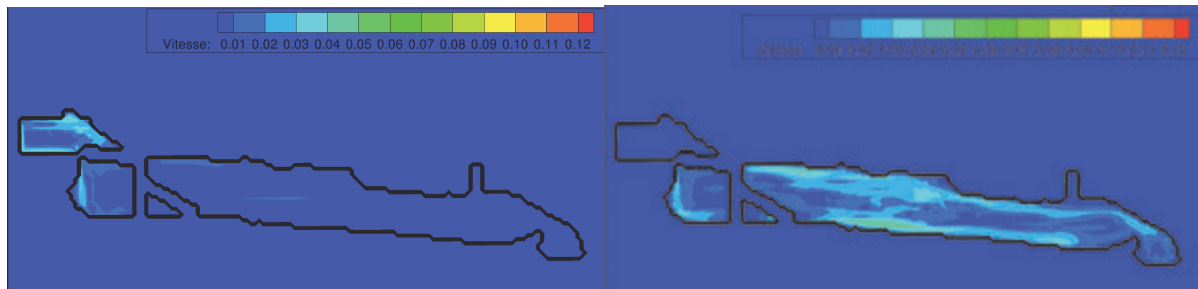


Figure 17 : Distribution des vitesses sur une coupe le long de l'axe Salle des Taureaux – Diverticule Axial dans la configuration climatique du 11 février 2013 (gauche) et 31 mai 2013 (droite)

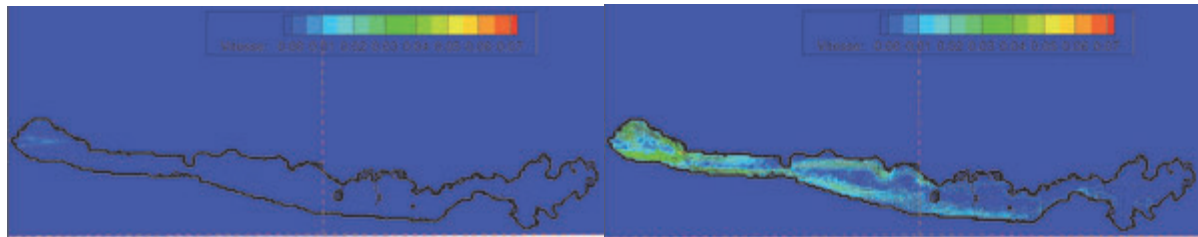


Figure 18 : Distribution des vitesses sur une coupe le long de l'axe Passage – Nef dans la configuration climatique du 11 février 2013 (gauche) et 31 mai 2013 (droite)

On observe dans la configuration climatique du 11 février 2013 une stratification de l'air, quelle que soit la zone. Les vitesses sont très faibles. Dans la configuration climatique du 31 mai 2013, les convections sont présentes dans les zones Salle des Taureaux – Diverticule Axial, mais également dans la Passage et jusqu'à la Nef. La galerie Mondmilch et le Diverticule des Félin sont, eux, dépourvus de convections.

Les simulations concordent avec les observations faites dans la cavité au niveau des taux de CO₂ (Figure 14).

Ces premiers résultats sont encourageants, la simulation et les mesures concordent. La simulation va maintenant être utilisée pour observer les convections dans les zones où le CO₂ n'est pas mesuré dans la cavité, et pour lesquelles il reste des incertitudes sur le comportement des convections. Ces premiers résultats ouvrent des perspectives pour affiner les connaissances et apporter des informations nouvelles. Nous souhaitons travailler sur la relation entre pression partielle de CO₂ et les variations de pression atmosphérique. Parallèlement, nous aimerions pouvoir imposer dans la simulation des valeurs de CO₂ par salle et regarder l'évolution au cours du temps. Ces recherches nécessitent des évolutions du code et des développements qui sont en cours.

8 Intégration des données géophysiques de l'épikarst

Les données géophysiques de l'épikarst ont été acquises dans le cadre de la thèse de Shan Xu encadrée par Colette Sirieix à l'université de Bordeaux.

Les travaux de caractérisation de l'épikarst par méthodes géophysiques ont donné des résultats pertinents et très prometteurs en ce qui concerne la compréhension du fonctionnement des différents réseaux alimentant le massif au-dessus de la cavité. Ils ont permis de discriminer des zones dont les propriétés électriques (résistivité électrique) sont significativement différentes. D'un point de vue électrique, on distingue plusieurs zones rattachées en première approche à des formations géologiques du type

formations détritiques dites de remplissage, des sables, des formations calcaires du promontoire, des formations calcaires superficielles ou encore des formations conductrices électriquement dans le calcaire dit superficiel.

Néanmoins, la nature exacte des différentes formations n'est pas connue, et en aucune manière leurs caractéristiques thermo physiques (masse volumique, capacité calorifique, conductivité thermique). Il faudra mettre en place différentes techniques d'analyse sur des échantillons déjà prélevés ou en prévoir de nouveaux.

Actuellement, les températures théoriques entrées dans le modèle au temps initial sont basées sur une interprétation théorique du transfert, dont le coefficient de diffusivité a été calculé une fois pour toutes par un calage sur les mesures de température anciennes réalisées dans la cavité.

Finalement, le simulateur a été construit pour décrire les écoulements thermo aérauliques dans la cavité, sur la base de la connaissance des données de température initiales. On rappellera que l'onde thermique met 6 mois pour traverser les 10 m d'épikarst au-niveau de la Salle des Taureaux, il faudra donc simuler les 6 mois de transfert pour calculer un vrai régime transitoire, ce qui représentera un coût de calcul important.

9 Conclusions et perspectives

Les problèmes de conservation à Lascaux sont fortement liés au climat interne de la grotte. Un modèle prédictif de ce climat interne a été proposé dans ce travail. Un modèle stochastique est en cours de réalisation, afin d'améliorer la précision de la prédiction.

Parallèlement, des études de l'épikarst (géophysiques, hydrogéologiques, pédologiques, et du couvert forestier) sont menées actuellement au-dessus de Lascaux, pour acquérir une meilleure connaissance des paramètres thermiques et physiques et ainsi améliorer les modèles théoriques de flux (hydrique et de chaleur) vers la cavité.

La collaboration avec les personnes en charge d'étudier l'évolution du taux de CO₂ dans la cavité est prometteuse, et le couplage avec la simulation des mouvements des masses d'air dans la grotte permettra d'aller plus loin dans l'analyse.

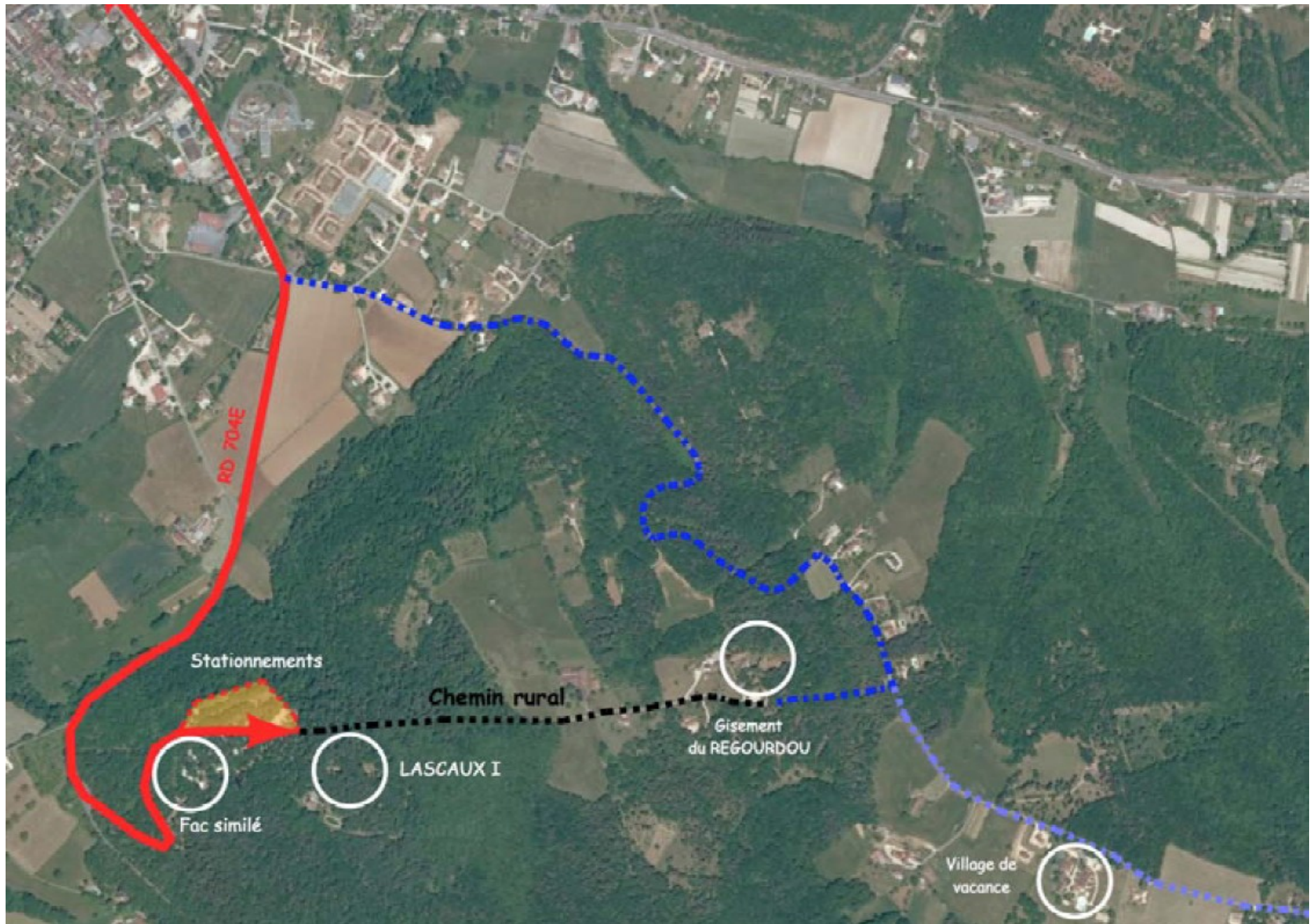
Finalement, le développement d'un nouveau modèle de prise en compte de la morphologie de la cavité dans la simulation permettra d'augmenter considérablement la précision du maillage sur des cas ponctuels pour lesquels on pourra simuler jusqu'à 1 milliard de points sur un supercalculateur européen.

ANNEXE 10

Aménagement de la route d'accès au site du Regourdou

Réalisation

Tracé du contournement routier (en bleu) d'accès au site du Régourdou



Fermeture du chemin d'accès à la grotte de Lascaux depuis Lascaux II



Nouvelle route d'accès au site du Régourdou



Fermeture du chemin d'accès à la grotte de Lascaux depuis le site du Régourdou



ANNEXE 11

Centre international de l'art pariétal «Lascaux IV»

*Diagnostic archéologique
Arnaud Barbeyron*

Rapport – juin 2014

Rapport de diagnostic archéologique

Arnaud Barbeyron

Juin 2014

MONTIGNAC

Rue du Barry

Aménagement du parking P2

Centre International de

l'Art Pariétal

LASCAUX IV

Dordogne
Aquitaine



SOMMAIRE

Fiche signalétique p. 2

Notice - résultats significatifs p.3

Intervenants - Remerciements p.4

1. CADRE DE L'INTERVENTION p.5

1.1. Motif et circonstances de l'intervention p.5

1.2. Méthodologie et contraintes p.6

1.3. Situation géographique et géologique p. 7

1.4 Contexte archéologique p.9

2. RESULTATS ARCHEOLOGIQUES DES SONDAGES p. 11

2.1. Tranchées positives : 6,11 à 14, 21, 19, 15 et 4 p.11

A - tranchées positives avec structure : 6,11 à 14, 21

B - tranchées avec mobilier mais sans structure : 19, 15 et 4

2.2. Tranchées négative : 1 à 3, 7 à 10, 16 à 18, 20, 22, 23 p.24

3. ELEMENTS DE SYNTHESE CONCERNANT LE MOBILIER p. 25

4. INTERPRÉTATION DES VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES p.27

5. CONCLUSION p. 28

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES p. 29

ANNEXE 1 : Arrêté de prescription p. 30

ANNEXE 2 : Arrêté de désignation p. 36

ANNEXE 3 : Projet d'intervention p. 37

ANNEXE 4 : Implantation des sondages - Altitudes de référence - NGF p. 42

ANNEXE 5 : Inventaire des unités stratigraphiques par sondage p. 43

ANNEXE 6 : Inventaire du mobilier p. 56

ANNEXE 7 : Illustrations photographiques du mobilier p. 59

ANNEXE 8 : Table des figures et des illustrations photographiques p. 62

ANNEXE 9 : Inventaire des structures p. 64

FICHE SIGNALETIQUE

Identité du site

Département : 24

Commune : Montignac

Lieu-dits : Rue du Barry - Parking P2

Références cadastrales - parcelles 126, 127 et 136

Propriétaires du terrain : Conseil général de la Dordogne

Opération archéologique

Arrêté n° SD.13.052 du 15 mai 2013

Autorisation n° 2014-44 du 27 février 2014

Titulaire : Arnaud BARBEYRON

Rattachement : Conseil général de la Dordogne, service de l'archéologie

Raison de l'urgence : Aménagement de parking du Centre international de l'art pariétal Lascaux IV

Maître d'ouvrage : Conseil général de la Dordogne

Superficie déclarée par l'aménageur: 18 200 m²

Prescription archéologique : 5 % de l'emprise du projet soit 23 sondages

Surface sondée : 1059 m² soit 5,8 % de l'emprise

Résultats

Chronologie Néolithique Final
Bas Moyen Age (XIIIe - XIVe s)

Structure fosse
fondation
trou de poteau

Mobilier silex
céramique
terre cuite
fer
scorie
faune
verre

Notice - Résultats significatifs

Situé au sud du bourg de Montignac, à 450 m de la rive gauche de la Vézère, ce diagnostic a été attribué au service archéologique départemental en 2013. L'opération s'inscrit en amont d'un projet de parking du futur Lascaux IV (Centre International de l'Art Pariétal). L'aménagement comprend trois parcelles contigües et s'étend sur 18 200 m². Les principaux motifs de prescription portent sur des présomptions antiques et médiévales dans le secteur mais aussi sur la reconnaissance d'occupations anciennes issues de la Préhistoire récente. Le diagnostic placé sous maîtrise d'ouvrage du Conseil général de la Dordogne s'est déroulé du 11 au 25 mars 2014 avec une équipe de 2 personnes. Une maille de 23 sondages a été réalisée et 4 extensions atteignant 5,8 % de l'emprise du projet (1 059 m²).

Sur 6 sondages pourvus de structures anthropiques, 4 confirment deux occupations distinctes. L'une date du Néolithique final ou récent et l'autre du Bas Moyen Âge entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle. Mais, les structures restent isolées et le mobilier s'avère rare. L'occupation néolithique reconnue au centre (TR 12) et au sud du projet (TR 21) se caractérise par 2 grandes fosses (ST 4 et 5) et un discret niveau d'occupation repéré sur le toit des argiles, à proximité des structures. La fonction des fosses n'a pu être précisée. Le mobilier associe silex et céramique mais reste limité. En lien avec le seuil d'apparition des structures, le Néolithique a pu être clairement identifié entre - 0,50 m et - 0,70 m de profondeur. Le mobilier lithique se caractérise par des grattoirs sur éclat, des fragments de lame ou encore des petits nucléus. Faute de reconnaissance d'un Néolithique ancien ou moyen pour le secteur, nous plaçons cette occupation en l'état dans le Néolithique final ou récent.

L'occupation du Bas Moyen Âge se définit par les restes de l'angle d'un bâtiment (M 1, 2, 3, TR 6) en fondation à proximité de la rue du Barry et d'un trou de poteau (ST 1) repéré au sud (TR 14). Les dimensions du bâti n'ont pu être appréciées malgré diverses extensions. La fondation repose sur le toit des argiles, à faible profondeur entre - 0,30 m et - 0,40 m. Le mobilier céramique a été retrouvé principalement sur l'arase des fondations. Le lot étudié correspond à des morceaux de panse, de fond et de préhension, de production locale, à usage domestique. Pour les XIII-XIV^e siècles, des rebords de jatte à décor incisé (TR 14) et un bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe sont à signaler (TR 6, M 1). Déjà identifiée, lors du diagnostic de la Maison Barrière en 2013, l'hypothèse d'une production inédite de jattes à Montignac se trouve confortée. Aussi, la présence de glaçure plombifère sur quelques fragments confirme le Bas Moyen Âge entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle. Par conséquent, malgré un mobilier sporadique et une conservation médiocre des vestiges, le diagnostic réaffirme l'exploitation du secteur dès la Préhistoire récente et confirme à la fin du Moyen Âge, la présence de bâtiments modestes aux abords du faubourg, sur l'axe routier reliant Sarlat.

INTERVENANTS

Intervenants scientifiques

SRA (DRAC Aquitaine) : Nathalie Fourment, conservatrice régionale de l'archéologie
Hervé Gaillard, ingénieur de recherche, cellule gestion des sols

Service Archéologique Départemental (Conseil Général de la Dordogne) :
Arnaud Barbeyron, responsable d'opération, archéologue historien
Nicolas Doloy, technicien de fouille

Intervenants techniques

Topographie : Implantation des sondages, axes et emprises (Cabinet Albrand-Angibault, Montignac)

Levé de terrain (Arnaud Barbeyron, Yann Malhache, Nicolas Doloy)

Terrassement : Yohann, (Entreprise Veyret, Marcillac-Saint-Quentin, 24)

Planches photographiques du mobilier : Jean-Georges Marcillaud et Arnaud Barbeyron (SAD)

DAO : Arnaud Barbeyron, Nicolas Doloy (SAD)

Photographie : Arnaud Barbeyron, Nicolas Doloy

Relevés de terrain : Arnaud Barbeyron, Nicolas Doloy, Yann Malhache

Intervenants administratifs

SRA (DRAC Aquitaine) : Nathalie Fourment, conservatrice régionale de l'archéologie
Hervé Gaillard, ingénieur de recherche, cellule gestion des sols

Service Archéologique Départemental (Conseil Général de la Dordogne) :
Mathilde Régeard, conservateur du patrimoine, chef du service
départemental de l'archéologie
Arnaud Barbeyron, responsable d'opération, archéologue historien

Maîtrise d'ouvrage : Conseil général de la Dordogne, Direction des infrastructures et des transports, Direction du Patrimoine des Bâtiments départementaux :
Christophe Vaillon, Directeur du Service du Patrimoine des Bâtiments
Départementaux
David Lambert, Technicien en charge du dossier

Remerciements

Aux intervenants du service archéologique départemental (CG 24) notamment à Nicolas Doloy et Yann Malhache pour la phase de terrain et d'étude, à Jean-Georges Marcillaud pour les photos du mobilier; à Ewen Ihuel et Jean-Pierre Chadelle pour le lithique, Hervé Gaillard pour le suivi (SRA, DRAC - Aquitaine).

1. CADRE DE L'INTERVENTION

1.1 Motif et circonstances de l'intervention

Les principaux motifs de prescription portent sur des présomptions antiques et médiévales dans le secteur mais aussi sur la reconnaissance d'occupations anciennes issues de la Préhistoire récente.

Situé au sud du bourg de Montignac, à 450 m de la rive gauche de la Vézère et à 500 m du pied de la colline de Lascaux, ce diagnostic a été attribué au service archéologique départemental en 2013. L'opération s'inscrit en amont d'un projet de parking du futur Lascaux IV (Centre International de l'Art Pariétal). L'aménagement comprend trois parcelles contigües et s'étend sur 18 200 m². Le diagnostic placé sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de la Dordogne s'est déroulé du 11 au 25 mars 2014 avec une équipe de 2 personnes.



Figure 1 : sondage 14, structure 1.

1.2. Méthodologie et contraintes (implantation des sondages p.10)

Une maille régulière de 23 sondages a été disposée en quinconces sur l'ensemble des parcelles. Le terrassement de chaque sondage de 20 m a été décomposé en travée de 4 à 5 m pour mieux appréhender la répartition spatiale des indices rencontrés.

Au sud de l'emprise, le passage d'un réseau de gaz (en violet) et la présence de plusieurs sondages géotechniques nous a contraints à modifier l'implantation des sondages 5, 13, 14, 16, 17 et 20. La remontée rapide de la nappe nous a imposé un rebouchage rapide des sondages dès l'atteinte du niveau de grave entre - 0,90 m et - 1 m 40.

Le diagnostic comprend 23 tranchées. Les sondages sont tous d'axe nord/sud c'est-à-dire dans l'axe de la pente et parallèle à l'axe de la rue du Barry. Des relevés synthétiques de la stratigraphie locale appelés log ont été réalisés sur l'ensemble des tranchées. Quatre extensions ont été réalisées dans les sondages 6 et 12 pour mieux préciser la nature des occupations rencontrées. Elles ont permis de suivre les limites de l'angle de fondation rencontré (M 1, 2, 3, TR 6) et trouver les limites ouest de la fosse (ST 4, TR 12).

En fin d'opération, l'ensemble du secteur positif du sondage 6 a fait l'objet d'un levé topographique détaillé¹ (NGF) à la lunette de chantier.



Figure 2 : sondage géotechnique et décalage de la tranchée 16

¹ Plan p.10 et tableau du levé p.12

1.3. Situation géographique et géologique

Situé au nord-est du bassin aquitain et à l'est du département de la Dordogne, Montignac se situe à une quarantaine de kilomètres au sud-est de Périgueux, à 25 km au nord de Sarlat et à 17 km au sud-ouest de Terrasson. Point de passage et de franchissement de la rivière, le bourg castral s'est développé du nord vers le sud avec la création d'un faubourg médiéval en rive gauche de la Vézère.

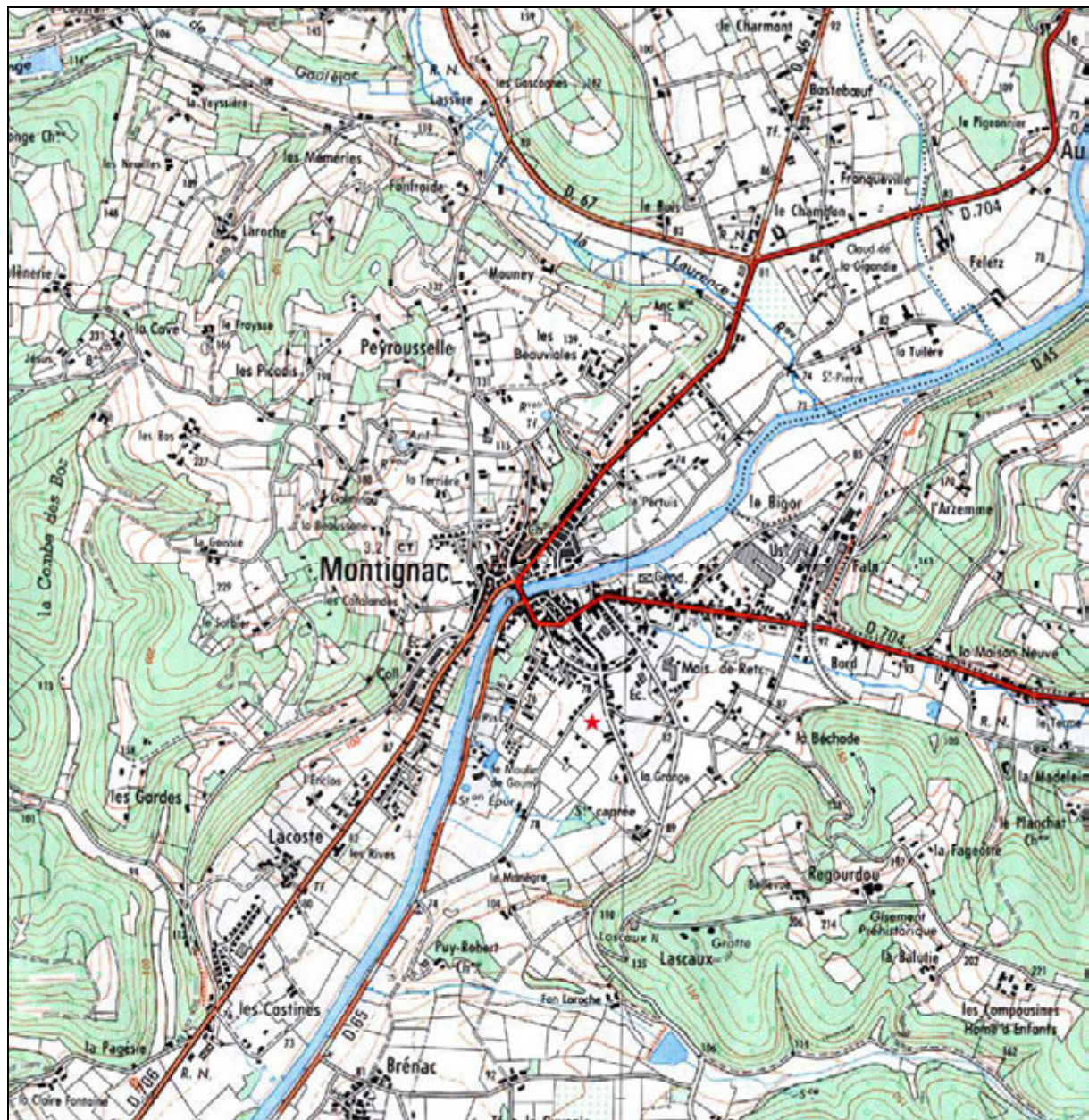


Figure 3 : Extrait de la carte IGN au 1/25 000 e et localisation du projet

Le sud du bourg se situe sur des formations secondaires du Crétacé supérieur constituées de sable et de grés (C3c). L'emprise du diagnostic se situe sur des alluvions de la basse terrasse (Fxa) c'est-à-dire comprenant des limons à quartz et des silex taillés.



Figure 4 : extrait de la carte géologique de Terrasson au 1 : 50 000.

1.4. Contexte archéologique

Les enjeux de l'opération portent sur des présomptions de sites antiques et médiévaux mais aussi sur la reconnaissance d'occupations plus anciennes issues de la Préhistoire récente.

Pour le Néolithique ou la Protohistoire, Lors du diagnostic réalisé en 2011 au lieu-dit *la Grande Béchade*² concernant le projet Lascaux IV (Centre d'interprétation de l'art pariétal), une structure complexe avec poteaux porteurs a été identifiée. Mais, cet aménagement n'a pas fait l'objet de fouille, le sous-sol n'étant pas directement affecté par le projet dans ce secteur.

Pour les périodes historiques, les dernières opérations positives d'archéologies préventives sur le territoire communal ont été conduites entre 2005 et 2011 et se concentrent sur les abords de la villa du Haut Empire des Olivoux³, située au nord-est du bourg et dans le faubourg avec le diagnostic de la Maison Barrière⁴. Pour le Bas Moyen Âge, je renvoie à l'étude du contexte réalisée lors du diagnostic de la Maison Barrière (Barbeyron 2011).

² Chadelle, J-P, 2011.

³ Hanry, A (Dir), Le petit Chambon, les Olivoux, rapport de diagnostic, Inrap, Mars 2010 ; Grimbert, L (Dir), Le site des Olivoux, un bâtiment antique du 1^{er} siècle, rapport final d'opération de fouille, Inrap, Septembre 2006 ; Grimbert, L, (Dir), Montignac, Le Buy II, rapport de diagnostic, Inrap, Mars 2006 ; Boccaccino, C, Montignac, Le Buy, rapport de diagnostic, Inrap, Mars 2005.

⁴ Barbeyron, A, 2011.

Commune de MONTIGNAC

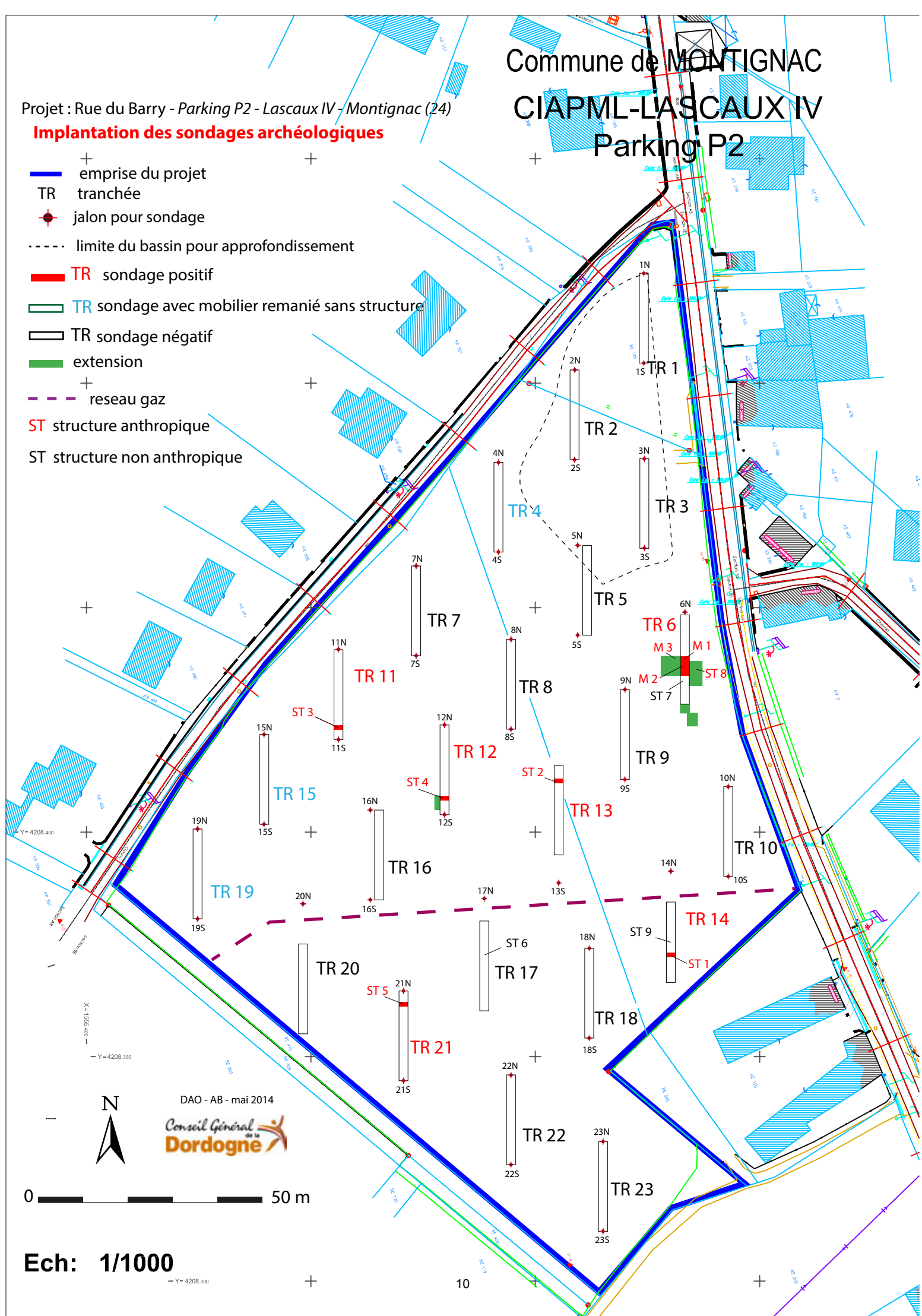
CIAPML-LASCAUX IV

Parking P2

Projet : Rue du Barry - Parking P2 - Lascaux IV - Montignac (24)

Implantation des sondages archéologiques

- emprise du projet
- TR tranchée
- + jalon pour sondage
- limite du bassin pour approfondissement
- TR sondage positif
- TR sondage avec mobilier remanié sans structure
- TR sondage négatif
- extension
- + réseau gaz
- ST structure anthropique
- ST structure non anthropique



DAO - AB - mai 2014



0 50 m

Ech: 1/1000

Y=4208.300

10

2 - RESULTATS ARCHEOLOGIQUES DES SONDAGES

2.1. Tranchées positives : 6, 14, 13, 12, 11, 21, 4, 15 et 19

A - tranchée positive avec structure : 6, 14, 13, 11, 12, 21

Tranchée 6

Le sondage 6 a révélé à l'ouest de la rue du Barry, un socle de bâtiment daté par le mobilier céramique entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle¹. Les fondations mises au jour correspondent à l'angle d'un bâtiment fortement arasé. Le niveau d'apparition des vestiges se situe à - 0,25 m de profondeur soit 78,17 m NGF.

Murs de fondation (M1, M2, M3) : l'angle d'un bâtiment de la fin du Moyen Age

Un angle de fondation (M1, M2, M3) constitué de moellons de calcaire a été dégagé sur environ 10 m². Sa conservation reste médiocre, de 5 à 15 cm d'épaisseur. Les diverses orientations rencontrées traduisent un mode de construction homogène. Sans parement conservé, les contours du socle restent imprécis et aléatoires. Aucun liant n'a été utilisé pour l'assemblage des blocs.



Figure 6 : sondage 6, fondations M1, M2, M3

- mur de fondation M1

D'orientation ouest-est, le mur de fondation M1 apparaît à - 0,25 m de profondeur et de facture assez massive, il est conservé sur 1 m de large. Il n'a pas de parement conservé. Il est constitué de moellons de calcaire beige local, modules de 20 à 40 cm, de galet de quartz de 5 à 20 cm dans le blocage du mur. Certains moellons ont des traces de chauffe. Peu de blocs d'effondrement sont visibles. Le lien avec le blocage de fondation M2 n'est pas net.

¹ Voir la synthèse sur la céramique p.25 et le tableau d'inventaire p.56.



Figure 8 : sondage 6, fondation M1

- mur de fondation M2

Cette fondation est conservée sur 0,70 m de large du nord au sud. Elle comporte quelques blocs équarris et d'effondrement à l'angle sud. Les moellons varient de 10 à 30 cm, quelques galets sont aussi visibles à l'intérieur du blocage. Divers fragments orangés de tuile et de macrofaune ont été retrouvés à l'ouest du massif. Cet ensemble s'avère plus arasé et détruit qu'au nord.



Figure 9 : sondage 6, fondation M2

- mur de fondation M3

D'une largeur de 0,90 m, il est conservé partiellement du nord-ouest au sud-est. Il utilise les mêmes éléments et modules que la fondation M1. L'absence de parement comme de niveau de sol limite l'interprétation.



Figure 10 : sondage 6, fondation M3

L'état général médiocre permet seulement de réorienter l'un des angles du bâtiment. Ces fondations sont faiblement conservées et reposent sur le toit des argiles oranges. L'homogénéité du mode de construction plaide pour une contemporanéité de l'ensemble.

Le mobilier rencontré, lors du nettoyage des fondations, correspond à des fragments de récipient en céramique, de la faune, des scories de fer, des clous et des restes d'outils agricoles (fragment de serpette). Les productions de céramique rencontrées sont comprises entre le milieu du XIII^e s et le XV^e siècle. Cette estimation se fonde sur le faciès des productions rencontrées et sur la présence de glaçure plombifère associée à des productions de la fin du Moyen Age (bord vernissé de mortier à décor anthropomorphe).

Structure 7 : une poche argileuse non anthropique

Une poche argileuse au sommet du comblement de la tranchée de démolition a été enregistrée comme structure. Après une observation détaillée, il ne s'agit pas d'un trou de poteau mais d'une poche argileuse issue d'une concentration sédimentaire par infiltration.



Figure 11 : sondage 6, structure 7, moitié ouest



Figure 12 : sondage 6, structure 7, fond

Structure 8 : une tranchée de démolition

Une tranchée de démolition, d'orientation nord-est sud-ouest, a été repérée au sud de la l'angle de fondation (M 1, 2, 3). D'une largeur moyenne d'1 m 50, elle apparaît à - 0,40 m de profondeur. Elle est constituée de moellons tout-venants de 5 à 10 cm de calcaire locale. De nombreux vides ont été constatés dans ce comblement. Conservé sur 30 cm d'épaisseur, cette structure perfore clairement le toit des argiles orangées. De rares fragments de tuile dont un éclat de tegula, ont été retrouvés dans le comblement. La faiblesse du mobilier ne permet pas de dater directement cette structure mais la démolition rencontrée la rapproche d'une phase postérieure, moderne en lien avec la destruction du bâti.



Figure 13 : sondage 6, vue est, structure 8

Tranchée 14

Situé au sud-est de l'emprise, le sondage 14 a permis d'identifier deux structures dont une seule s'avère clairement anthropique.

Structure 1 : Un fond de trou de poteau daté du Bas Moyen Age

Cette structure isolée se situe à 11 m 30 de l'extrémité nord de la tranchée et à 1 m 05 de la paroi ouest. Elle apparaît à - 0,40 de profondeur. De 50 cm de diamètre, ce fond de trou de poteau est conservé sur 20 cm et a perforé le toit des argiles. Son comblement correspond à un limon brun argileux, meuble et assez homogène. Quatre fragments de céramique ont été retrouvés dont un rebord de jatte, de production locale, datée entre le milieu du XIII^e s et le XIV^e siècle.



Figure 14 : sondage 14, structure 1



Figure 15 : sondage 14, structure 1, moitié sud

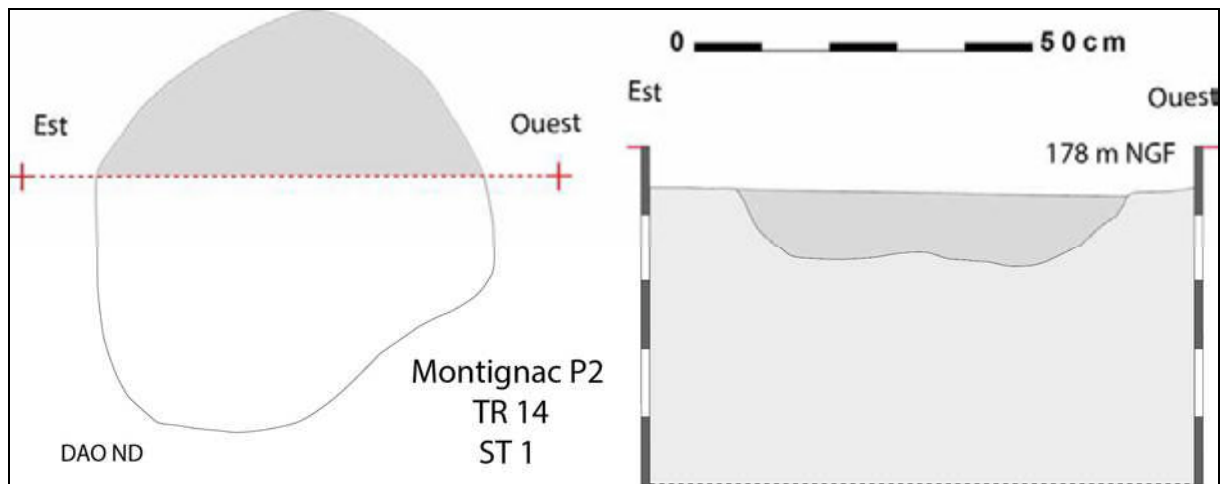


Figure 16 : sondage 14, structure 1, relevé au 1/20

Structure 9 : Une dépression naturelle d'argile blanche

Bioturbée en surface et au contour aléatoire, une poche d'argile blanche retrouvée dans les argiles rousses a été identifiée directement au nord de la structure 1. Elle se situe à 7 m 30 de l'extrémité sud du sondage 14. Elle apparaît à -0,35 m de profondeur avec un diamètre estimé à l'ouverture de 2 m. Aucune mobilier n'a été retrouvé piégée dans cette structure. Profonde de 1 m 35, elle atteint les sols tertiaires polygonaux pourvus de nombreuses fentes de gel. Le caractère anthropique de cette dépression comblée d'argile blanche n'a pu être démontré. De rares charbons visibles dans la coupe ont été néanmoins prélevés.



Figure 17 : sondage 14, structure 9



Figure 18 : sondage 14, structure 9 et 1

Tranchée 13

Structure 2 : fond de trou de poteau sans mobilier

Un fond de trou de poteau isolé a été identifié à 3 m 90 de l'extrémité nord du sondage et à 25 cm de la paroi ouest du sondage 13. D'un diamètre de 70 cm, il apparaît à - 0, 35 de profondeur. Cette structure apparaît directement sous la terre végétale. Elle est conservée sur 7 cm de profondeur. Son creusement a perforé le toit des argiles orangées. Elle est pourvue d'un comblement brun limono-argileux, meuble, hétérogène, accompagnée de rares charbons, de nodules de calcaire de 5 cm et d'un fond plat. L'absence de mobilier écarte toute estimation chronologique fiable.



Figure 19 : sondage 13, structure 2



Figure 20 : sondage 13, structure 2, moitié nord

Tranchée 11

Structure 3 : fond de trou de poteau sans mobilier

Un autre fond de trou de poteau a été mis au jour à 2 m 65 de l'extrémité sud de la tranchée 11. Il apparaît à - 0,65 m de profondeur soit 77, 86 m NGF. Il est pourvu d'un comblement limono-argileux gris, homogène, meuble, de rares charbons et quelques petits galets (2 cm). Aucune trace n'a été reconnue d'élément de calage. D'un diamètre de 33 cm, cette structure n'a pas livré de mobilier. Conservé sur 25 cm de profondeur, ce fond de structure a été pratiqué dans le toit des argiles rousses.



Figure 21 : sondage 11, structure 3



Figure 22 : sondage 11, fond de structure 3

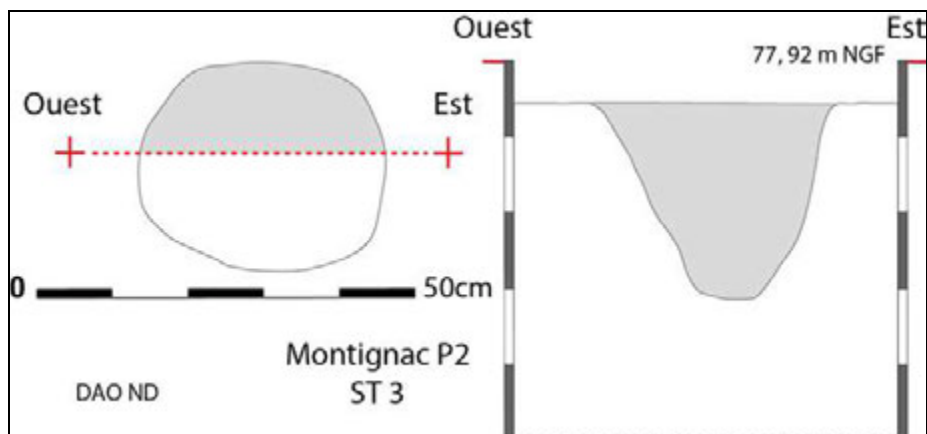


Figure 23 : sondage 11, structure 3, relevé au 1/10^e

Tranchée 12

Structure 4 : une grande fosse datée du Néolithique

Une fosse de forme elliptique a été identifiée à 3 m 80 de l'extrémité sud du sondage 12. Une extension de 4 m 20 de long par 1 m 10 de large a été nécessaire pour identifier les limites ouest de la structure. La taille de cette structure correspond à 1 m 75 de diamètre. Son niveau d'apparition se situe à - 0,65 m soit 78,25 m NGF. Cette fosse est conservée sur 80 cm de profondeur. Les contours sont nets. Cette structure a été fouillée de manière mécanique par moitié, puis intégralement par passe de 5 cm.

En surface, 4 éclats de silex ont été prélevés dans la moitié supérieure du comblement. Les fragments de lame et d'éclats retrouvés dans le comblement correspondent à une datation néolithique.

Le comblement de la structure correspond à un limon argilo-sableux, meuble, hétérogène, avec quelques charbons et de rares galets de 10 à 20 cm (voir figure 27 : relevé au 1/20^e). Cette fosse a été pratiquée dans les argiles rouges compactes et n'atteint pas le niveau de grave inférieur.



Figure 24 : sondage 12, structure 4



Figure 25 : sondage 12, structure 4, extension ouest



Figure 26 : sondage 12, structure 4, coupe ouest-est

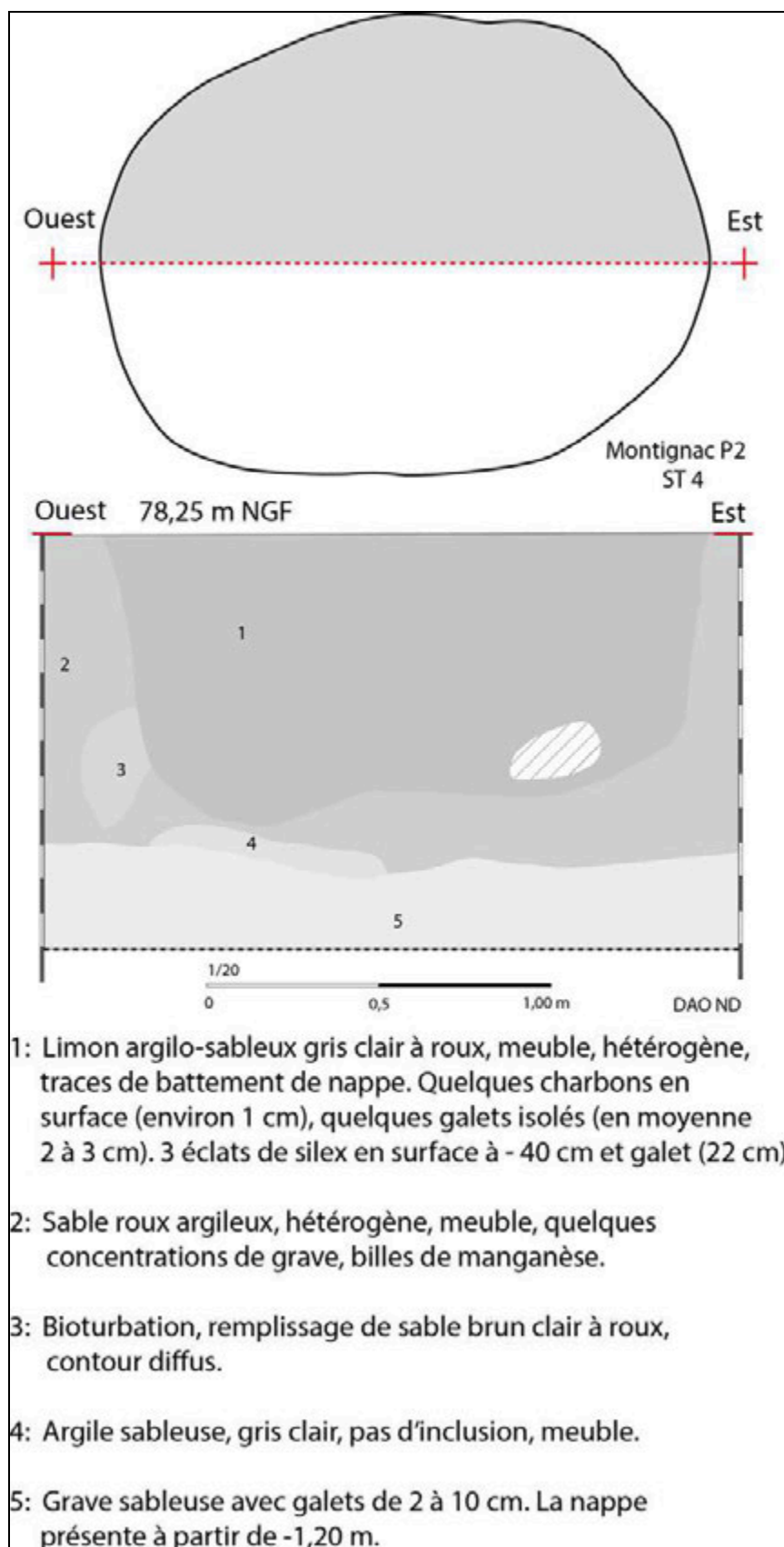


Figure 27 : sondage 12, structure 4, relevé au 1/20e

Tranchée 21

Structure 5 : autre grande fosse néolithique

Une autre fosse dans la filiation de la structure 4 a été identifiée à 3 m 40 de l'extrémité nord de la tranchée 21. La taille de cette structure correspond à 1 m 50 de diamètre. Son niveau d'apparition se situe à - 0,60 m soit 78,57 m NGF. Cette fosse est conservée sur 1 m 60 de profondeur. Les contours sont assez nets. Cette structure a été fouillée de manière mécanique par moitié, puis intégralement par passes de 5 cm.

De faibles indices, un fragment roulé de panse retrouvé à - 0,70 m et à - 1 m 40, 5 morceaux de fond de vase rappellent le Néolithique. Pour le silex, un éclat cortical et une esquille ont été retrouvés à - 1 m mais ne sont pas des pièces diagnostics.

Le comblement de la structure correspond à un limon argileux, beige à gris, assez compact, gras, hétérogène, accompagné de graviers et de quelques galets et (voir figure 29 : relevé au 1/20^e). Cette fosse a été pratiquée dans les argiles rousses compactes et atteint le toit d'un niveau beige sableux micacée à - 1,80 m. Cette interface précède la grave rencontrée à - 2 m 40.

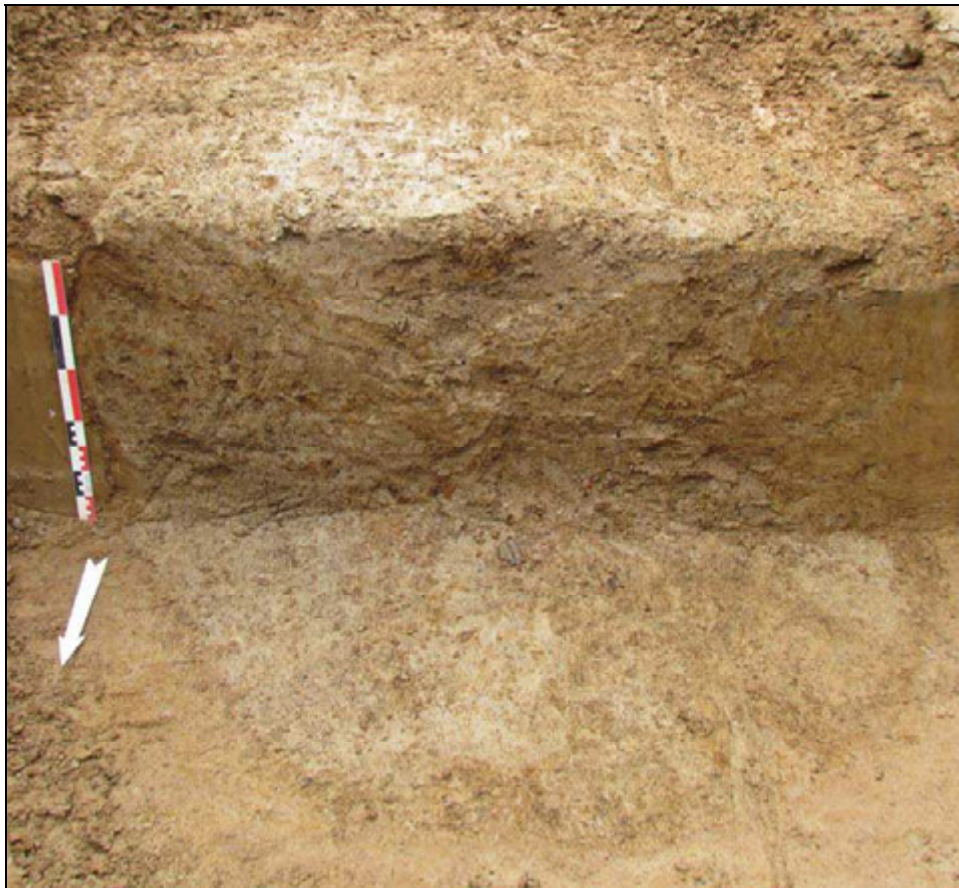


Figure 28 : sondage 21, structure 5, fragments de céramique à - 1 m 40

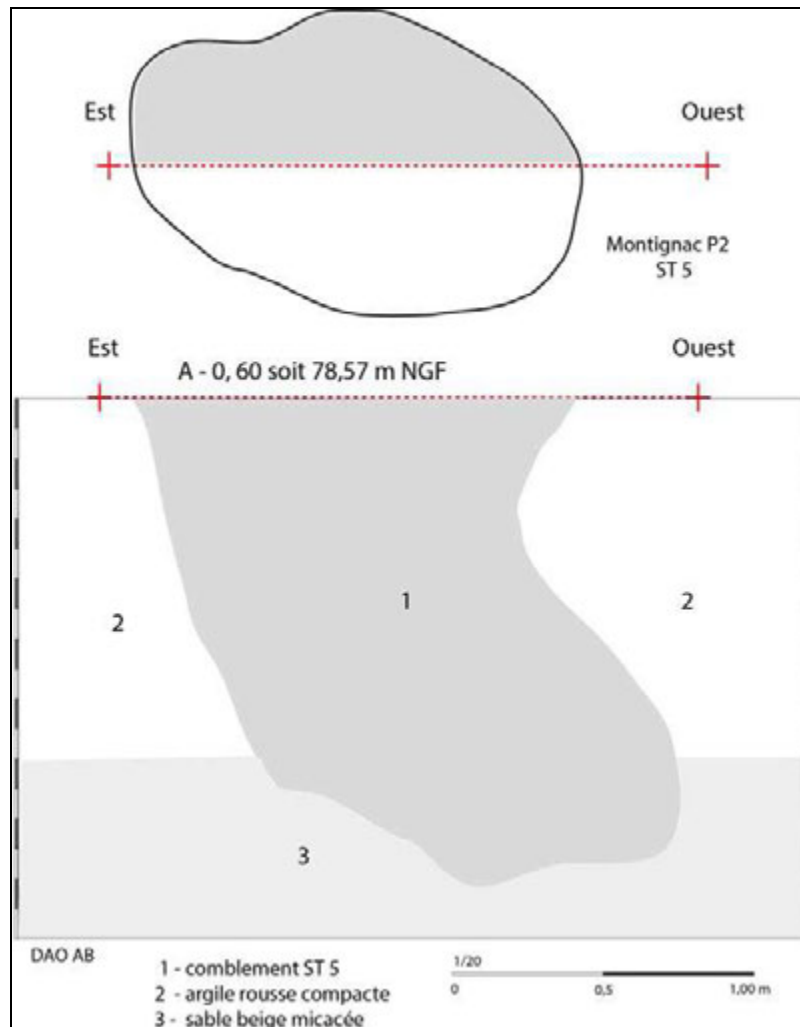


Figure 29 : sondage 21, structure 5, relevé simplifié au 1/20^e



Figure 30 : sondage 21, structure 5, à - 2 m 20

B - tranchées avec mobilier mais sans structure : 19, 15, 4

(voir aussi l'étude du mobilier p.25 et l'inventaire p. 56)

Au sud-ouest de l'emprise, trois sondages (19,15 et 4) concentrent les 4/5^{ème} du mobilier lithique et les 3/5^{ème} du mobilier céramique, à diverses profondeurs et sans structure associée.

Tranchée 19, 15 et 4 : des indices remaniés du Paléolithique au Moyen Âge

La tranchée 19 concentre plus de 40 % du mobilier lithique et céramique du diagnostic. Les indices présents sur l'ensemble de la tranchée traduisent en fait, après étude, des perturbations et un mélange du mobilier. Ainsi, de manière répétée, des pièces néolithiques et médiévales côtoient les mêmes horizons entre - 0, 50 et - 1, 05 m. Un peu plus en profondeur, ce sont aussi des indices néolithiques et paléolithiques qui s'avèrent mélangés entre - 0,70 et -1,20 m. Ce mélange est à mettre en lien avec la dynamique des dépôts alluviaux du secteur qui peut remobilisée, transportée ou encore concentrée des pièces bien après leur enfouissement. Si on observe le log réalisé à 7 m 80 du sud (p.53), en paroi ouest, on constate que dans ce secteur les limons argileux entre - 0,30 et - 1 m et les argiles entre 1 m et 1 m 30 gagnent en épaisseur. Un petit horizon charbonneux a été repéré ponctuellement entre - 0,90 et - 1 m mais n'a pu être relié à une seule période chronologique. Au delà d'1 m, dès que les argiles orangées se chargent en nodules de manganèse, les pièces se raréfient.

Situé dans le même secteur, au nord de la tranchée 19, le sondage 15 rassemble 20% du mobilier lithique et céramique du diagnostic. On constate ici le même phénomène dans la répartition du mobilier, sur les 4 travées, un mélange de pièces néolithiques et médiévales entre - 0,50 et - 0,95 et un mélange de pièces néolithiques et paléolithiques entre - 0,95 et - 1,20 m.

Situé au nord-ouest de l'emprise, le sondage 4 rassemble avec 21 pièces collectées sur 4 travées soit 10% du mobilier lithique et 4 % de la céramique du diagnostic. On constate ici le même phénomène de répartition du mobilier, un mélange de pièces néolithiques et médiévales entre - 0,50 et - 0,95 et un mélange de pièces néolithiques et paléolithiques entre - 0,95 et - 1,20 m.

2.2.Tranchées négatives : 1 à 3, 5, 7 à 10, 16 à 18, 20, 22, 23

A - une tranchée négative avec anomalie

Tranchée 17

Structure 6 : anomalie de type chablis

Le caractère anthropique de cette structure n'a pu être démontré. Elle apparaît à - 0,60 m de profondeur pour un diamètre maximal de 1 m 20. Son contour est très irrégulier. Son fond fortement oxydé, est accompagné de nombreux nodules de manganèse. Conservé sur 50 cm, son faciès est parcouru de fréquentes bioturbations. Son niveau d'apparition concorde avec les structures 4 et 5 datées du Néolithique. Le comblement argileux bigarré, marron à gris, apparaît beaucoup plus perturbé et hétérogène. Aucune trace de mobilier n'a été retrouvée dans cette structure fouillée intégralement.

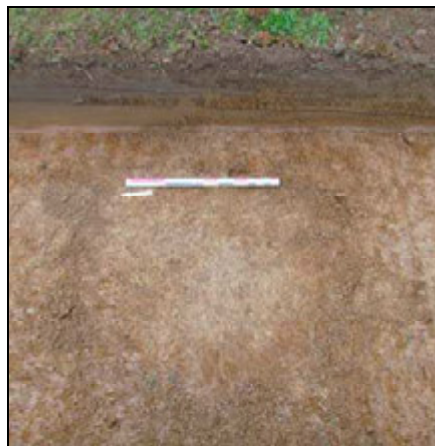


Figure 31 : sondage 17, structure 6, apparition à - 60 cm



Figure 32 : sondage 17, structure 6, moitié nord

B - Les autres tranchées négatives

Les tranchées strictement négatives c'est-à-dire sans mobilier déterminant et sans structure représentent 60 % des sondages réalisées. Elles sont réparties sur l'ensemble de l'emprise. Elles confirment de la rareté du mobilier rencontré lors de ce diagnostic.

3 - ELEMENTS DE SYNTHESE CONCERNANT LE MOBILIER

Le mobilier du diagnostic reste modéré avec 10 kg collectés pour 1 059 m² sondés. Silex et céramique sont représentés à part égale avec 2,5 kg chacun. Le reste du lot c'est à dire la terre cuite, le mobilier métallique, la faune ou encore le verre, occupe une place marginale.

Le mobilier lithique (en collaboration avec Ewen Ihuel et Jean-Pierre Chadelle, SDA)

Sur 23 sondages, 9 ont livré du mobilier lithique avec 111 pièces prélevées. Le cumul des sondages 19, 15 et 4 représente 80 % du silex collecté. Aucune concentration n'a été reconnue. L'analyse de la répartition du lithique confirme une occupation néolithique pour les sondages 12, 21 et 22 et une perturbation en profondeur des niveaux sur la bordure ouest de l'emprise (TR 4, 15, 19).

Pour le sondage 12 (ST 4), le Néolithique est attesté entre - 0,40 et - 0,70 m soit entre 78,50 et 78,20 m NGF. Pour le sondage 21, le niveau d'ouverture de la fosse ST 5 à - 0,60 m (78,57 m NGF), reste un bon marqueur du seuil de reconnaissance de cette période. Dans la tranchée voisine (TR 22), un grattoir sur éclat (sac 171) a été identifié à - 0,50 m.

Pour la tranchée 4, le Néolithique a été repéré entre - 0,50 et - 0,60 m soit entre 77,78 et 77,68 m NGF. Il se caractérise par la présence de lames, de débitage à percussion tendre et de petits nucléus multipolaires mais le lot reste perturbé par du matériel paléolithique intrusif. Pour le sondage 15, le lot étudié mélange des pièces paléolithiques et néolithiques entre - 1 et - 1,20 m (77,53 - 77,33 m NGF). Pour le sondage 19, il en est de même pour des indices néolithiques et médiévaux à partir de - 0,70 m soit 78,03 m NGF.

Malgré de faibles indices, le Néolithique est confirmé. Parmi les pièces les plus caractéristiques, on trouve trois grattoirs sur éclat (TR 4 ; - 0,50 m (**fig.33 p. 59**) ; TR 22 ; - 0,50 m ; TR 15, - 0,75 m). Les autres pièces sont des éclats corticaux ou non (TR 3, 19, 7), des lames (TR 12, 17), des fragments de lame (TR 5) ou encore de petits nucléus multipolaires (TR 4). Le lithique confirme une datation néolithique pour la structure 4 (TR 12) avec une lame, un éclat distal de lame et l'association de céramique et de silex pour la structure 5 (TR 21).

Pour le Paléolithique, les pièces sont rares et souvent difficile à dater. Dans la plupart des cas, le Moustérien ne peut être distingué du Paléolithique supérieur. Les pièces les plus significatives sont dans un contexte perturbé. Il s'agit pour le Moustérien, d'un uniface (TR 17 ; - 0,70 m, 78,50 m NGF) et d'un racloir (TR 19 ; - 0,90 m, 77,83 m NGF). Sans distinction possible, entre Paléolithique supérieur et moyen, on peut signaler une lamelle (TR 19 ; - 0,90 m, 77,83 m NGF) et une lame (TR 15 ; - 1 m 20, 77,33 m NGF). Pour le Paléolithique supérieur probable, a été isolé un nucléus à lamelle avec réemploi en percuteur (**fig.35 p. 60**), TR 19 ; - 1,05 à -1,20 m, 77,68 et 77,53 m NGF) et un éclat cortical, réalisé à la percussion dure, pourvu d'une patine ancienne, (TR 3 ; 0,70 m, 77,96 m NGF).

Le silex sénonien est majoritaire avec de rares pièces sénoblondes (lame, TR 17, sac 110 ; éclat de lame, TR 19, sac 141). On retrouve sur quelques pièces paléolithiques des concrétions (TR 19, sac 141) qui traduisent l'altération due au froid. Ce critère peut aider dans ce cas à distinguer le Paléolithique du Néolithique. Pour le Paléolithique supérieur et moyen, plusieurs patines et différents états de surface ont été rencontrés (TR 19, à - 0,90 m, 77,83 m NGF).

Le mobilier céramique

Sur 23 sondages, 12 ont livré de la céramique soit 255 pièces. Au sud-ouest de l'emprise, les sondages 19 et 15 concentrent 61 % du mobilier céramique. Le sondage 6 qui a permis de mettre au jour l'angle en fondation d'un bâtiment du Bas Moyen Âge recueille un quart de la céramique. Aucune concentration ou dépotoir n'a été relevé. Le niveau d'arasement du bâti et l'absence de niveau de sol concourent aussi à une faible conservation des vestiges.

Pour le sondage 6, le mobilier médiéval se rencontre en surface entre - 0,30 et - 0,40 m (78,12 m NGF-78,02 m NGF), proche ou sur le socle de fondation. Le lot étudié correspond

surtout à des morceaux de panse, de fond et de préhension, de production locale à usage domestique. La présence de glaçure plombifère sur quelques fragments confirme le Bas Moyen Âge entre le milieu du XIIIe et le XVe siècle. Ainsi, on peut signaler un bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe daté du XIVe siècle¹, (**fig.36 p.60**) retrouvé lors du nettoyage de la fondation M 1. Dans les sondages 14 (ST 1) et dans le sondage 19, plus perturbé, des fragments de bord de jatte ont été rencontrés avec et sans décor. Cette production issue peut-être d'une officine de Montignac est comprise entre le milieu du XIIIe et le XVe siècle. Elle a déjà été rencontrée lors d'un précédent diagnostic², réalisé en 2011 dans le bourg. Pour le médiéval, l'ensemble des indices céramiques ont permis d'identifier le Bas Moyen Âge avec une fourchette comprise entre le milieu du XIIIe s et le XVe siècle. Dans le contexte perturbé du sondage 19, le mobilier médiéval est présent entre - 0,30 et - 0,90 m et des indices néolithiques et protohistoriques sont compris entre - 0,70 et - 1,20 m (78,03 - 77,53 m NGF). Deux pièces sont à signaler, un bord glaçuré à profil triangulaire du XIIIe-XIVe siècle avec un rebord à lèvre amincie pour couvercle entre - 0,50 et - 0,85 m et un bord de jatte du XIIIe -XIVe siècle avec décor incisé sur les 2 faces entre - 0,75 et - 0,90 m (**fig.37 p. 61**). Pour le sondage 15, un mélange de mobilier néolithique et médiéval a été constaté à - 0,95 m (77,58 m NGF). Dans la travée 5, à - 0,55 m depuis le nord, un fragment de rebord plat avec lèvre en poulie, daté des XIII ou XIVe siècles, a été prélevé. Dans certains cas, en l'absence d'élément fiable de comparaison, des tessons peuvent être attribués aussi bien au Néolithique qu'à la Protohistoire. Il s'agit des sondages 19 et 15 dans des profondeurs comprises entre - 0,85 et - 1,20 m. Pour le Néolithique, des indices céramiques ont été relevés dans la structure 5 (TR 21) avec des fragments de panse et de fond identifiés à - 1,40 m mais aussi associés au silex (TR 21; -0,40 à - 0,65 m). La terre cuite architecturale (43 fragments) n'est pas déterminante pour ce diagnostic, seulement quelques fragments ont été prélevés dans les sondages 6, 19 et 15 (- 0,30 à - 0,95 m).

Le mobilier métallique, la faune et le verre

Le mobilier métallique, surtout présent dans le sondage 6, signale principalement le Bas Moyen Âge avec des fragments d'outil agricole (serpette, sac 35), des déchets de métallurgie ou encore divers clous (charpente, maréchalerie). La faune est surtout associée à l'activité médiévale reconnue dans le sondage 6. Il s'agit surtout de macrofaune. Le mobilier en verre reste quasi-absent du corpus. Seul, un fragment de fond d'un petit récipient de type balsamaire a été prélevé, à - 0,50 m de profondeur dans le sondage 19. Probablement d'époque antique ou médiévale, le contexte n'a pas permis de trancher.

Les prélèvements

Compte tenu du faible mobilier rencontré dans les structures, des prélèvements de sédiments et de charbons (8,5 kg) ont été réalisés pour d'éventuelles analyses ou datations en cas de fouille. Il concerne les structures 9, 6, 5 et 7 issues des sondages 14, 17, 21 et 6.

¹Dans la filiation des formes 20 et 21, fig 10 ds Laborie, Yan, La poterie bergeracoise du XIVe siècle. L'officine Sainte-Catherine à Bergerac, Revue *Aquitania*, tome 2, 1984, p.255.

²Barbeyron, A, Montignac (Dordogne), Bourg, *Maison Barrière*. Aménagement du centre médico-social, rapport de diagnostic archéologique, CG 24, SAD, novembre 2011, p.76, 77 et 88.

4 - INTERPRETATION DES VESTIGES ARCHEOLOGIQUES

L'opération archéologique témoigne de deux occupations sur les parcelles du projet, l'une datant du Néolithique final ou récent et l'autre du Bas Moyen Âge entre le milieu du XIIIe et le XVe siècle.

Compte tenu de la faiblesse du mobilier, la fonction des deux grandes fosses néolithiques (ST 4, TR 12 et ST 5, TR 21) n'a pu être précisée.

Concernant le Bas Moyen Âge, un fond de trou de poteau isolé au sud-est du projet a été daté par un fragment de jatte produite au XIIIe ou XIVe siècle (ST1, TR 14). Par ailleurs, l'état d'arasement du bâti et le mobilier rencontré dans la tranchée 6, laissent ouvert l'hypothèse d'un bâtiment liant habitation et fonction agricole. Les indices céramiques rencontrés font état de vases de préparation, de cuisson et de stockage, de provenance locale. Le mobilier métallique avec plusieurs restes d'outils retrouvés notamment une lame de serpette, rappelle le lien étroit à l'activité vivrière ou agricole.

Dans les tranchées 13 et 11, deux fonds de structures (ST 2 et 3) n'ont pu être daté en l'absence de mobilier, mais leurs niveaux d'ouverture (- 0,35 et - 0,65 m) s'accordent bien avec les deux occupations reconnues sur ce site.

Pour le Paléolithique, les pièces sont rares et difficiles à dater dans un contexte perturbé (TR 15 et 19 entre - 0,70 et - 1,20 m). Dans la plupart des cas, le Moustérien ne peut être distingué du Paléolithique supérieur. Plusieurs patines et différents état de surface ont été rencontrés qui témoignent d'un remaniement ou d'un transport des pièces en profondeur lié à la dynamique des dépôts alluviaux du secteur.

5. CONCLUSION

L'opération archéologique confirme deux occupations dans l'emprise du projet, l'une datant du Néolithique final ou récent et l'autre du Bas Moyen Âge entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle. Globalement, les structures restent isolées et peu étendues. Le mobilier est rare, y compris dans les secteurs positifs.

L'occupation néolithique reconnue au centre (TR 12) et au sud du projet (TR 21 et 22) se caractérise par de grandes fosses (ST 4 et 5) et un discret niveau d'occupation repéré sur le toit des argiles, à proximité des structures. La fonction des fosses n'a pu être précisée. Le mobilier associe silex et céramique mais reste très limité. En lien avec le seuil d'apparition des structures, le Néolithique a pu être clairement identifié entre - 0,50 m et - 0,70 m de profondeur. Le mobilier lithique se caractérise par des grattoirs sur éclat, des fragments de lame ou encore des petits nucléus. Faute de reconnaissance d'un Néolithique ancien ou moyen pour le secteur, nous plaçons cette occupation en l'état dans le Néolithique final ou récent.

L'occupation du Bas Moyen Âge se caractérise par les restes de l'angle d'un bâtiment (M 1, 2, 3) en fondation à proximité de la rue du Barry et d'un fond de trou de poteau (ST 1) repéré au sud du sondage 14. Les dimensions du bâti n'ont pu être appréciées malgré diverses extensions. La fondation repose sur le toit des argiles, à faible profondeur entre - 0,30 m et - 0,40 m. Le mobilier céramique a été retrouvé principalement sur l'arase des fondations. Le lot étudié correspond surtout à des morceaux de panse, de fond et de préhension, de production locale, à usage domestique. Pour le XIII-XIV^e siècle, des rebords de jatte à décor incisé (TR 14) et un bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe sont à signaler (TR 6, M1). La présence de glaçure plombifère sur quelques fragments confirme le Bas Moyen Âge entre le milieu du XIII^e et le XV^e siècle.

En dépit d'un mobilier sporadique et d'une conservation médiocre des structures, le diagnostic a permis d'identifier deux occupations distinctes. La première réaffirme l'exploitation de ce secteur dès la Préhistoire récente, et la seconde confirme à la fin du Moyen Âge, la présence de bâtiments modestes, aux abords du faubourg, sur l'axe routier reliant Sarlat.

6. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BARBEYRON 2010

Barbeyron, A, Monpazier (Dordogne), Bourg, 6 rue Galmot. Aménagement de la Maison Sainte Marthe, Rapport de diagnostic archéologique, CG 24, SAD, Janvier 2010.

BARBEYRON 2011

Barbeyron, A, Montignac (Bourg), *Maison Barrière*. Aménagement du centre médico-social, rapport de diagnostic, SDA, Novembre 2011.

CHADELLE 2011

Chadelle, J-P, *La Grande Béchade*, Montignac, Centre d'interprétation de l'art pariétal, Lascaux IV, rapport de diagnostic, SDA, Décembre 2011.

CHAPELOT 1997

Chapelot, O & J, L'artisanat de la poterie et de la terre cuite architecturale: Un moyen de connaissance des sociétés rurales du Moyen Âge , Actes des XIXe journées internationales d'Histoire de l'Abbaye de Flaran, L'artisan au village dans l'Europe Médiévale et Moderne, 5-6-7 septembre 1997, (dir) Mousnier, M, Presses universitaires du Mirail, Toulouse, 2001, p.87-147.

MALERET 1995

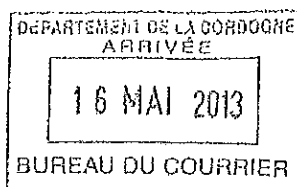
Fabre-Dupont Maleret, Sylvie, Un référenciel pour la céramique bordelaise du Xe au XVe siècle à partir des fouilles d'habitat, *revue Aquitania*, XIII, 1995, p.203-265.

FOURNIOUX 2002,

Fournioux, B, Montignac au Moyen Age : Histoire du peuplement et de l'occupation du sol, Périgueux, 2002.

LABORIE 1984

Laborie, Yan, La poterie bergeracoise du XIVe siècle. L'officine Sainte-Catherine à Bergerac, *Revue Aquitania*, tome 2, 1984, p.239 à 257.



→ DRPP-

Direction régionale
des affaires culturelles

PRÉFET DE LA RÉGION AQUITAINE

Préfet de la région Aquitaine,
Préfet de la Gironde,
Officier de la Légion d'Honneur,
Officier de l'Ordre national du Mérite,

ARRÊTÉ N°SD.13.052. du 15 mai 2013
portant prescription d'un diagnostic d'archéologie préventive

VU le code du Patrimoine, et notamment son livre V relatif à l'archéologie ;

VU l'arrêté du 16 septembre 2004 portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et fouilles archéologiques ;

VU l'arrêté du 27 septembre 2004 portant définition des normes de contenu et de présentation des rapports d'opérations archéologiques ; ;

VU l'arrêté du Préfet de la région Aquitaine n°2013119-0001 en date du 29 avril 2013 portant délégation de signature à Monsieur Arnaud Littardi, directeur régional des affaires culturelles d'Aquitaine ;

VU la décision du directeur régional des affaires culturelles d'Aquitaine en date du 6 mai 2013 donnant subdélégation de signature à Madame Nathalie Fourment, conservatrice régionale de l'archéologie et à Madame Hélène Mousset, conservatrice du patrimoine, pour l'application du Code du patrimoine (Livre V) ;

VU le dossier de projet d'aménagement de voiries et de parking, concernant les installations connexes au Centre International de l'Art Pariétal de Montignac-Lascaux, commune de Montignac (Dordogne), rue du Barry, transmis par la Direction des Bâtiments départementaux du Conseil Général de la Dordogne, le 12 avril 2013, reçu et accusé réception à la DRAC le 15 avril 2013, faisant courir à partir de cette date un délai de deux mois pour la notification des prescriptions immédiates d'archéologie préventive ;

CONSIDERANT que, en raison de leur nature, localisation et importance, les travaux envisagés sont susceptibles d'affecter des éléments du patrimoine archéologique, en l'occurrence des vestiges d'occupation antique, médiévaux et éventuellement préhistoriques ;

CONSIDERANT en conséquence qu'il est nécessaire de mettre en évidence et de caractériser la nature, l'étendue et le degré de préservation des vestiges archéologiques éventuellement présents afin de déterminer les mesures de sauvegarde par l'étude ou de conservation dont ils doivent faire l'objet ;

ARRETE

Article 1 : Un diagnostic archéologique sera réalisé sur le terrain faisant l'objet des aménagements, ouvrages ou travaux susvisés, sis en :

Région : AQUITAINE Département : DORDOGNE
Commune : MONTIGNAC Lieu-dit : Rue du Barry – Parking P2
Cadastre : parcelles 126, 127 et 346

Maître d'ouvrage : Direction des Bâtiments Départementaux – Conseil Général de la Dordogne

Le diagnostic archéologique comprend, outre une phase d'exploration du terrain, une phase d'étude qui s'achève par la remise du rapport sur les résultats obtenus.

Article 2 : Le diagnostic sera exécuté conformément aux prescriptions scientifiques annexées au présent arrêté.

Sa réalisation sera confiée, en application des dispositions des articles L.523-4, R.523-25, R.523-26, R.523-27 et R.523-29 du Code du Patrimoine, par ordre de priorité, soit au Service de l'archéologie du Conseil général de la Dordogne, soit à l'Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP).

L'attribution du diagnostic sera notifiée à l'opérateur et l'aménageur en sera informé.

Les modalités et conditions de réalisation de ce diagnostic seront fixées par une convention conclue entre le maître d'ouvrage du projet d'aménagement et l'opérateur d'archéologie préventive désigné à l'alinéa précédent selon les dispositions des articles L.523-7 et R.523-30 à R.523-38 du Code du Patrimoine.

Article 3 : Le responsable scientifique du diagnostic sera désigné par un arrêté ultérieur.

Article 4 : Le directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera notifié au directeur de l'interrégion Grand Sud-Ouest de l'Institut National de Recherches Archéologiques préventives¹, au Service de l'Archéologie du Conseil général de la Dordogne², et à la direction des bâtiments départementaux³.

Fait à Bordeaux, le 15 mai 2013

La conservatrice régionale de l'archéologie,



N. FOURMENT

Copies à :

- Préfecture de la région Aquitaine
- Préfecture de Dordogne
- Mairie de Montignac
- Brigade territoriale de gendarmerie nationale de Montignac
- Direction régionale des affaires culturelles d'Aquitaine : Service régional de l'archéologie et Service territorial de l'architecture et du patrimoine de la Dordogne

¹ INRAP, 210 Cours Victor Hugo, BP 161, 33130 Bègles, Tél. : 05.57.59.20.90

² Hôtel du Département, 2 Paul-Louis Courier - 24019 Périgueux cedex

³ Hôtel du Département, 2 Paul-Louis Courier - 24019 Périgueux cedex

**Cahier des charges scientifiques relatif au diagnostic archéologique préventif
sur l'emprise du parking P2 créé dans le cadre des travaux d'aménagements
connexe au Centre International de l'Art Pariétal Lascaux – Montignac
(Dordogne)**

Emprise du diagnostic : Elle correspond à la surface déclarée dans la demande transmise par le maître d'ouvrage soit 18200 m².

Contexte et problématique :

Le projet global déposé consiste en un réaménagement de voirie, notamment d'un point de vue paysager, dans le cadre de l'amélioration des dessertes du futur Centre International de l'Art pariétal de Lascaux-Montignac, et en la création d'un parking supplémentaire) à ce nouveau pôle culturel. Ainsi, seule la création de ce parking P2 justifie du point de vue de la sensibilité archéologique la mise en place de mesures d'archéologie préventive.

En effet, l'emprise est localisée sur la terrasse alluviale de la Vézère, avec des problématiques historiques évidentes : présomption de site antique, parcellaire antique ou médiéval, occupation médiévale.

Pour l'Antiquité, même si aucune occurrence concrète n'est signalée, la régularité des occupations antiques de la vallée, pour peu que la topographie soit favorable, avec une terrasse élargie, tend à faire rechercher un établissement gallo-romain dans ces parages, formant un jalon entre les sites avérés d'Aubas au nord et Brénac au sud.

La zone est un replat entre 75 et 80 m, à la sortie du faubourg fortifié de rive gauche (le Barry), développé à la faveur du contrôle économique du pont sur la rivière. Le faubourg ne présente pas a priori d'originalité architecturale majeure dans son aspect actuel, mais la trame parcellaire en peigne trahit une organisation (parcellaire de formation) lotie autour du XIII^e siècle. Le diagnostic de la Maison Barrière (A. Barbeyron, CG24) a illustré en retrait des lots donnant sur la rue, une occupation domestique médiévale peu connue localement par l'archéologie dans sa culture matérielle.

L'emprise se trouve ainsi au débouché de cet axe important, dans la campagne environnante, bordant au sud le "vieux chemin de Montignac à Sarlat" (cadastre 1813). Couvrant une vaste zone sur cette rive dans laquelle le projet de parking est englobée, une organisation parcellaire normée, d'origine médiévale probable, s'ordonne parallèlement à la rivière sur un axe nord-est - sud-ouest. Le terrain, bordée par une maison de la Grange (encore conservée) depuis au moins l'époque moderne (carte de Belleyme), est en cultures en 1813. L'emprise du futur parking devrait donc conserver au delà de l'horizon de labours un potentiel archéologique intact.

Pour ce qui concerne les périodes plus anciennes (Paléolithique ou Néolithique) le recouvrement sédimentaire postglaciaire à cet endroit là rend difficile l'atteinte dans le cadre de ce diagnostic (cf. infra principes méthodologiques) de niveaux antérieurs à la toute fin du Paléolithique supérieur. Néanmoins, la présence sur cette position de replat de la terrasse alluviale de la Vézère rend possible l'existence d'installations temporaires de l'Épipaléolithique ou du Mésolithique.

Objectifs :

L'objectif du diagnostic sera de reconnaître la présence d'éléments du patrimoine archéologique dans l'emprise affectée par l'aménagement, et, le cas échéant, d'en caractériser aussi précisément que possible la nature, la chronologie, l'extension spatiale et l'état de conservation.

Ces éléments du patrimoine archéologique comprennent les vestiges mobiliers ou immobiliers ayant trait à une activité ou à un habitat humain passés, ainsi que tous les éléments permettant la connaissance du milieu (climat, faune, flore, ressources naturelles) dans lequel se sont déroulées ces occupations humaines.

Principes méthodologiques :

Les sondages seront réalisés à l'aide de moyens mécaniques adaptés à la profondeur des terrassements. Ainsi, compte-tenu de la cote maximale des terrassements prévus (50 cm), les tranchées seront descendues à 1 m de profondeur, hormis dans les espaces destinés à la circulation des réseaux où elles devront atteindre 1,50 m de profondeur, alors que celles implantées dans l'espace destiné à l'implantation du bassin d'orage seront descendues jusqu'à concurrence d'atteinte du substratum tertiaire ainsi que quelques tranchées supplémentaires destinées à obtenir une vision tridimensionnelle du substrat.

Le diagnostic est destiné à assurer une connaissance stratigraphique complète de la parcelle, avec une reconnaissance en plan au minimum à 5%.

On procédera à des élargissements ponctuels en cas de sondage positif pour circonscrire au mieux les ensembles de structures.

Un relevé stratigraphique soigné, comportant des observations archéologiques et géomorphologiques sera exécuté pour chaque sondage. A défaut de structures, un segment sera décrit détaillant les unités sédimentaires reconnues.

L'ensemble des vestiges mobiliers nécessaires à la caractérisation culturelle ou fonctionnelle des niveaux ou structures sera prélevé.

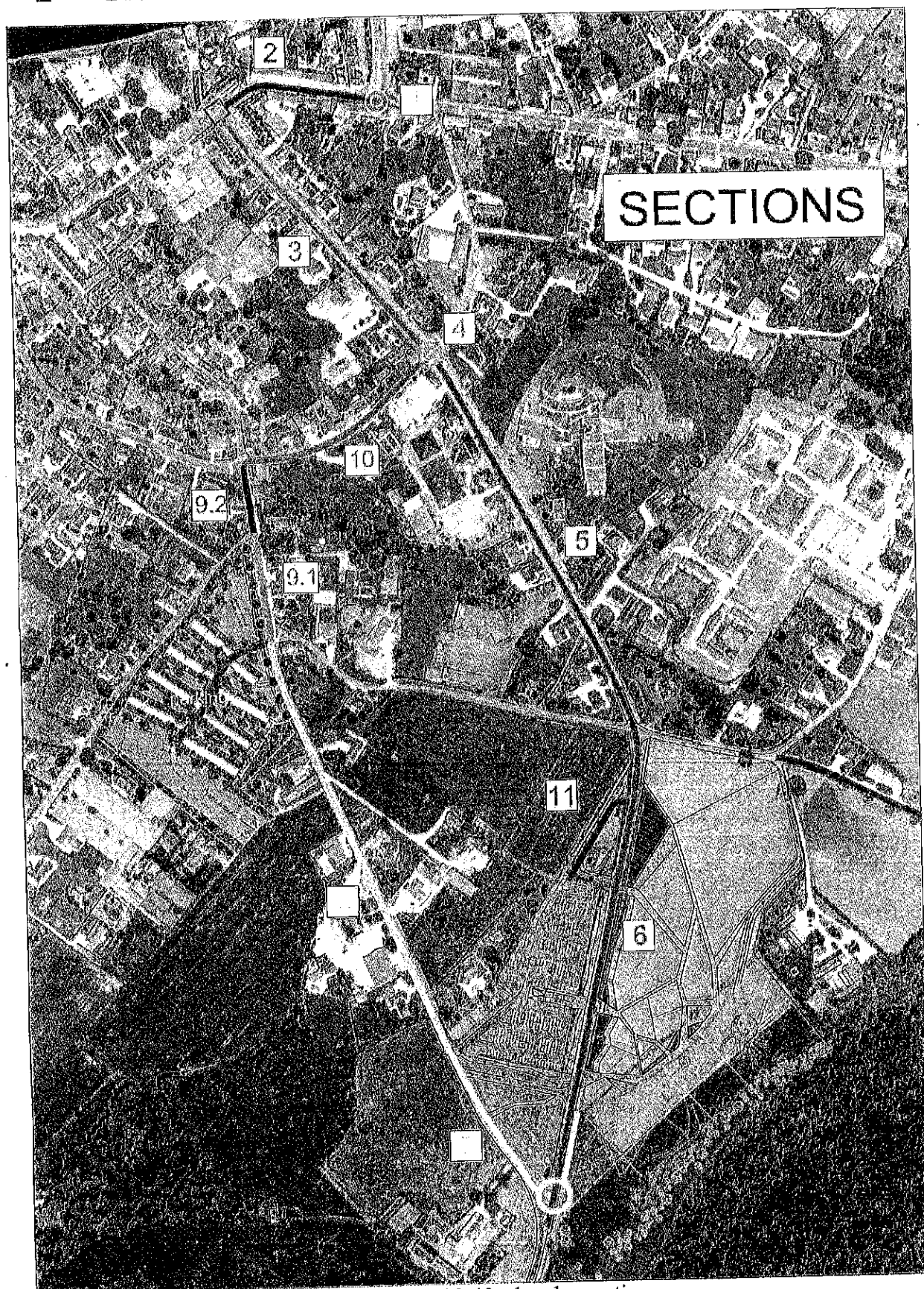
Rapport :

Les travaux effectués, il sera adressé un rapport d'opération au service régional de l'archéologie prescripteur. Le rapport devra mettre en évidence :

- 1) la présence ou non de vestiges archéologiques ;
- 2) leur présence continue ou leur discontinuité ;
- 3) leur puissance stratigraphique ; si celle-ci est continue ou discontinue et la (ou les) grande(s) période(s) chronologique(s) concernée(s) ;
- 4) le nombre de structures découvertes ;
- 5) un plan à l'échelle 1:250 avec l'emprise de l'ouvrage, l'implantation des sondages réalisés et le positionnement de tous les vestiges repérés ou observations réalisées, complété de plans de détail au 1:20 pour les secteurs livrant des vestiges significatifs ;
- 6) un descriptif détaillé de chaque structure ou ensemble de vestiges reconnu, leur niveau d'arasement, leur degré d'altération, accompagné d'une iconographie adaptée : relevé, dessin ou photographie originale ;
- 7) un texte mettant en perspective les éléments les plus significatifs mis au jour dans le contexte archéologique local ou régional.

Le rapport final d'opération et les archives de fouille seront remis conformément aux dispositions de l'arrêté du 16 septembre 2004 portant définition des normes d'identification, d'inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issus des diagnostics et des fouilles archéologiques.

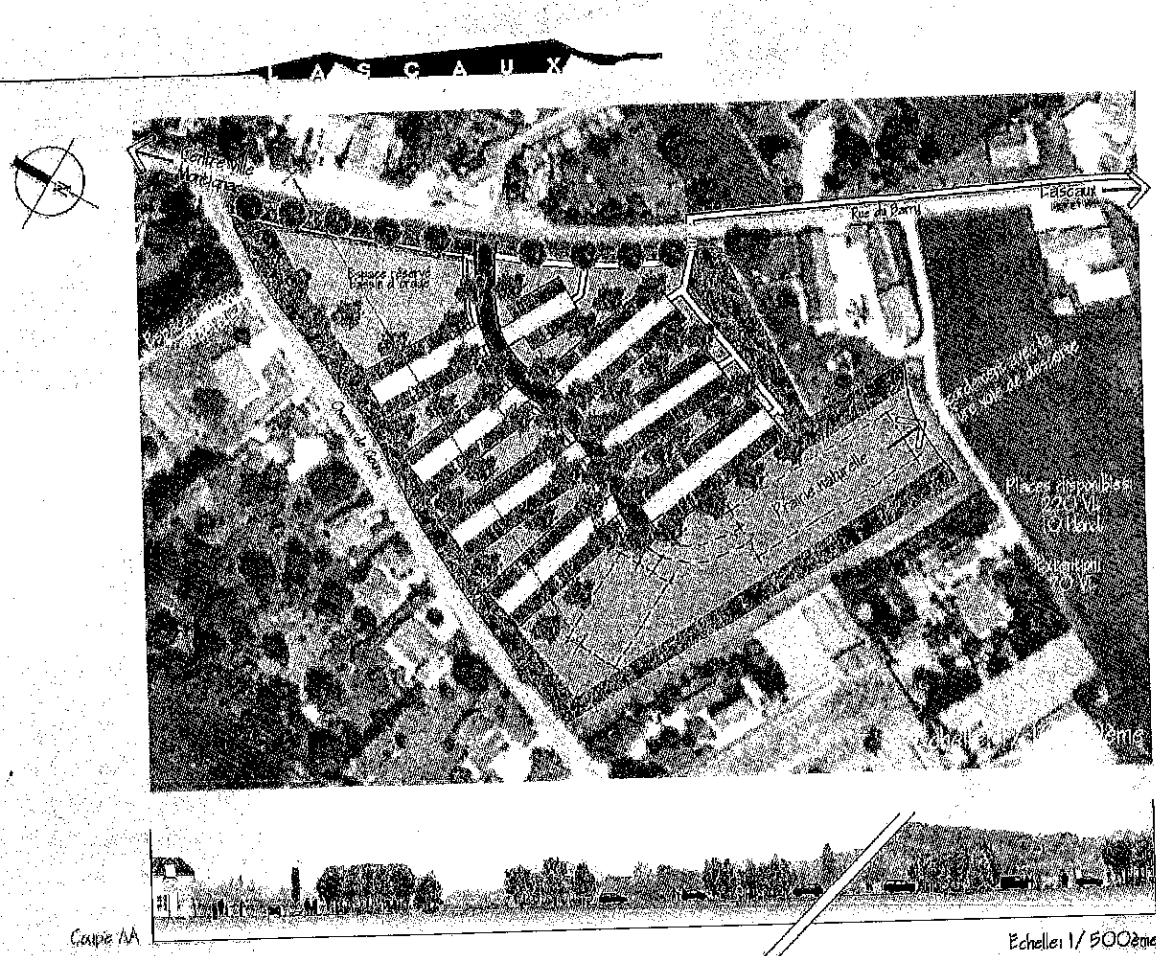
1- Situation des différentes sections



Cf-annexe 1 2013-03-13-plan des sections

Parking Paysager P2 - 220 places VL

Extrait de la vue en plan du parking



Cf- annexe-11-2013-03-13-plan-parking P2

Parking Paysager Montignac



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PRÉFET DE LA RÉGION AQUITAINE

COURRIER ARRIVÉ LE :

06 MARS 2014

CONSEIL GÉNÉRAL de la DORDOGNE
Service de l'Archéologie

Direction régionale
des affaires culturelles

Le Préfet de la région Aquitaine,
Préfet de la Gironde,
Officier de la Légion d'Honneur,
Officier de l'Ordre national du Mérite

Arrêté n° 2014-44

portant désignation du responsable scientifique d'un diagnostic d'archéologie préventive

VU le Livre V du Code Patrimoine, notamment l'article L. 522-1 ;

VU l'arrêté du préfet de la région Aquitaine n°2013119-0001 en date du 29 avril 2013 portant délégation de signature à M. Arnaud Littardi, directeur régional des affaires culturelles d'Aquitaine ;

VU la décision du directeur régional des affaires culturelles en date du 9 juillet 2013 donnant subdélégation de signature à Madame Nathalie Fourment, conservatrice régionale de l'archéologie et Madame Hélène Mousset, conservatrice du patrimoine, pour l'application du code du patrimoine (livre V) ;

VU l'arrêté n° SD.13.052 en date du 15/05/2013 édictant les prescriptions afférentes à la réalisation d'un diagnostic d'archéologie préventive lié à la demande concernant l'aménagement suivant :

Rue du Barry - Parking P2, commune(s) de MONTIGNAC ;

ARRETE

Article 1 : Conformément à l'article 3 de l'arrêté susvisé, Monsieur Arnaud BARBEYRON, domicilié 48 rue Victor Hugo 24000 PERIGUEUX, est désigné comme responsable scientifique de l'opération de diagnostic qui se déroulera du 11/03/2014 au 31/03/2014.

Article 2 : Le directeur régional des affaires culturelles est chargé de l'exécution du présent arrêté qui sera notifié à Monsieur Arnaud BARBEYRON.

Fait à Bordeaux, le 27/02/2014

Pour le directeur régional des affaires culturelles,
La conservatrice régionale de l'archéologie

Nathalie FOURMENT

N° Opération Patriarche :

Copies à :

Conseil général de la Dordogne - Direction des bâtiments
départementaux Hôtel du Département
2 rue Paul Louis Courier
24019 PERIGUEUX CEDEX

Mairie(s) de Montignac
Gendarmerie ou police nationale de Montignac
Préfecture de la Dordogne
Préfecture de la Région Aquitaine
Direction régionale des affaires culturelles (service régional de l'archéologie)

Service départemental de l'Archéologie de Dordogne
SAD24

MONTIGNAC
Rue du Barry - Parking P2 - Lascaux IV

Arrêté de diagnostic archéologique n° SD.13.052

PROJET SCIENTIFIQUE D'INTERVENTION



Service archéologique départemental

Février 2014

Préambule

Le service archéologique départemental du Conseil Général de la Dordogne est agréé par l'Etat pour la réalisation des opérations d'archéologie préventive (agrément du 27 janvier 2004 reconduit le 17 juillet 2007, et étendu le 4 mars 2010 et le 20 avril 2011), en application du Code du Patrimoine, Livre V. Conformément au décret n° 2004-490 du 3 juin 2004, le service archéologique départemental est prioritaire pour la réalisation des diagnostics archéologiques situés sur son territoire, en l'absence d'autre service territorial agréé.

Le service archéologique départemental a pour mission principale, en matière d'archéologie préventive, d'assumer les diagnostics sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de la Dordogne. Le diagnostic archéologique prescrit à **Montignac Rue du Barry - Parking P2** (arrêté n° SD 13.052) entre dans ce cas.

Objectifs

Le diagnostic s'attachera à récolter et situer le matériel archéologique dans son contexte sédimentaire. Il visera surtout à rechercher les vestiges en place et leur formation afin de les mettre en relation chrono-culturelle. Cette étude porte principalement sur la présomption de vestiges issus des périodes historiques, de l'Antiquité au Moyen Âge. Mais sa position favorable sur un replat de la terrasse alluviale de la Vézère n'exclut pas une installation plus ancienne issue de la Préhistoire récente.

Le décapage compte tenu des conditions définies dans les modalités d'intervention, se fera de manière mécanique par passes fines de 10 cm sous le contrôle d'un spécialiste apte à reconnaître les vestiges spécifiques d'aménagement et compétent pour les périodes.

Modalités d'intervention

Le cahier des charges accompagnant l'arrêté fait état des conditions d'intervention suivantes:

- Le projet de parking s'étend sur 3 parcelles (126,127 et 346) soit 18200 m².
- Par sa situation, rappel du potentiel archéologique du secteur pour les périodes historiques. Pour l'Antiquité, une installation gallo-romaine reste envisageable en lien avec la trame des découvertes de la vallée de la Vézère. Pour le Moyen Âge, le projet se situe en limite sud du faubourg, à proximité d'un axe principal de communication. Selon la nature des découvertes, une analyse spatiale pourra être conduite sur la morphogénèse et les limites du faubourg.
- Aucun rapport géotechnique ne nous a été transmis en l'état actuel du projet.
- 23 sondages archéologiques seront réalisés à l'aide de moyen mécanique sur une longueur de 20 m pour une largeur de 2 m afin de répondre à la prescription fixée de 5 % minimum de l'emprise. Une orientation nord /sud, parallèle à la rue du Barry et dans le sens de la pente sera privilégiée pour mieux recouper tout indice parcellaire ou bâti.

Préambule

Le service archéologique départemental du Conseil Général de la Dordogne est agréé par l'Etat pour la réalisation des opérations d'archéologie préventive (agrément du 27 janvier 2004 reconduit le 17 juillet 2007, et étendu le 4 mars 2010 et le 20 avril 2011), en application du Code du Patrimoine, Livre V. Conformément au décret n° 2004-490 du 3 juin 2004, le service archéologique départemental est prioritaire pour la réalisation des diagnostics archéologiques situés sur son territoire, en l'absence d'autre service territorial agréé.

Le service archéologique départemental a pour mission principale, en matière d'archéologie préventive, d'assumer les diagnostics sous maîtrise d'ouvrage du Conseil Général de la Dordogne. Le diagnostic archéologique prescrit à **Montignac Rue du Barry - Parking P2** (arrêté n° SD 13.052) entre dans ce cas.

Objectifs

Le diagnostic s'attachera à récolter et situer le matériel archéologique dans son contexte sédimentaire. Il visera surtout à rechercher les vestiges en place et leur formation afin de les mettre en relation chrono-culturelle. Cette étude porte principalement sur la présomption de vestiges issus des périodes historiques, de l'Antiquité au Moyen Âge. Mais sa position favorable sur un replat de la terrasse alluviale de la Vézère n'exclut pas une installation plus ancienne issue de la Préhistoire récente.

Le décapage compte tenu des conditions définies dans les modalités d'intervention, se fera de manière mécanique par passes fines de 10 cm sous le contrôle d'un spécialiste apte à reconnaître les vestiges spécifiques d'aménagement et compétent pour les périodes.

Modalités d'intervention

Le cahier des charges accompagnant l'arrêté fait état des conditions d'intervention suivantes:

- Le projet de parking s'étend sur 3 parcelles (126,127 et 346) soit 18200 m².
- Par sa situation, rappel du potentiel archéologique du secteur pour les périodes historiques. Pour l'Antiquité, une installation gallo-romaine reste envisageable en lien avec la trame des découvertes de la vallée de la Vézère. Pour le Moyen Âge, le projet se situe en limite sud du faubourg, à proximité d'un axe principal de communication. Selon la nature des découvertes, une analyse spatiale pourra être conduite sur la morphogénèse et les limites du faubourg.
- Aucun rapport géotechnique ne nous a été transmis en l'état actuel du projet.
- 23 sondages archéologiques seront réalisés à l'aide de moyen mécanique sur une longueur de 20 m pour une largeur de 2 m afin de répondre à la prescription fixée de 5 % minimum de l'emprise. Une orientation nord /sud, parallèle à la rue du Barry et dans le sens de la pente sera privilégiée pour mieux recouper tout indice parcellaire ou bâti.

- Les sondages couvriront l'ensemble des parcelles du projet. Ils seront de - 1 m de profondeur en moyenne, pour le passage éventuel de réseau de - 1 m 50 et pour le bassin d'orage jusqu'au substrat tertiaire (CF - plan d'implantation - TR 1 à 3). Cependant, en fonction des contraintes du terrain, cette maille pourra être modifiée dans sa répartition ou ponctuellement dans son orientation.
- des sondages supplémentaires pourront être envisagés pour une meilleure lecture du faciès géologique de la terrasse rencontrée. Toute fenêtre d'extension ne sera réalisée qu'après accord du service régional de l'archéologie
- Une pelle munie d'un godet lisse de curage d'2 m de large sera requis pour ce diagnostic.
- La présence de réseaux sur les parcelles concernées sera précisée par retour des DICT.
- Le rebouchage des sondages en respectant les couches stratigraphiques sera réalisé par l'entreprise de terrassement à la suite du diagnostic. La protection et la matérialisation de vestiges immobiliers éventuels seront assurées par le service archéologique départemental.
- Préalablement, le service régional de l'archéologie sera informé du démarrage et de l'achèvement des travaux de terrain.

Personnel et moyens mis en œuvre

Le diagnostic sera réalisé avec une équipe de **2 personnes**.

Le responsable d'opération proposé est **Arnaud Barbeyron**, archéologue au service départemental.

Le matériel utilisé sera celui du service archéologique départemental en dehors des terrassements et de l'implantation des sondages par des géomètres.

En fonction des vestiges rencontrés, l'avis du SRA sera souhaité sur le terrain au terme de l'opération.

Durée de l'intervention et rapport de diagnostic

La phase de terrain est prévue sur **10 à 15 jours**.

La date prévisionnelle d'intervention est fixée **du mardi 11 mars au lundi 31 mars 2014**.

Le temps de post-fouille prévu sera de **10 jours minimum** selon les résultats. Le rapport comportera les relevés en plan et en coupe au 1:20 des structures découvertes, leur positionnement dans l'emprise du projet et les propositions d'attribution chronologique, culturelle et fonctionnelle.

Commune de MONTIGNAC
CIAPML-LASCAUX IV
Parking P2

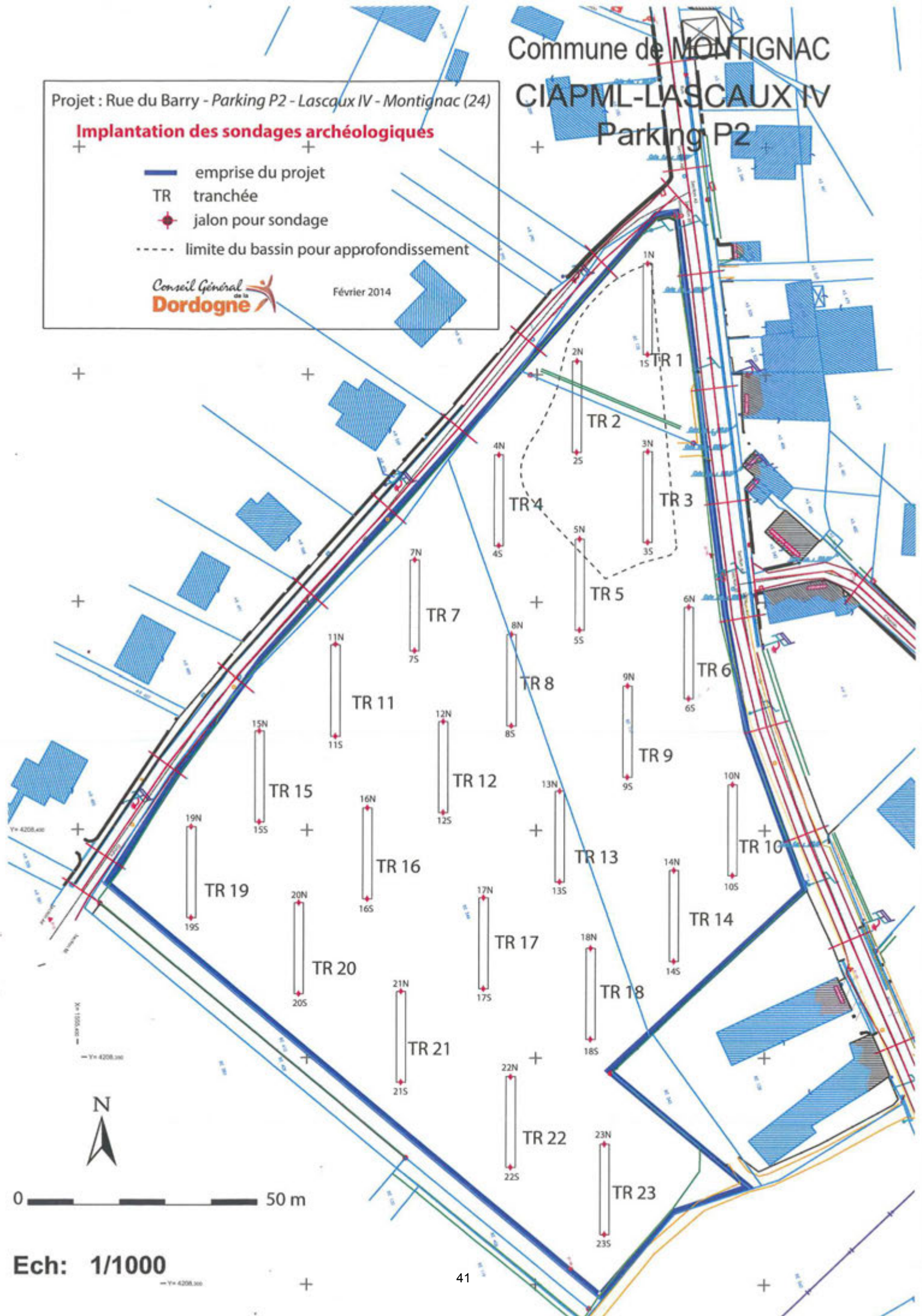
Projet : Rue du Barry - Parking P2 - Lascaux IV - Montignac (24)

Implantation des sondages archéologiques

- emprise du projet
- TR tranchée
- + jalon pour sondage
- limite du bassin pour approfondissement

Conseil Général
de la
Dordogne

Février 2014



Ech: 1/1000

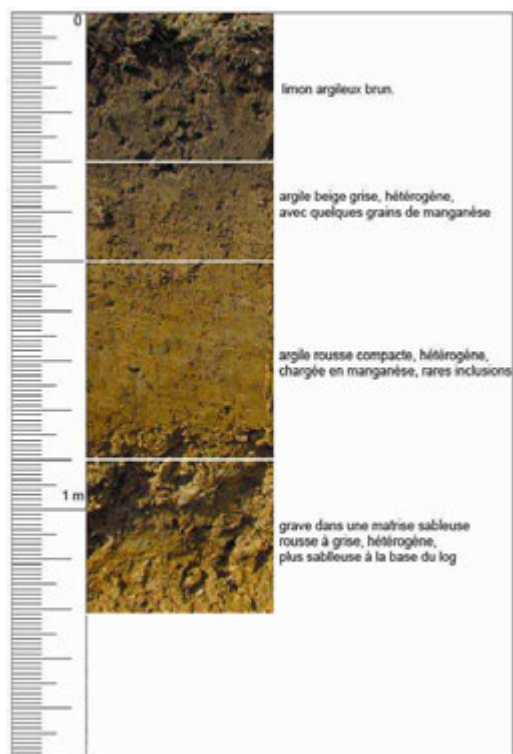
MATRICULE	X	Y	Z
1N	1555524.2340	4208524.4491	77.8600
1S	1555524.2369	4208504.4504	77.8500
2N	1555508.7832	4208502.9301	77.9200
2S	1555508.7783	4208482.9335	77.9800
3N	1555524.3331	4208483.1936	77.8600
3S	1555524.3117	4208463.1815	78.0600
4N	1555491.8123	4208482.3689	78.2300
4S	1555491.8040	4208462.3576	78.3300
5N	1555509.4798	4208463.8564	78.1300
5S	1555509.4693	4208443.8387	78.4700
6N	1555533.3587	4208448.9567	78.1900
6S	1555533.3447	4208428.9476	78.7100
7N	1555473.4733	4208459.2880	78.3300
7S	1555473.4575	4208439.2722	78.3500
8N	1555494.5973	4208442.9037	78.4300
8S	1555494.5987	4208422.9035	78.6800
9N	1555519.9726	4208431.7070	78.7000
9S	1555519.9765	4208411.7035	78.9900
10N	1555542.9931	4208410.0730	78.8400
10S	1555542.9812	4208390.0643	79.0200
11N	1555456.1510	4208440.6174	78.3100
11S	1555456.1309	4208420.6030	78.5100
12N	1555479.7734	4208423.8627	78.5600
12S	1555479.7566	4208403.8628	78.9000
13N	1555505.2024	4208408.6097	79.0200
13S	1555505.2001	4208388.6020	79.2100
14N	1555530.2082	4208391.2315	79.0000
14S	1555530.1913	4208371.2413	79.1700
15N	1555439.5985	4208421.7294	78.4600
15S	1555439.5957	4208401.7365	78.6000
16N	1555463.2067	4208404.8951	78.7400
16S	1555463.2026	4208384.8931	78.9500
17N	1555488.6128	4208385.1603	79.2300
17S	1555488.6057	4208365.1586	79.1700
18N	1555511.9943	4208374.0697	79.2500
18S	1555511.9884	4208354.0894	79.2800
19N	1555424.7116	4208400.6982	78.6400
19S	1555424.7130	4208380.6847	78.8200
20N	1555448.2184	4208384.0244	78.8900
20S	1555448.2120	4208364.0174	79.2600
21N	1555470.6015	4208364.6035	79.1700
21S	1555470.5941	4208344.5873	79.3300
22N	1555494.5547	4208345.8790	79.2900
22S	1555494.5505	4208325.8780	79.3000
23N	1555515.0681	4208331.0044	79.2300
23S	1555515.0567	4208310.9950	79.3100

ANNEXE 5 - INVENTAIRE DES UNITES STRATIGRAPHIQUES PAR SONDAGE

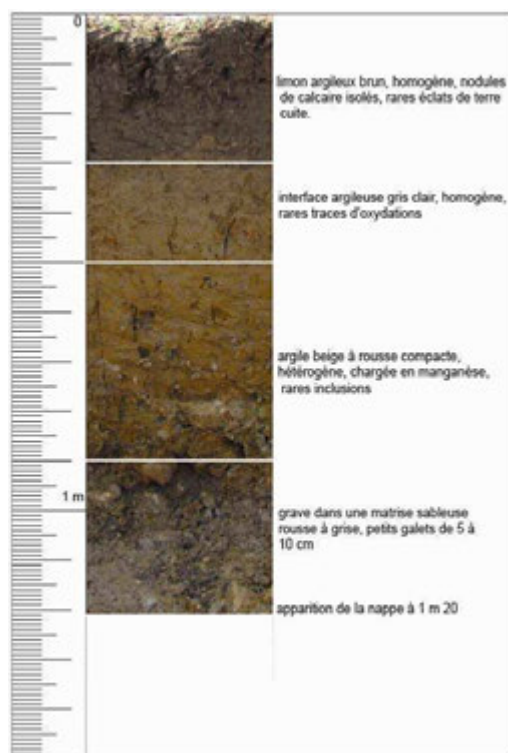
Tranchée 1 log 1 à 10 m de l'extrémité nord paroi est



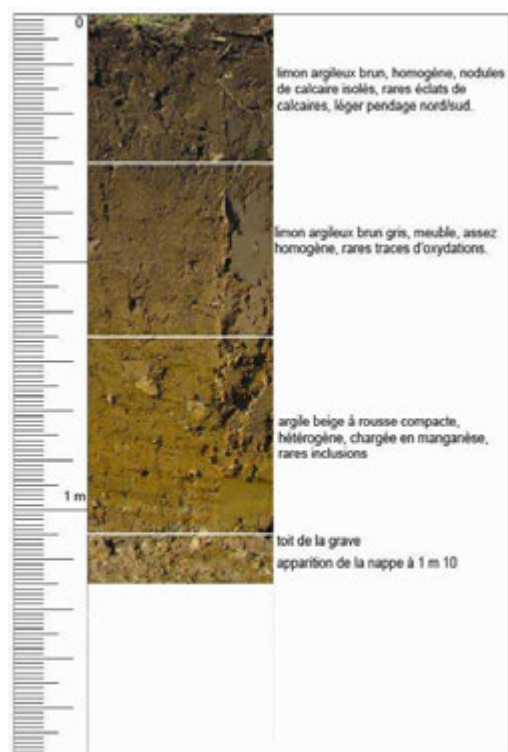
Tranchée 2 log 1 à 10,70 m de l'extrémité sud paroi ouest



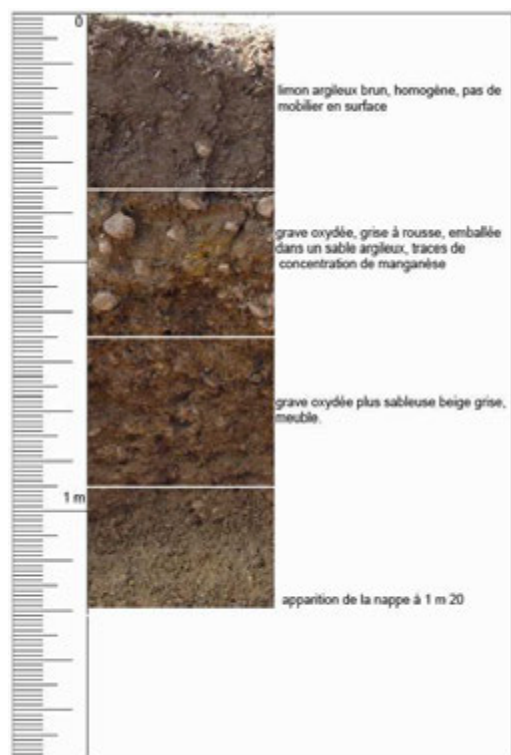
Tranchée 3 log 1 à 12 m de l'extrémité nord paroi ouest



Tranchée 4 log 1 à 8 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 5 log 1 à 8,70 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 6 log 1 à 14 m de l'extrémité nord paroi ouest



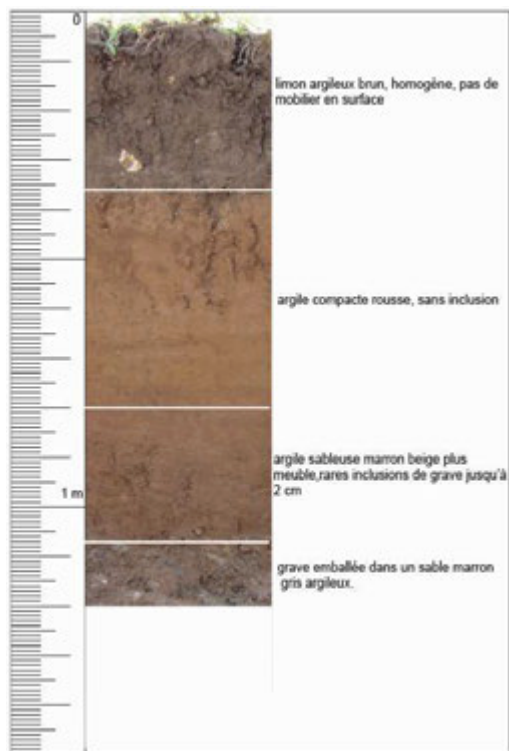
Tranchée 6 log 2 à 0,30 m à l'est du mur M1- extension est



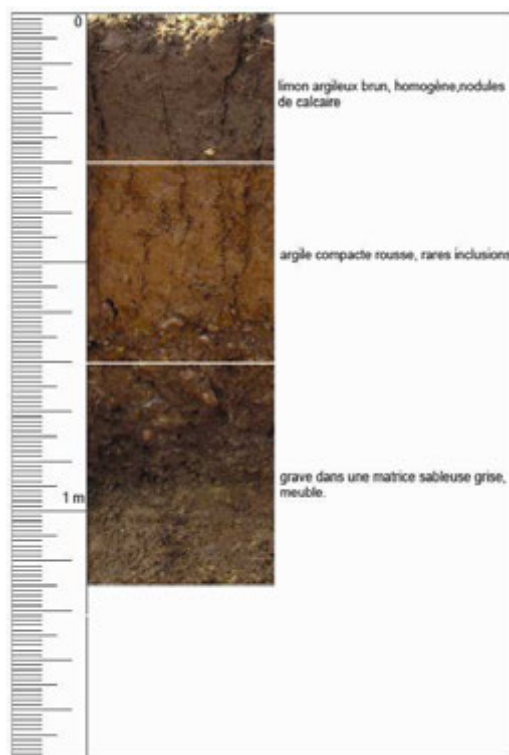
Tranchée 7 log 1 à 8 m de l'extrémité nord paroi ouest



Tranchée 8 log 1 à 11,20 m de l'extrémité nord paroi ouest



Tranchée 9 log 1 à 8 m de l'extrémité sud paroi ouest



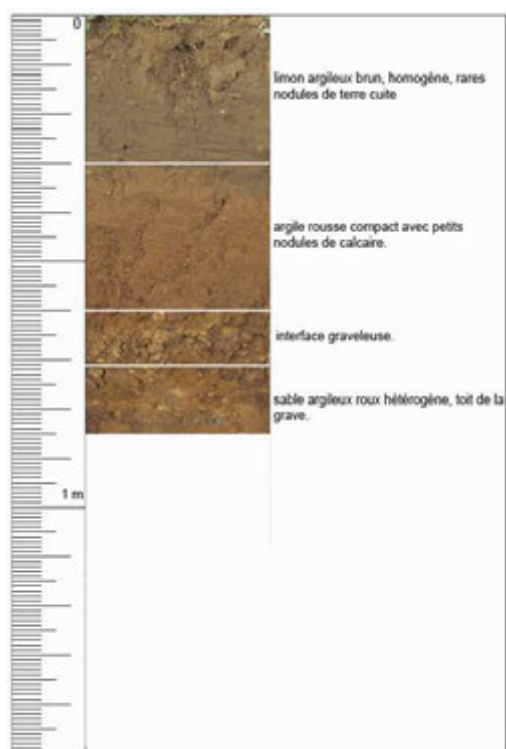
Tranchée 10 log 1 à 11,60 m de l'extrémité nord paroi ouest



Tranchée 11 log 1 à 4,40 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 12 log 1 à 6 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 13 log 1 à 13,25 m de l'extrémité nord paroi ouest



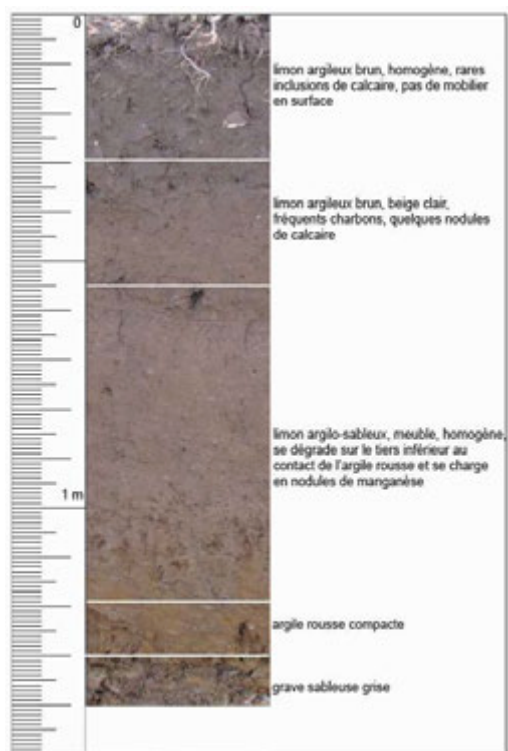
Tranchée 14 log 1 à 10,20 m de l'extrémité nord paroi ouest



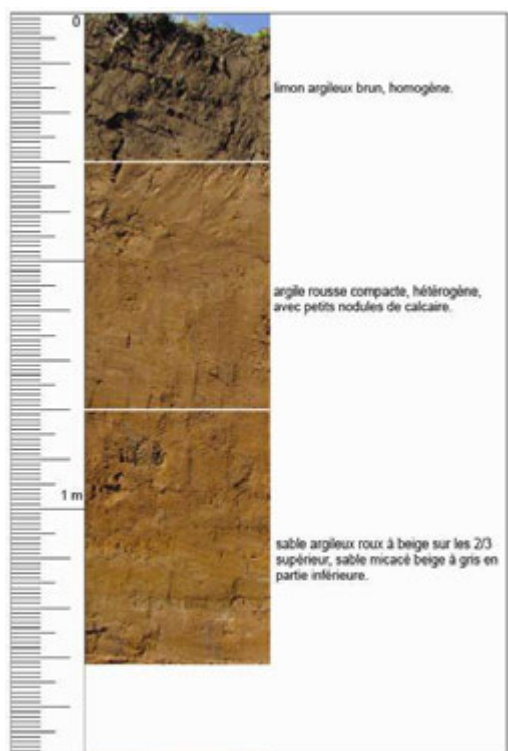
Tranchée 14 log 2 à 9,50 m de l'extrémité nord paroi est



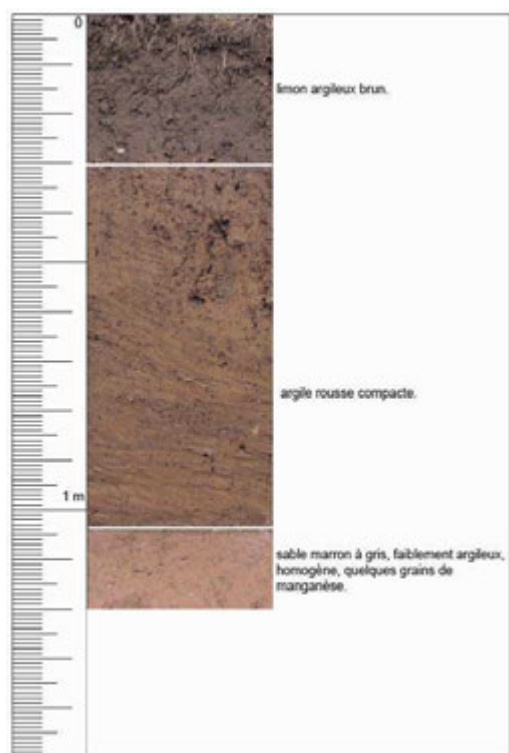
Tranchée 15 log 1 à 3,60 m de l'extrémité sud paroi ouest



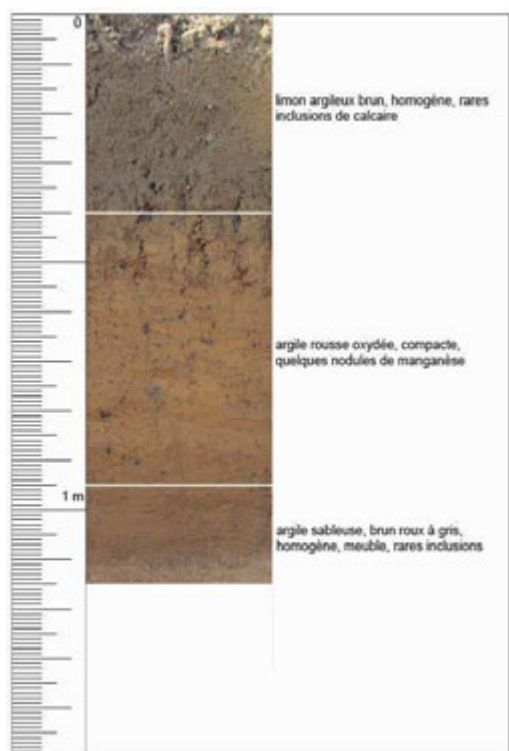
Tranchée 16 log 1 à 6 m de l'extrémité sud paroi ouest



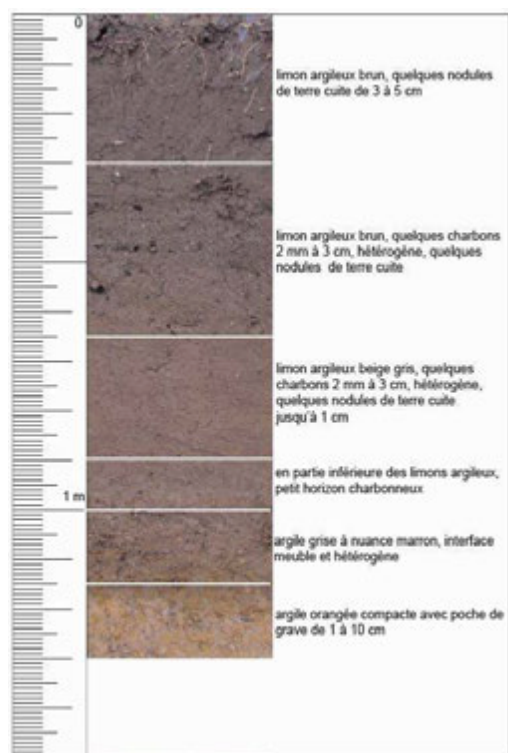
Tranchée 17 log 1 à 8 m de l'extrémité nord paroi ouest



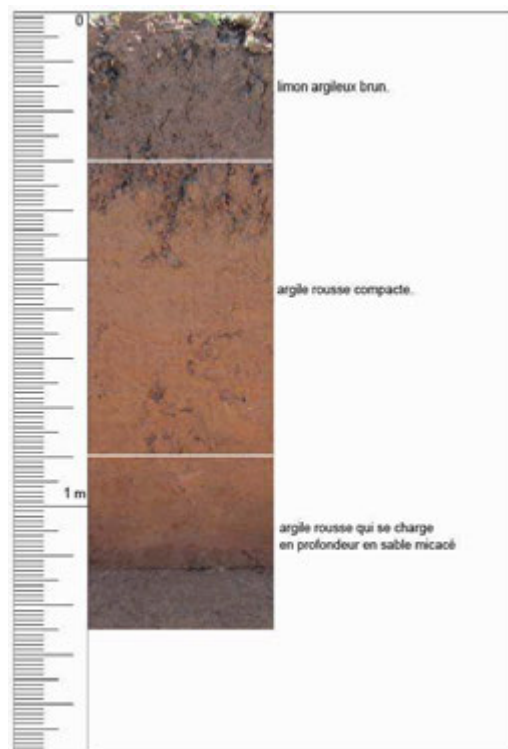
Tranchée 18 log 1 à 7,60 m de l'extrémité nord paroi ouest



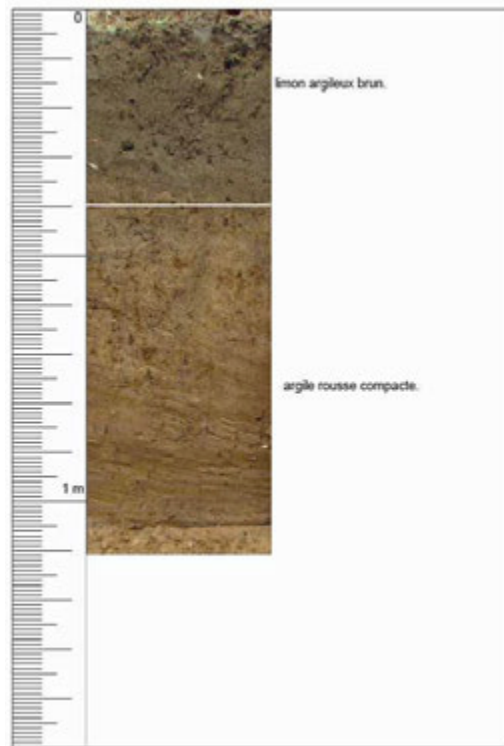
Tranchée 19 log 1 à 7,80 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 20 log 1 à 8,50 m de l'extrémité sud paroi ouest



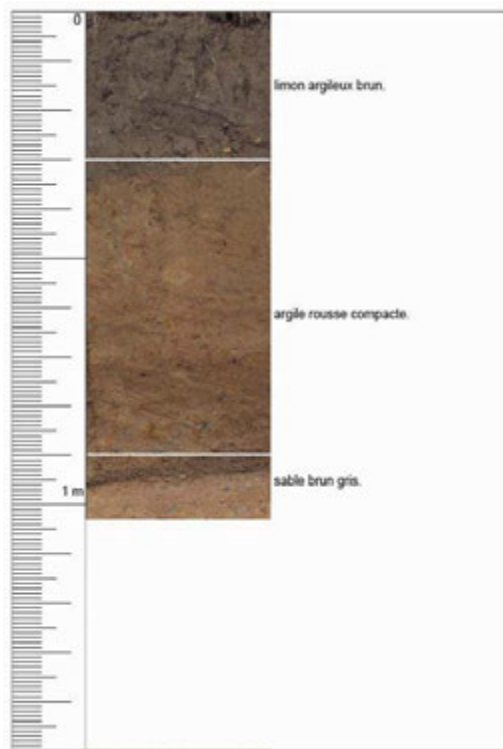
Tranchée 21 log 1 à 7,80 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 22 log 1 à 7,80 m de l'extrémité sud paroi ouest



Tranchée 23 log 1 à 6,60 m de l'extrémité sud paroi ouest



ANNEXE 6 - DIAG - Montignac - rue du Barry - parking P2

Inventaire

N°opération

026483

Nb de caisses

2

contemp = contemporain; proto = protohistoire; néo = néolithique; paléo = paléolithique

tr = tranchée; trav = travée; st= structure; prof = profondeur; TC = terre cuite d'architecture ; N = nord, S = sud, E = est, W = ouest ; Ext = extension; ind = indéterminé; X = ras

18074

523

tr	trav	localisation	prof	st	mobilier	identification	description	poids (g)	quantité	datation	caisse	sac	photo
1	2		50		lithique	silex	éclat cortical sénonien, nervure ébréchée, bonne état de conservation	27,4	1		1	1	
2	3	à 12 m	50		lithique	silex	éclat cortical, frais, sénonien	47,6	1	néo	1	2	
3		à 6,70	20		lithique	silex	éclat cortical, grattoir, patiné, en position secondaire	29,5	1	néo	1	3	
3	3	à 12,20 et 12,70 de N	40		lithique	silex	2 éclats, non corticaux, très frais	7,8	2	néo	1	4	
3	3	à 13,20 à 0,80 de paroi N	70		lithique	silex	éclat cortical, tablette ? percussion dur, patine ancienne	27,1	1	paléo probable	1	5	
4	1	à 1,60 m de paroi E et à 3 m depuis S	60		lithique	silex	petit éclat, très frais, percussion tendre	5	1		1	6	
4	1	à 1,80m de paroi E et 3,50m depuis le S	50		lithique	silex	éclat cortical, grattoir museau, assez frais	44	1		1	7	
4	2	à 70cm de paroi E et à 6,90m depuis le S	30		céramique	anses, panse	dont une anse vernissée à gorge centrale	108,9	3	XIII-XVe	1	8	
4	2	à 1,70m de paroi E et à 7,30m de S	50		lithique	silex	petit éclat chauffé	4,8	1		1	9	
4	2	à 0,60m de paroi E et 6,30m de S	55		lithique	silex	petit nucléus, chauffé ? multipolaire, très frais	47,9	1	néo	1	10	
4	2	à 1,70m de paroi E et à 7m de S	55		céramique	panse	pâte sableuse marron, ép. 12 mm	27,3	3	néo/proto	1	11	
4	2	à 1,70m de paroi E et à 7m de S	55		lithique	silex	petit éclat, grattoir, 1 esquille	20	2		1	12	
4	2	à 1,80m de paroi E et 6,60m depuis le S	55		lithique	silex	nucléus très frais à relier au nucléus du sac 10	109,9	1		1	13	
4	3	à 0,45m de paroi E et 10,40m de S	60		lithique	silex	petit nucléus épuisé, patiné, émoussé	136,6	2	paléo	1	14	
4	3	à 1,80m de paroi E et 11m de S	60		céramique, TC	panse	pâte sableuse marron, 6 mm et terre cuite beige roulée	24	2	néo/proto	1	15	
4	3	à 1,80m de paroi E et 11m de S	60		lithique	silex	gros éclat cortical, patiné, position secondaire ?	63,8	1		1	16	
4	4	à 0,90m de paroi E et 16,70 de S	35		lithique	silex	éclat cortical, très patiné, même état de surface que l'éclat du sac 3	10,4	1		1	17	
4	4	à 0,85m de paroi E et 16,70 de S	50		lithique	silex	petit éclat cortical, bord ébréché	3	1		1	18	
4	4	à 2m de paroi E et 16,70 de S	50		céramique, TC	panse, fond	mélangé et roulé	46,6	5	ind	1	19	
4	4	à 1,90m de paroi E et à 18,30 de S	50		lithique	silex	grattoir sur éclat cortical, double patine, lustré, frais	29,2	1	néo	1	20	oui
4	4	à 1,10m de paroi E et 16m de S	55		céramique	panse	pâte sableuse, tessons roulé	18,8	2	médiévale	1	21	
4	4	à 1,80m de paroi E et 16m de S	70		céramique	panse	2 tessons	16,1	2	néo	1	22	
4	4	à 1,20m de paroi E et 17m de S	90		lithique	silex	gros éclat, très patiné, nervuré, abrasé, transporté; esquille, patinée	40,6	2		1	23	
4	4	à 2m de paroi W et 15,40m de S	95		lithique	silex	fragment de lame, assez patiné, enlèvement burinant	2	1		1	24	
4	4	à 1m de paroi W et 17m de S	110		lithique	silex	fragment distal, éclat, assez frais	0,9	1		1	25	
4	4	à 0,20m de paroi E et 18,20m de S	110		lithique	silex	fragment proximal, patiné, frais, éclat laminaire, retouche possible, outil	3,5	1		1	26	
6		au Sud de M1		M1	céramique	panse	pâte grise et beige	30,2	4	XIII-XVe	2	27	
6		au Sud de M1		M1	lithique	silex	fragment mésial, éclat cortical	26,6	2		2	28	
6		au Sud de M1		M1	faune	os	diaphyse	18,5	2	XIII-XVe	2	29	
6		au Sud de M1		M1	fer	scorie	déchets de métallurgie	73,8	1	XIII-XVe	2	30	
6		M1 angle sud	40	M1	céramique	fond, panses	fond fin, pâte orangée, ép.5 mm	16,8	3	XIII-XVe	2	31	
6		M1		M1	céramique	fond, panses, anses, bord	diverses tessons, pâte blanche, orangée, beige et gris foncé	181,1	16	XIV-XVe	2	32	
6		M1		M1	lithique	silex	éclat cortical	3,5	1		2	33	
6		M1		M1	faune	os	diaphyses	13	3	XIII-XVe	2	34	
6		M1		M1	fer	scories, clous, outil	fragment de lame de serpette, clou de maréchalerie	435,7	6	XIII-XVe	2	35	
6		Ext 4 W M1	30	M1	céramique	fond, panses	divers fragments dont bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe	179,8	11	XIve	2	36	oui
6		Ext 4 W M1	30	M1	TC	x	orangée, roulée, ép. 2,5 cm	169,6	3	XIV-XVe	2	37	
6		Ext 4 W M1	30	M1	faune	os	diaphyses	57,7	6	XIII-XIve	2	38	
6		Ext 5 W	40	M1	céramique	fonds, panses	divers recipients	48,8	5	XIII-XIve	2	39	
6		Ext 5 W	40	M1	faune	os	diaphyse fragmentaire	7,3	1	XIII-XIve	2	40	
6		Ext 5 W	40	M1	TC	x	fragments	166,5	2	XIII-XIve	2	41	
6		Ext 3 Sud	40	M1	céramique, TC	panses	fine, ép.3 cm, glaçure plombifère	38	4	XIV-XVe	2	42	
6		EXT Est M1	30	M1	lithique	silex	éclat, éclat cortical	27	2	XIII-XIve	2	43	
6		EXT Est M1	30	M1	céramique	bords, panses	avec glaçure plombifère	63,2	7	XIII-XIve	2	44	
6		EXT Est M2	30	M1	fer	clou	clou	8,6	1	XIII-XIve	2	45	
6		Ext 2 Est	30	M1	céramique	panses	pâte orangé à beige, claire et fine, ép. 5 à 6 mm	29,8	3	XIV-XVe	2	46	
6		Ext 2 Est		M1	fer	clou	tête ronde	8,6	1		2	47	
6		Ext 2 Est	30	M1	lithique	silex	éclats	15,9	2		2	48	
6		Ext 2 Est	30	M1	céramique	anses, panses, bord	lot mélangé	116,8	11	XIII-XVIIIe	2	49	
6		Ext 2 Est	30	M1	TC	x	fragments	45,9	3	médiévale	2	50	
6		Ext 2 Est	30	M1	fer	clou, outil	fragment de lame d'outil agricole	58,4	2	XIII-XVIIIe	2	51	
6		Ext 2 Est	40	M1	céramique	bord	bord droit, pâte sableuse	9,8	1	XIII-XIve	2	52	
6		Ext 2 Est	40	M1	TC	x	orangé	168,9	2		2	53	
6		Ext Est angle Sud		M1	céramique	anse	préhension	36,9	1	XIII-XIve	2	54	
6			80	8	TC	fragment	orangé, ép.2 cm et 1 de tegula, ép.4 cm, position secondaire	509,4	4	ind	2	55	
6		Epierrment n°3			céramique	fond, bord	fragment de fond, pâte mixte et bord à lèvre à profil carré	35,8	3	XIV-XVe	2	56	
6		Epierrment n°3			TC	x	fragments	200	3		2	57	
6		Epierrment n°3			faune	os	diaphyse macrofaune	83,7	1	ind	2	58	
6		ST 7 comblement	80 à 88	7	céramique	panse	pâte gris foncée,cuissou réductrice, épaisseur 6 mm	4,3	1	néo/proto	2	59	
7	2	à 0,60 m de paroi W et 6,10 m du N	50		lithique	silex	éclats corticaux, moins frais, patiné, burin sur coche, 2 états de surface	19,5	2		1	60	
7	2	à 10 cm de paroi W et 9,10 m du N	60		lithique	silex	éclat cortical outrepassé, très frais, percussion dur, nucléus bipolaire, présence de carbonates (froid)	49,8	1	paléo ?	1	61	
7	2	à 1,60 m de paroi W et à 5,80 m du N	80		lithique	silex	éclat cortical, assez frais	2,9	1		1	62	
7	3		35		céramique	panses	tesson	17,6	2	ind	1	63	
7	3		35		lithique	silex	petit éclat cortical, très frais	6,8	1		1	64	
7	3		35		TC	x	orangée, roulée	42,2	1	ind	1	65	
11	3		30		céramique	panse, anse	anse avec glaçure plombifère	40,5	2	XIII-XIve	1	66	
11	3		30		TC	tuile	canal orangé	74,9	1	XIII-XIve	1	67	
11	3		30		fer	clou	tête carrée	9,1	1	XIII-XIve	1	68	
12	1		20		céramique	panses	fragment avec glaçure	24,4	2	moderne	1	69	
12	1	ST 4	60	4	lithique	silex	éclat, éclat cortical, très frais	15,5	2	néo	1	70	

12	1	ST 4 comblement	65	4	lithique	silex	éclats corticaux, très frais	19,8	2	néo	1	71
12	1	ST 4 comblement 1/2 N	70	4	lithique	silex	lame entière, percussion tendre, traces d'utilisation	15,9	1	néo	1	72
12	1	ST 4 comblement 1/2 S		4	lithique	silex	2 éclats non corticaux, 1 distale de lame, très frais, peu patiné	12	3	néo	1	73
14	2		45		céramique	panse	vernissé	2,4	1	moderne	1	74
14	2		45		TC	x	fragments	20,6	1	moderne	1	75
14	2		45		fer	clou	clou	29,3	1	moderne	1	76
14	3		30		verre	x	éclat	2,6	1	contemp	1	77
14		ST 1 fouille manuelle 1/2 N		1	céramique	bord, panse	paté sableuse, rebord de jatte, pièce massive, grand récipient	74,5	2	XIII-XIVe	2	78
14		ST 1 fouille manuelle 1/2 S		1	céramique	panses	pates beige orangé et brun clair, fortement micacées	7	2	XIII-XVe	2	79
15	1	à 1 m de paroi W et 1,50 m de N	40		lithique	silex	éclats corticaux dont 1 utilisé en pierre à fusil, nombreuses retouches	17,2	2	ind	1	80
15	1	à 1 m de paroi W et 1,50 m de N	40		céramique	panses	tesson avec glasure plombifère et élément plus tardif	35,8	8	XV-XVIe	1	81
15	1	à 1 m de paroi W et 1,50 m de N	40		TC	x	fragments	99,7	3	ind	1	82
15	1	à 1 m de paroi W et 1,50 m de N	40		fer	score, clou, autre	plaque, clou à tête ronde	272,1	4	médiévale	1	83
15	1	à 1 m de paroi W et 1,50 m de N	40		verre	x	éclat	3,9	1	moderne	1	84
15	1	à 1 m de paroi W et 1,10 m de N	55		céramique	bord, fond, panse	divers récipients	70,4	5	médiévale	1	85
15	1	à 1 m de paroi W et 1,10 m de N	55		lithique	silex	fragment distal ? cortical	19,1	1		1	86
15	1		75		céramique	panse	tesson	9,5	1	ind	1	87
15	1		75		lithique	silex	éclat laminaire, 2 éclats	9,5	1	ind	1	88
15	1		75		TC	x	fragments	30,6	3	ind	1	88
15	2		110		céramique	panse	tessons	58,9	8	néo/proto	1	89
15	2		110		lithique	silex	éclats corticaux, très frais	26,4	4	néo	1	90
15	4		50		céramique	panses	diverses productions dont tesson fin à glasure plombifère, ep. 3 mm	16,1	5	XIII-XIVe	1	91
15	4		50		lithique	silex	petit éclat brûlé, grattoir, bonne état	9,2	1	néo	1	92
15	4		50		TC	x	fragments orangés	28,9	3		1	93
15	5		70		céramique	panses	fragment de col de pichet à décor glazuré, filiation auberoche	44,4	5	XIII-XIVe	1	94
15	5		70		lithique	silex	grattoir sur éclat cortical, étranglement latérale pour emmanchement, traces de rouille, lame, éclat	125,7	4	néo	1	95
15	4		95		céramique	panse	lot hétérogène	55,9	5	néo /XIII-XVe	1	96
15	4		95		lithique	silex	éclats corticaux	26,2	2		1	97
15	4		95		TC	x	fragments	16,4	1		1	98
15	4		120		céramique	panse	pâte gris foncée, cuisson réductrice, post-cuisson oxydante, ep. 5 mm	4,8	1	néo	1	99
15	4		120		lithique	silex	lame, racloir, déchets de taille, plusieurs patines, différents états de surface	36,8	2	paléo sup ou moyen	1	100
15	5		50		céramique	panses	tessons	22,7	3	XIII-XIVe	1	101
15	5		50		TC	x	fragments	51,4	1	XIII-XIVe	1	102
15	5		50		verre	x	éclat	0,6	1	contemp	1	103
15	5		65		céramique	bord, panse	rebord plat, lèvre en poulie, pot culinaire	60,5	6	XIII-XIVe	1	104
15	5		65		lithique	silex	nucléus, petit éclat, silex calcedonien, nucléus bipolaire	141,7	2	néo	1	105
15	5		85		céramique	panse	pâte sableuse beige,	9,5	1	néo/proto	1	106
15	5		85		lithique	silex	éclat, patiné mais frais, pierre à fusil	7,6	1	ind	1	107
15	5		125		lithique	silex	distale de lame sous crête, très frais	26,1	1		1	108
17	2	sur le toit des limons gris	30		céramique	panse	tessons	14,3	3	néo	1	109
17	2	sur le toit des limons gris	30		lithique	silex	lame entière, percussion tendre, sénoblong, bord utilisé, outil	36	1		1	110
17	4		30		céramique	panse	beige, cuisson réductrice	10,9	1		1	111
17	4		30		lithique	silex	éclat cortical, silex calcedonien	38,4	1		1	112
18	3	ST 6 dans comblement	70		lithique	silex	uniface, moustérien, patiné, galet de rivière, éclat cortical	150,7	2	paléo moyen	2	113
19	1		55 à 85		céramique	bord, fond, panse, anse, décor	cassé en 3, orangé, ep. 6 mm	12,4	1	ind	1	114
19	1		55 à 85		lithique	silex	bord glazuré à profil triangulaire et rebord à lèvre amincie pour couvercle	203,7	18	XIII-XIVe	1	115
19	1		55 à 85		TC	x	éclats corticaux, esquille, pièce assez patinée, débitage sur enclume; éclat patiné, ébréché	30,7	3		1	116
19	1		55 à 85		fer	score	fragments	87,9	2	XIII-XIVe	1	117
19	1		55 à 85		os	macrofaune	déchet de métallurgie	135,6	6	XIII-XIVe	1	118
19	1		55 à 85		faune	os	macrofaune	51,1	2		1	119
19	1		90		céramique	bord, fond, panse	mélangé, tesson vernis plombifère, fond micacée antique, tesson néo	42,7	7	med/ néo	1	120
19	1		90		lithique	silex	racloir, lamelle, diverses patines et état de surface	79,9	8	paléo sup et moyen	1	121
19	1		90		TC	x	roulé	54,7	2	ind	1	122
19	1		105 à 120		céramique	panses	mélangé, beige, c réductrice, vaculaire, néo; orangé micacée, antique	95,5	10	antique/néo	1	123
19	1		105 à 120		lithique	silex	éclats corticaux, dont 1 brûlé, 1 lame, talon faceté, très frais	10,1	2		1	124
19	1		130		céramique	panse	cuisson réductrice, micacé	4,7	1		1	125
19	1		130		lithique	silex	3 éclats frais, éclats corticaux, lame outrepassée, percussion dure	187,4	5	néo	1	126
19	2		30 à 50		céramique	bord, fond, panses	divers récipients	84,6	9	XIII-XIVe	1	127
19	2		30 à 50		lithique	silex	éclats corticaux	24,6	2		1	128
19	2		30 à 50		TC	x	fragments	19,6	2	XIII-XIVe	1	129
19	2		30 à 50		fer	clous	divers clous	38,9	2		1	130
19	2		30 à 50		verre	x	orcelle, balsamaire	6,5	2	XIII-XIVe	1	131
19	2		55 à 70		céramique	bord, fond, panse, anse	bord de jatte, lot de diverses époques, decor peint et incisé	191,2	21	proto/XIII-XIVe	1	132
19	2		55 à 70		lithique	silex	esquille, éclat cortical, assez frais	4,7	2		1	133
19	2		55 à 70		TC	x	fragments	22,7	2		1	134
19	2		55 à 70		fer	clou, scorie	outil, déchets de métallurgie	12,3	2		1	135
19	2		55 à 70		faune	os	macrofaune	8,5	2		1	136
19	2		75 à 90		céramique	bord, panse, décor	bord de jatte, décor incisé sur les 2 faces et tessons néo	250,9	9	néo/XIII-XIVe	1	137
19	2		75 à 90		lithique	silex	éclat cortical, sénoblong, frais	11,8	1		1	138
19	2		75 à 90		fer	score	déchet de métallurgie	9,4	1	ind	1	139
19	2		105 à 120		céramique	panses	divers tessons, pâte sableuse, marron, vaculaire, cuisson réductrice	81,2	8	néo/proto	1	140
19	2		105 à 120		lithique	silex	nucléus à lamelle dont 1 réemploi en percuteur, concrétions sur certaines pièces (froid), lot mélangé, retouché	256,23	9	paléo sup probable	1	141
19	3		30 à 50		céramique	panses	tessons	36,6	4	XIII-XVe	1	142
19	3		30 à 50		lithique	silex	éclats corticaux brûlés, légère patine, traces de charriage; nucléus sur éclat, traces d'utilisation, 2 lames fragmentaires	191,55	8		1	143
19	3		30 à 50		fer	score	déchet de métallurgie	84,7	1		1	144
19	3		30 à 50		faune	os	macrofaune	4,7	9		1	145
19	3		50 à 75		céramique	bord, panses, décor	lot hétérogène, décor à la mollette, lèvre glazurée moderne	131,6	17	néo-moderne	1	146
19	3		50 à 75		lithique	silex	casson brûlé, 2 éclats, frais	10,2	3		1	147

19	3		50 à 75		TC	x	fragments	119,7	3		1	148
19	3		50 à 75		fer	scorie, clous	déchets de métallurgie, clous	24,8	4		1	149
19	3		50 à 75		faune	os	diaphyse macrofaune	11	4		1	150
19	3		100		céramique	fond, panses	pâte sableuse, brune à beige clair, ép. 8 mm	22,4	7	néo/proto	1	151
19	3		100		lithique	silex	éclats corticaux, éclat chauffé, unipolaire; fragment de lame avec traces de gel, sénoblonde, frais; esquilles	40,2	3		1	152
19	4		40		lithique	silex	éclat	1,9	1	ind	1	153
19	4		40		TC	x	fragment	20,8	1		1	154
19	4		70 à 105		céramique	panse	pâte, sableuse, brune, micacée, ép. 6 mm	14,8	1	néo	1	155
19	4		70 à 105		lithique	silex	éclat laminaire, sénoblonde, percussion dure, éclat cortical, frais	36,9	2		1	156
21	3		30		lithique	silex	lame brûlée, bord retouché	11,4	1		1	157
21	3		40 à 65		céramique	panse	tesson	6,9	1	néo	1	158
21	3		40 à 65		lithique	silex	nucléus, débitage multipolaire, position secondaire	514,8	2		1	159
21	4		55		lithique	silex	éclat distal de lame, très frais	3,4	1	néo	1	160
21	4	ST 5	70	5	céramique	panse	tessons	2,8	2		2	161
21	4	paroi Est proche ST 5 dans argile orangé	90		lithique	silex	lame corticale, patinée, talon faceté, percussion dure	31,8	1		2	162
21	4	ST 5	100	5	céramique	panse	tesson	4,7	1		2	163
21	4	ST 5	100	5	lithique	silex	éclat cortical, esquille	1,5	1		2	164
21	4	ST 5	140	5	céramique	fond, panses	pâte sableuse, brune, vacuolaire, ép. 5 mm	34,1	5	néo	2	165
22	3		30		céramique	panse	tessons	21,3	3	ind	1	166
22	3		30		lithique	silex	éclats corticaux, 1 coche, 2 éclats, assez frais	24,6	2		1	167
22	3		50		lithique	silex	éclat, éclat cortical, percussion dure, peu patiné	37,8	2		1	168
22	4		30		céramique	panse	tesson	13	1	ind	1	169
22	4		30		lithique	silex	éclat cortical, a chauffé	20,8	1		1	170
22	4		50		lithique	silex	grattoir sur éclat, frais; pseudo lame; casson; fragment de lame	122,2	4	néo	1	171
14		1 m dans argile sableuse blanche		9	prélèvement	sédiment charbonneux	prélèvement	122,9	1	x	2	172
17		ST 6	80	6	prélèvement	charbons	prélèvement	27,4	1	x	2	173
21		ST 5 dans comblement	155	5	prélèvement	charbons	prélèvement	205,7	1	x	2	174
6		ST 7 F, manuel 1/2 E		7	prélèvement	charbons	prélèvement	3875	1	x	2	175
6		ST 7 F, manuel 1/2 W		7	prélèvement	charbons	prélèvement	4320	1	x	2	176
6		décapage M1	30 à 40		céramique	panse, anse	divers récipients	30	3	XIII-XVe	2	177
6		décapage M2	30 à 40		fer	plaque	petite plaque rectangulaire perforée aux angles	2	1	XIII-XVe	2	178

ANNEXE 7 : ILLUSTRATIONS PHOTOGRAPHIQUES DU MOBILIER



Figure 33 : TR 4 - grattoir sur éclat cortical, néolithique, voir p.56. n°20

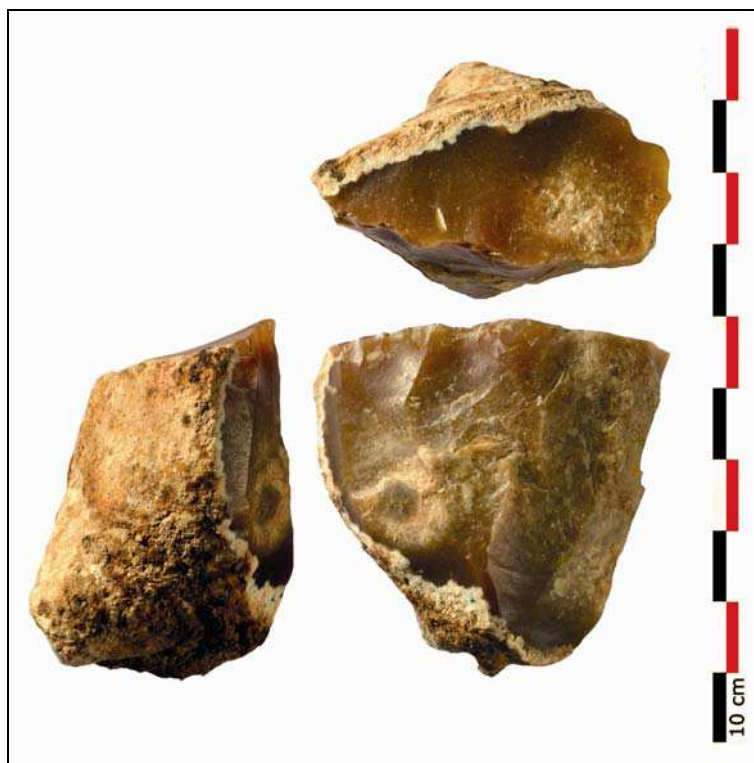


Figure 34 : TR 19 - nucléus à lamelle avec retouche, Paléolithique Supérieur probable voir p. 57 n° 141

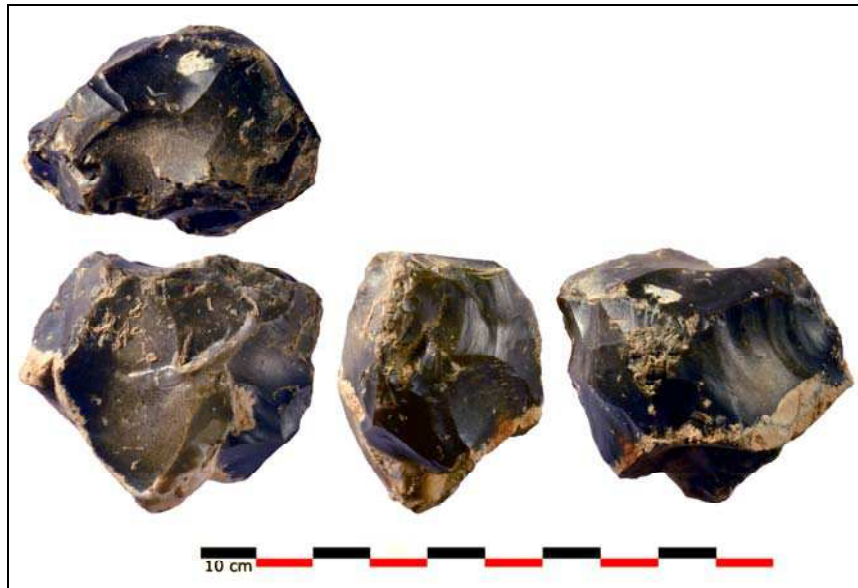


Figure 35 : TR 19 - nucléus à lamelle dont 1 réemploi en percuteur, Paléolithique Supérieur probable voir p.57 n°141

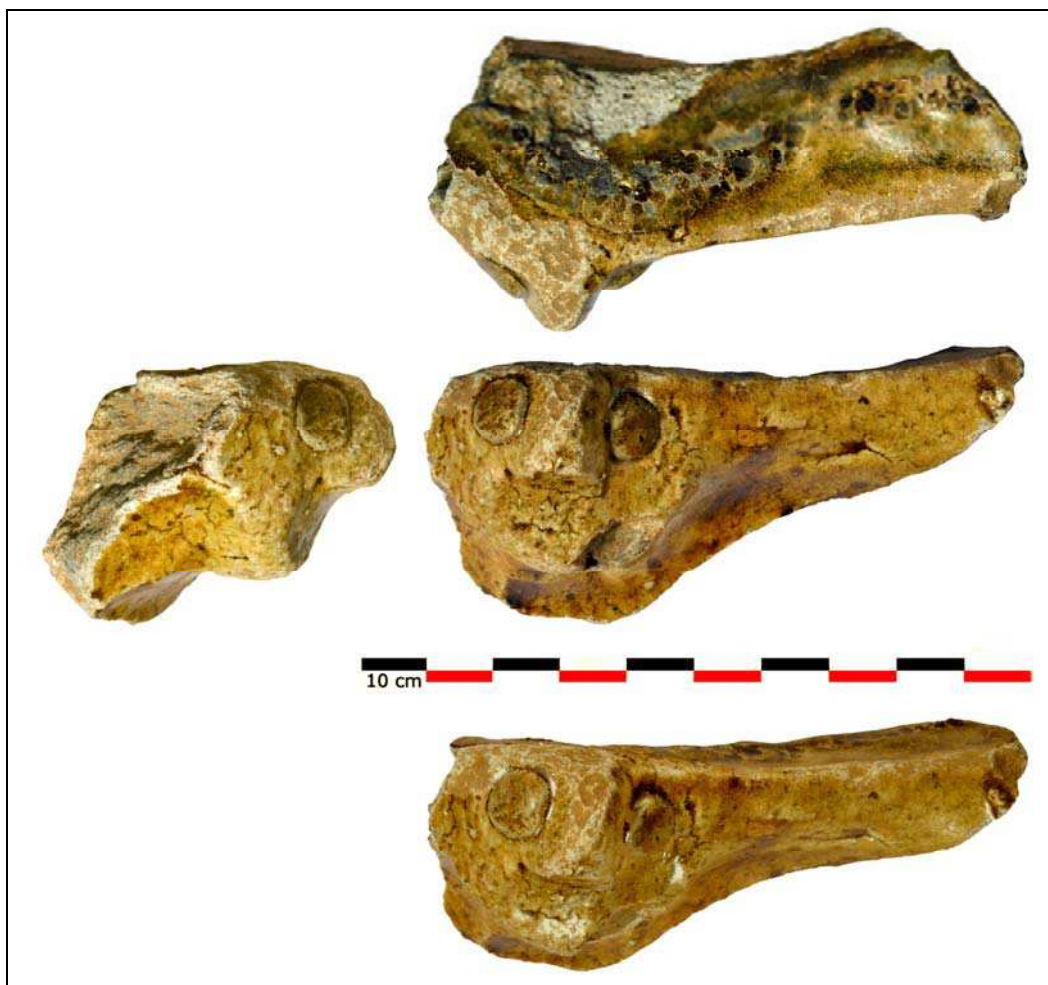


Figure 36 : TR 6 - bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe - XIV siècle - voir p. 56 n°36



Figure 37 : TR 19 - bord de jatte, décor incisé sur les 2 faces
- XIIIe-XIVe siècle - voir p. 56 n°137

ANNEXE 8 : Table des figures et des illustrations photographiques du mobilier

Figure de couverture : TR 6, M 1, 2, 3 ; TR12, ST4 ;
grattoir sur éclat néolithique ; rebord de mortier médiéval XIVe s

Figure 1 : sondage 14, structure 1 p.5

Figure 2 : sondage géotechnique et décalage de la tranchée 16 p.6

Figure 3 : extrait de la carte IGN au 1/25 000^e et localisation du projet p.7

Figure 4 : extrait de la carte géologique de Terrasson au 1 : 50 000 p.8

Figure 5 : implantation des sondages archéologiques p.10

Figure 6 : sondage 6, fondations M1, M2, M3 p.11

Figure 7 : sondage 6, schéma du levé des structures M 1, 2, 3 et 8 p.12

Figure 8 : sondage 6, fondation M1 p.13

Figure 9 : sondage 6, fondation M2 p.13

Figure 10 : sondage 6, fondation M3 p.13

Figure 11 : sondage 6, structure 7, moitié ouest p.14

Figure 12 : sondage 6, structure 7, fond p.14

Figure 13 : sondage 6, vue est, structure 8 p.15

Figure 14 : sondage 14, structure 1 p.15

Figure 15 : sondage 14, structure 1, moitié sud, p.15

Figure 16 : sondage 14, structure 1, relevé au 1/20 p.16

Figure 17 : sondage 14, structure 9 p.16

Figure 18 : sondage 14, structure 9 et 1 p.16

Figure 19 : sondage 13, structure 2 p.17

Figure 20 : sondage 13, structure 2, moitié nord p.17

Figure 21 : sondage 11, structure 3 p.17

Figure 22 : sondage 11, fond de structure 3 p.17

Figure 23 : sondage 11, structure 3, relevé au 1/10^e p.18

Figure 24 : sondage 12, structure 4 p.18

Figure 25 : sondage 12, structure 4, extension ouest p.19

Figure 26 : sondage 12, structure 4, coupe ouest-est p.19

Figure 27 : sondage 12, structure 4, relevé au 1/20^e **p.20**

Figure 28 : sondage 21, structure 5, fragments de céramique à - 1 m 40 **p.21**

Figure 29 : sondage 21, structure 5, relevé simplifié au 1/20^e **p.22**

Figure 30 : sondage 21, structure 5, à - 2 m 20 **p.22**

Figure 31 : sondage 17, structure 6, apparition à - 60 cm **p.24**

Figure 32 : sondage 17, structure 6, moitié nord **p.24**

Figure 33 : TR 4 - grattoir sur éclat cortical, néolithique, voir p.56. n°20 **p.59**

Figure 34 : TR 19 - nucléus à lamelle avec retouche, Paléolithique Supérieur probable
voir p. 57 n° 141 **p.59**

Figure 35 : TR 19 - nucléus à lamelle dont 1 réemploi en percuteur, Paléolithique
Supérieur probable voir p.57 n°141 **p.60**

Figure 36 : TR 6 - bord de mortier vernissé à décor anthropomorphe
- XIV siècle - voir p. 56 n°36 **p.60**

Figure 37 : TR 19 - bord de jatte, décor incisé sur les 2 faces
- XIIIe-XIVe siècle - voir p. 56 n°137 **p.61**

ANNEXE 9 - DIAG - Montignac - rue du Barry - parking P2

Inventaire des structures

N°opération 026483

STRUCTURE	TRANCHEE	IDENTIFICATION	DATATION
1	14	trou de poteau	milieu XIIIe - XIVe s
2	13	fond de trou de poteau	indéterminée
3	11	fond de trou de poteau	indéterminée
4	12	grande fosse	néolithique récent ou final
5	21	grande fosse	néolithique récent ou final
6	17	chablis	indéterminée
7	6	poche argileuse non anthropique	indéterminée
8	6	tranchée de démolition	moderne
9	14	dépression naturelle	indéterminée
M 1	6	fondation	milieu XIIIe - XVe s
M 2	6	fondation	milieu XIIIe - XVe s
M 3	6	fondation	milieu XIIIe - XVe s

ANNEXE 12

Centre international de l'art pariétal «Lascaux IV»

*Étude réglementaire
Étude d'impact au titre du Code de l'Environnement*

Rapport – juillet 2013

CENTRE INTERNATIONAL D'ART PARIETAL MONTIGNAC LASCAUX (CIAPML)

**Etude réglementaire
Rapport d'Etude d'impact au titre du Code de l'Environnement**

Juillet 2013

Conseil Général de la Dordogne

La présente étude d'impact a été élaborée par le bureau d'études ALTO Ingénierie dont les coordonnées sont les suivantes :



ALTO Ingénierie

Bâtiment ALTO'Sphère

1 Avenue du Gué Langlois - Marne-La-Vallée

77600 BUSSY-SAINT-MARTIN

Tél. 01 64 68 18 50 – Fax 01 64 68 17 29

Marie-Laure Villesuzanne - chargée de projets, Communauté de Communes de la Vallée de la Vézère
Mylène Martinez Pestourie - architecte, chargée d'études, Agence Technique Départementale de la Dordogne
Frédéric Ehrhardt - chargé de mission, EPIDOR
Pierre-Yves Guernion - responsable d'études, AIRAQ
Sandra Marsault - urbaniste, Agence URBAM
Frank D. Kristiansen - architecte, SNØHETTA
Duncan Lewis - architecte, Duncan Lewis
Loïc Andorin - chef de projet, Khephren Ingénierie
Jennyfer Carreau - économiste, VPEAS
Sophie Leblanc - chargée d'études, ETEN Environnement
Guillaume Moreau - chargé d'études, ETEN Environnement
Anthony Delpit - chargé d'études, ETEN Environnement
Dominique Kraetz - ingénieur, chef de projet, ALTO Ingénierie
Guillaume Cosnefroy - ingénieur VRD, chargé de projet, ALTO Ingénierie
Julie Maillet - ingénieur, chargée d'études, ALTO Ingénierie

Les rédacteurs de cette étude sont :

Sophie Doiret - urbaniste, chargée d'études, ALTO Ingénierie
Benjamin Chevalier - ingénieur, chargé d'études, ALTO Ingénierie

Ils ont été aidés dans la réalisation de l'étude d'impact par :

Christophe Varaillon - directeur des bâtiments départementaux, Conseil Général de la Dordogne
David Lambert - direction des bâtiments départementaux, Conseil Général de la Dordogne
Isabelle Albrand - direction des routes et du patrimoine paysager, Conseil Général de la Dordogne
Joëlle Lagorce - direction des routes et du patrimoine paysager, Conseil Général de la Dordogne
Jean-Claude Truffy - direction des routes et du patrimoine paysager, Conseil Général de la Dordogne
Eric Mouillac - direction des routes et du patrimoine paysager, Conseil Général de la Dordogne
Philippe Jeantaud - directeur général des services, Ville de Montignac

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	6
1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET	7
2. DONNEES DE CADRAGE GENERAL	9
3. CADRE REGLEMENTAIRE	15
I – ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT	18
1. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE	20
1.1 Climatologie	20
1.2 Topographie	23
1.3 Géologie & Géomorphologie	25
1.4 Hydrogéologie	30
1.5 Hydrologie	33
1.6 Etat des masses d'eaux	36
1.7 Usage des masses d'eaux	40
1.8 Documents cadres de gestion des eaux	44
2. ENVIRONNEMENT NATUREL	47
2.1 Périmètres réglementaires	47
2.2 Habitats naturels	51
2.3 Flore	55
2.4 Faune	55
3. PATRIMOINE ET PAYSAGE	60
3.1 Patrimoine	60
3.2 Paysage	68
4. ENVIRONNEMENT HUMAIN	75
4.1 Démographie	75
4.2 Economie - Généralités	77
4.3 Economie - Agriculture	81
4.4 Economie - Tourisme	82
4.5 Habitat et équipements	84
4.6 Réseaux et déplacements	86
4.7 Réseaux secs	94
4.8 Réseaux d'assainissement	99
4.9 Documents d'urbanisme	101
4.10 Contraintes	111
5. RISQUES, NUISANCES ET POLLUTIONS	113

5.1 Risques naturels	113
5.2 Risques technologiques	118
5.3 Nuisances acoustiques	119
5.4 Pollutions atmosphériques	122
5.5 Pollution des sols	123
5.6 Pollution des masses d'eaux	126
5.7 Gestion des déchets	127
6. SYNTHESE DES ENJEUX	129

II – JUSTIFICATION ET PRESENTATION DU PROJET RETENU ET DES VARIANTES ENVISAGEES

1. OBJECTIFS DU PROJET DU CIAPML	138
1.1 Sanctuariser la Colline de Lascaux	138
1.2 Faire comprendre l'Art Pariétal par une expérience multi-sensorielle innovante	138
1.3 Promouvoir et structurer l'offre culturelle de la Dordogne	139
2. JUSTIFICATION DE LA NECESSITE DU CIAPML	139
2.1 Localisation et périmètre du projet	139
2.2 Implantation du projet	142
3. CHOIX DU PROJET	143
3.1 Les critères du concours	143
3.2 Présentation des propositions formulées par les quatre équipes concurrentes	143
3.3 Résultats du concours	148
4. PRESENTATION DU PROJET RETENU ET DES VARIANTES ENVISAGEES	151
4.1 Parti architectural	151
4.2 Parti paysager	154
4.3 Programme et occupation des niveaux	158
4.4 Précis technique	160
4.5 Aménagements urbains	166
5. CADRAGE ENVIRONNEMENTAL	173
5.1 Gestion des eaux pluviales	173
5.2 Gestion des déblais et des remblais	173
5.3 Réglementation thermique	173
5.4 Gestion des déchets	174
5.5 Certification	174

6.	PHASAGE DU PROJET.....	175
----	------------------------	-----

III – ANALYSE DES EFFETS NEGATIFS ET POSITIFS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET PRESENTATION DES MESURES ASSOCIEES 176

1.	PHASAGE ET ORGANISATION DU CHANTIER.....	177
2.	IMPACTS ET MESURES LIES A LA PHASE DE CHANTIER	184
2.1	Analyse des effets sur le milieu physique et présentation des mesures associées	184
2.2	Analyse des effets sur le milieu naturel et présentation des mesures associées	187
2.3	Analyse des effets sur le patrimoine et le paysage et présentation des mesures associées	191
2.4	Analyse des effets sur le milieu humain et présentation des mesures associées	192
2.5	Analyse des effets sur les risques, nuisances et pollutions et présentation des mesures associées	193
2.6	Analyse des effets sur la sécurité, la salubrité et la santé publique et présentation des mesures associées	196
3.	IMPACTS ET MESURES LIES A LA PHASE D'EXPLOITATION	200
3.1	Analyse des effets sur le milieu physique et présentation des mesures associées	200
3.2	Analyse des effets sur le milieu naturel et présentation des mesures associées	204
3.3	Analyse des effets sur le patrimoine et le paysage et présentation des mesures associées	205
3.4	Analyse des effets sur le milieu humain et présentation des mesures associées	206
3.5	Analyse des effets sur les risques, nuisances et pollutions et présentation des mesures associées	208
3.6	Analyse des effets sur la sécurité, la salubrité et la santé publique et présentation des mesures associées	210
4.	SYNTHESE DES IMPACTS	213
4.1	Environnement physique	213
4.2	Environnement naturel	216
4.3	Patrimoine et paysage	217
4.4	Environnement humain	218

4.5	Risques, nuisances et pollutions	220
4.6	Sécurité, salubrité et santé publique	223
5.	DESCRIPTION DES MESURES	225
5.1	Mesures mises en œuvre durant la phase de travaux.....	225
5.2	Mesures mises en œuvre durant la phase d'exploitation	225

IV – ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS..... 226

1.	PROJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UN DOCUMENT D'INCIDENCE ET D'UNE ENQUETE PUBLIQUE.....	227
2.	PROJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UNE ETUDE D'IMPACT ET POUR LESQUELS UN AVIS DE L'AUTORITE ADMINISTRATIVE DE L'ETAT A ETE RENDU	227

V – ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS DES NUISANCES ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE 229

1.	COUTS COLLECTIFS DES NUISANCES LIEES AU PROJET	230
1.1	Nuisances sonores.....	230
1.2	Pollution atmosphérique.....	231
1.3	Effet de serre.....	232
1.4	Bilan énergétique	232
2.	AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE	233
2.1	Création d'infrastructures publiques	233
2.2	Requalification des voiries	233
2.3	Retombées économiques	233
2.4	Autres avantages	233

VI – COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS CADRES..... 234

1.	COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS CADRES DE GESTION DES EAUX	235
1.1	Compatibilité avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Adour-Garonne 2010-2015	235
1.2	Compatibilité avec l'U.H.R « Vézère »	236

1.3	Compatibilité avec le Schéma départemental des rivières de la Dordogne	237
1.4	Compatibilité avec le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vézère Corrèze	237
1.5	Compatibilité avec le Plan de Gestion d'Etiage (PGE) Dordogne Vézère	237
1.6	Compatibilité avec le Schéma Départemental de l'Eau Potable (SDEP) de la Dordogne	237
1.7	Compatibilité avec la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)	238
2.	COMPATIBILITE AVEC LE SITE NATURA 2000 LA VEZERE	238
3.	COMPATIBILITE AVEC LE PLAN LOCAL DE L'URBANISME (PLU) DE MONTIGNAC	239
4.	COMPATIBILITE AVEC LE PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION (PPRI)	239
5.	COMPATIBILITE AVEC LES SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE	239
5.1	Compatibilité avec les monuments historiques	239
5.2	Compatibilité avec les sites inscrits et classés « Colline de Lascaux »	239
5.3	Compatibilité avec la Protection de la source de la Fageotte	240

VII – PRESENTATION DES METHODES UTILISEES POUR ETABLIR L'ETAT INITIAL ET EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT.....241

1.	ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT	242
1.1	Portée de la méthode d'évaluation	242
1.2	Contenu de l'analyse de la méthode d'évaluation	242
2.	APPLICATION DE LA METHODE D'EVALUATION AU PROJET DU CIAPML	243
2.1	Délimitation du périmètre d'étude	243
2.2	Rôle majeur de la concertation	243
2.3	Première phase : Recueil de données	243
2.4	Deuxième phase : Identification des enjeux environnementaux	248
2.5	Troisième phase : Analyse des effets	249
2.6	Quatrième phase : Analyse des effets cumulés	250
2.7	Cinquième phase : Analyse de la méthode d'évaluation conduisant à la solution d'aménagement retenue	250

3.	DIFFICULTES EVENTUELLES RENCONTREES	251
----	---	-----

VIII – TABLE DES FIGURES.....252

IX – ANNEXES258

1.	ANNEXE I : REPONSE DE LA DREAL SUITE A LA DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS	259
2.	ANNEXE II : LISTE DES OISEAUX IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE	260
3.	ANNEXE III : LISTE DES REPTILES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE	262
4.	ANNEXE IV : LISTE DES AMPHIBIENS IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE	263
5.	ANNEXE V : LISTE DES MAMMIFERES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE	264
6.	ANNEXE VI : LISTE DES INSECTES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE	265
7.	ANNEXE VII : RENDEMENTS EPURATOIRES SUR LES REJETS D'EAUX PLUVIALES DES BASSINS DE RETENTION EN PHASE D'EXPLOITATION	266
8.	ANNEXE VIII : COMPTAGES ROUTIERS AU SUD DU CIAPML	267

PREAMBULE

1. CONTEXTE GENERAL DU PROJET

Le présent document constitue l'étude d'impact jointe aux dossiers de demandes de permis de construire et de permis d'aménager ainsi qu'à la demande d'autorisation de défrichement du projet de Centre International de l'Art Pariétal Montignac Lascaux (CIAPML) à Montignac.

Engagés par une convention d'application du contrat de Plan Etat-Région 1994-1999, signée en 1997, l'Etat (Ministère de la Culture, de l'Education Nationale et du Tourisme), la Région Aquitaine et le Département de la Dordogne se sont accordés en vue de la valorisation des ressources culturelles, touristiques et patrimoniales de la Vallée de la Vézère. Cette accord a donné lieu à la formulation d'une politique commune, organisée au sein du Pôle International de la Préhistoire (PIP) constitué en mars 2002.

Depuis sa création, le PIP s'est attaché à mettre en cohérence et à valoriser le patrimoine de la Vallée de la Vézère, par la mise en place d'un programme de développement touristique et culturel pour la préhistoire.

A l'occasion de la conclusion du contrat de projet Etat-Région 2007-2013, la reformulation des engagements entre les trois acteurs a conduit à l'approfondissement de cette politique de valorisation par la sauvegarde et la protection de la grotte de Lascaux.

Les trois engagements suivants ont été actés :

- La sanctuarisation de la colline de Lascaux où sont localisés la grotte originelle et le fac-similé "Lascaux II". Ce projet vise à supprimer les parkings situés sur la colline, à limiter les déplacements de véhicules et à protéger le massif forestier et son sous-sol, et par là même la grotte de Lascaux.
- La réalisation d'une exposition internationale itinérante "Lascaux 3" présentée dans les musées du monde entier. Cet espace multimédia immersif, utilisera les technologies numériques les plus avant-gardistes pour présenter cinq reproductions inédites de la grotte.

- La construction au pied de la colline « sacrée » de Lascaux, d'un centre international d'évocation de l'art pariétal ayant vocation à présenter un fac-similé complet de la grotte et à démontrer la diversité de l'art pariétal dans le monde, ainsi que la valeur exceptionnelle des peintures et gravures de Lascaux, tout en combinant haute exigence scientifique et volonté d'accessibilité pour tous les publics.

C'est ce troisième engagement qui est à l'origine de l'émergence du projet du CIAPML.

Désigné maître d'ouvrage de l'opération, le Conseil Général de la Dordogne a missionné, dès mars 2011, Lordculture et le cabinet Sartorio Longueue Sagalovitch et Associé pour réaliser une étude de définition du projet de Centre International d'Art Pariétal de Montignac Lascaux.

La vocation de cette étude a été de fournir aux décideurs les éléments de réflexion et de discussion pour la définition des orientations stratégiques, scientifiques, programmatiques, juridiques et financières du futur centre.

Cette étude est constituée de quatre parties :

- TOME 1 : Dossier de pré-programmation muséographique
- TOME 2 : Dossier de pré-programmation architecturale et fonctionnelle
- TOME 3 : Scénario d'exploitation
- TOME 4 : Dossier juridique

Par convention signée le 23 décembre 2011, l'Agence Technique Départementale de la Dordogne (ATD24) a été missionnée par le Conseil Général de la Dordogne en assistance à maîtrise d'ouvrage pour élaborer un document de programmation architecturale du futur CIAPML en vue de la consultation et du choix des équipes de maîtrise d'œuvre.

Le dossier de programmation architecturale a été complété par celui de la programmation scénographique menée par Monsieur Nicolas ST CYR, missionné en décembre 2011 par le Conseil Général de la Dordogne.

Afin de sanctuariser la colline de Lascaux et de proposer aux visiteurs une immersion simulée dans une « vraie grotte », le projet du CIAPML, d'intérêt général, poursuit des enjeux et ambitions (cf. Programme Architectural – ATD24 – Avril 2012) multiples et complémentaires :

- « *Promouvoir l'image de la grotte de Lascaux, de la Dordogne et de la Région Aquitaine sur la scène touristique et culturelle internationale.*
- *Devenir une référence incontournable en matière de présentation et de diffusion de l'art pariétal au plus grand nombre.*
- *Proposer un discours scientifique rigoureux et une expérience inédite sur Lascaux, l'art pariétal et l'influence de celui-ci sur la construction de la Préhistoire et même sur l'art du XX^{ème} siècle.*
- *Définir les conditions d'une implantation réussie sur le site, le territoire, et en relation avec les autres équipements structurants de la Vallée de la Vézère sur la question de la Préhistoire.*
- *Elaborer un modèle de gestion opérationnelle et financière qui permette l'aboutissement et la pérennisation du projet sur le long terme. »*

L'équipement culturel de 8 180 m² de surface de plancher est susceptible d'accueillir entre 1 500 et 4 000 personnes par jour en période de haute fréquentation, soit une moyenne de 400 000 visiteurs à l'année.

Il est doté de deux aires de stationnement, le parking P1 de 230 places et le parking P2 de 170 places, localisées respectivement en lisière du bourg et à proximité directe du projet le long de la RD704^{E1}.

L'emprise foncière totale du projet est de 8,51 ha.

2. DONNEES DE CADRAGE GENERAL

Cette introduction vise à préciser la localisation du projet à différentes échelles, au vu des cartes IGN et de photographies aériennes.

■ Situation géographique du secteur d'étude

Le site du projet du CIAPML est localisé sur la commune de Montignac-sur-Vézère, dans le département de la Dordogne (Aquitaine) au cœur du Triangle d'Or du Périgord Noir, à 25 km de Sarlat-la-Canéda, 36 km de Brive-la-Gaillarde, 50 km de Périgueux et 187 km de Bordeaux.



Figure 1 - Localisation de Montignac en France (Source : Lordculture, Sartorio-Longueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011)

Chef-lieu du canton de la Dordogne, la commune de Montignac appartient à la Communauté de Communes de la Vallée de la Vézère constituée de 12 communes : Aubas, Faniac, La Chapelle Aubareuil, Les Farges, Montignac, Payzac le Moustier, Plazac, Saint Armand Le Coly, Saint-Léon sur Vézère, Sergeac, Thonac et Valojoux.



Figure 2 - Localisation de Montignac dans le Périgord Noir (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012)

La commune de Montignac couvre une surface de 37,2 km² pour 2 851 habitants (INSEE, 2009). Elle est entourée par les communes d'Aubas, Auriac-sur-Périgord, Faniac, Thonac, Valojoux, La Chapelle-Aubareuil et Saint-Amand-de-Coly. Elle est traversée du Nord-Est au Sud-Ouest par la rivière Vézère.

Porte d'entrée de la Vallée de la Vézère classée au patrimoine mondial de l'UNESCO, Montignac s'impose comme l'une des communes les plus touristiques du Périgord Noir au vu des sites d'exception comme la grotte de Lascaux et le gisement du Régourdou présents sur son territoire.



Figure 3 - Localisation de Montignac dans le Triangle d'Or (Source : Lordculture, Sartorio-Lonqueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011)

La ville est accessible par les autoroutes A89 (sortie n°17) depuis Bordeaux, Lyon et Paris et A20 (sortie n°55) en provenance de Toulouse ainsi que par les départementales RD704, RD706 et RD67. La ville est difficilement accessible en train bien que la gare la plus proche de Condat-Le-Lardin, desservie par la ligne ferroviaire locale, ne se situe qu'à 10 km.

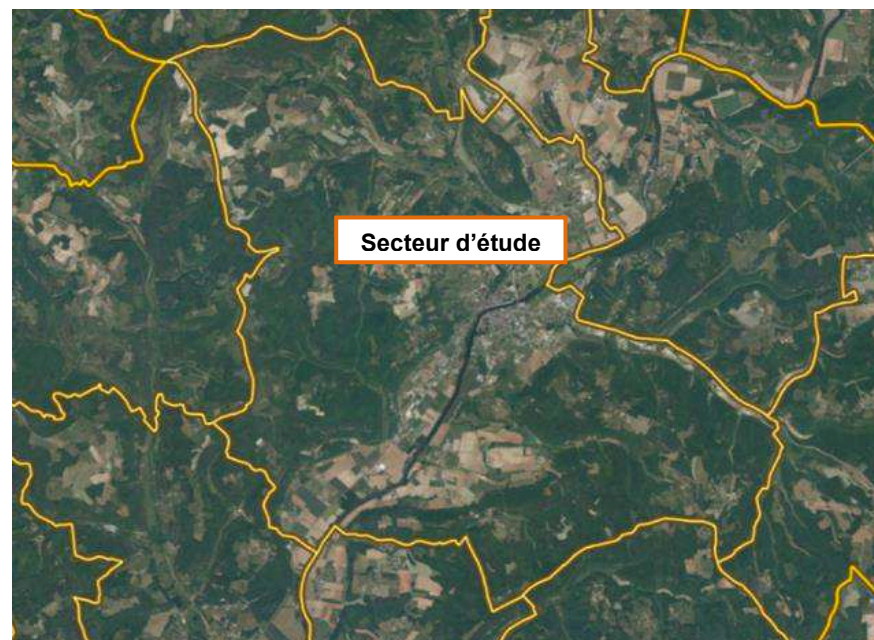


Figure 4 - Situation géographique du secteur d'étude (Source : Géoportail, carte IGN)

■ Situation géographique de la zone du projet

Le site du projet du CIAPML est localisé sur la rive gauche de la Vézère, au pied de la colline de Lascaux, abritant la grotte originale de Lascaux. Le centre-ville de la commune présente un tissu urbain discontinu qui se dédensifie à mesure que l'on s'éloigne de la Vézère.

Situé sur le lieu-dit de « La Béchade », les terrains d'une superficie de 6,8 hectares, ont été récemment acquis par le Conseil Général de la Dordogne. Il s'agit d'anciennes propriétés de la S.C.I Château de Puy Robert et des Epoux Rebières ainsi que d'un tronçon de la route départementale RD704^{E1} (voie communale n°207 de la Grotte dite Route de la Grande Béchade).

Le site est localisé plus précisément en périphérie du bourg aggloméré de la commune, à la jonction entre les zones urbanisées et l'espace naturel protégé de la colline de Lascaux. Cette zone de transition semi-rurale garantie par sa présence la préservation des paysages et des milieux liés à la colline de Lascaux.

A cette zone est associée une section de la rue du Barry, chemin communal ainsi qu'un second site, rétrocédé par la commune de Montignac au Conseil Général de la Dordogne. Ce dernier fera l'objet d'aménagements afin d'accueillir le stationnement induit par le projet de musée.

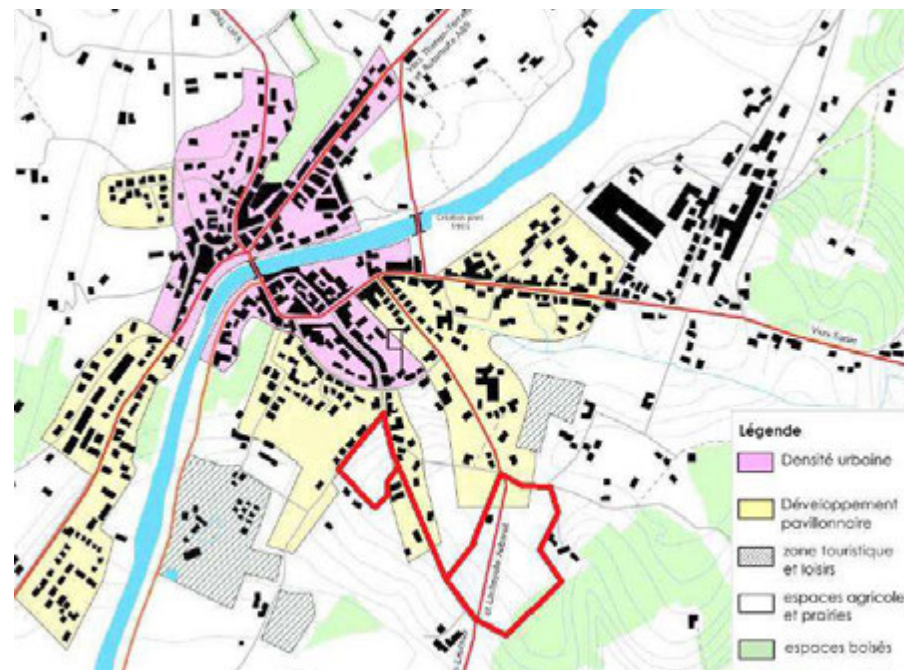


Figure 5 - Carte d'occupation des sols de la commune (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012)

Le site du projet est encadré au Nord par le chemin du Régourdou, scindé en deux du Nord au Sud par la route départementale RD704^{E1} dite avenue de Lascaux, et délimité au Sud-Ouest par le chemin rural nommé rue du Barry. Au Nord, l'habitation la plus proche se trouve à environ 10 m, au Sud à environ 25 m et à l'Ouest à également environ 25 m de la parcelle.

Le périmètre d'emprise du projet s'inscrit sur :

- 5 parcelles cadastrales pour la partie CIAPML
- 3 parcelles cadastrales pour le parking P1
- 3 parcelles cadastrales pour le parking P2
- Une section de la rue du Barry reliant ces deux secteurs
- Une section de l'avenue de Lascaux
- Une section du chemin du Régourdou

Le projet du CIAPML est soumis aux règles du Plan Local d'Urbanisme de Montignac.

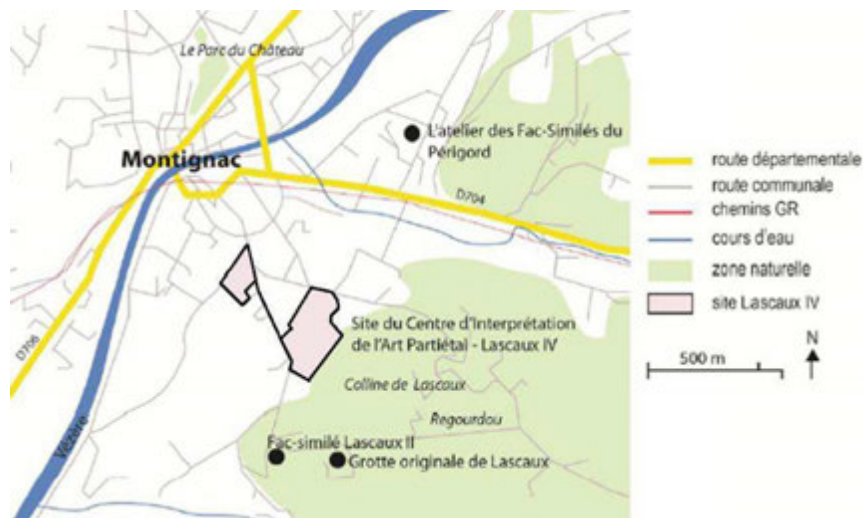


Figure 6 - Localisation du site du projet (Source : Lordculture, Sartorio-Lonqueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011)

■ Occupation actuelle des sols

Selon la nomenclature de Corine Land Cover, la zone du projet est occupée par :

- Des herbages
- Des terres agricoles actuellement en friche suite aux dernières acquisitions du Conseil Général de la Dordogne
- De boisements de pins, chênes et châtaigniers

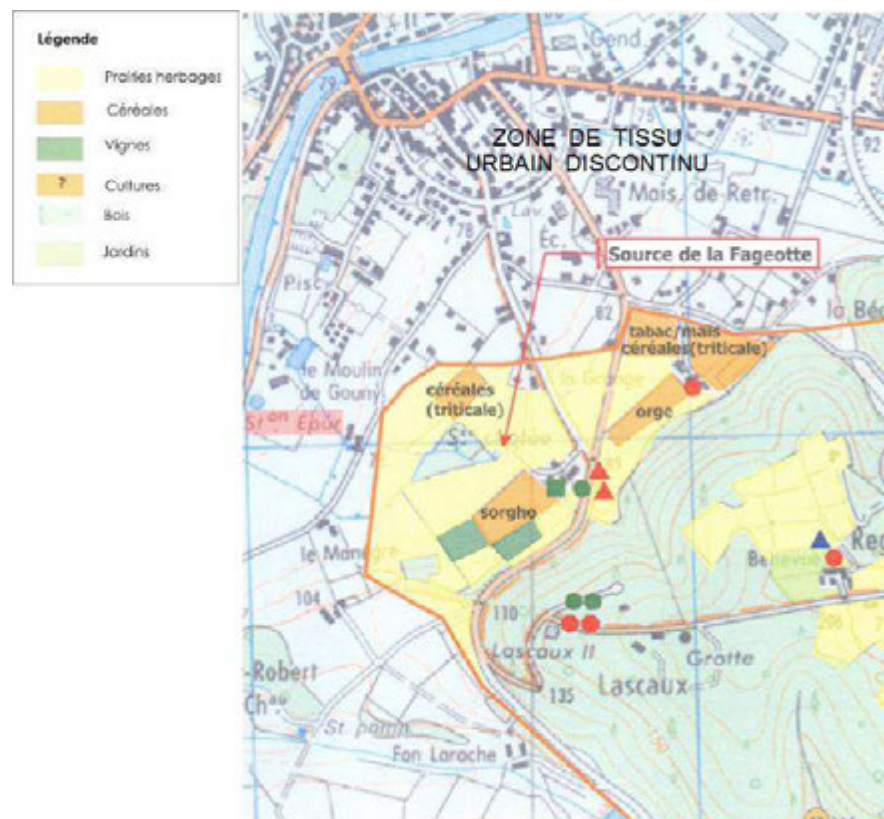


Figure 7 - Extrait carte IGN contexte environnemental (Source : Enquête publique source Fageotte n°B00017302, juillet 2007)

Le site destiné à recevoir le Centre International de l'Art Pariétal Montignac Lascaux (CIAPML) ainsi que le parking P1 est situé au lieu-dit « La Grande Bécade ».

Le site du parking P2 se situe au lieu-dit « La Grange ».



Figure 8 - Photographie aérienne du site d'implantation du CIAPML et du P1 (Source : Conseil Général de la Dordogne)



Figure 9 - Photographie du site d'implantation du Parking P2 avec la rue du Barry menant au CIAPML (Source : ALTO Ingénierie)

L'environnement proche du site du CIAPML et du parking P1 est agricole et résidentiel avec quelques fermes. On note que la zone urbanisée progresse vers le lieu d'implantation du projet. Une maison d'habitation est d'ailleurs en construction le long du chemin rural (Janvier 2012) et deux permis de construire ont été accordés le long de l'avenue de Lascaux.

L'environnement du site du parking P2 est résidentiel. Ce secteur est en contact direct avec le bourg de Montignac. La rue du Barry assure la connexion entre les deux sites : le site du CIAPML/Parking P1 et le site du parking P2.

■ Emprise foncière

Les terrains ont été acquis le 23/01/2009 et sont cadastrés sur la commune de Montignac selon les références suivantes :

	Section	Superficie
CIAPML	AV n°273	16 407 m ²
	AV n°379	3 970 m ²
	AV n°381	24 706 m ²
	AV n°383	6 961 m ²
	AV n° 325	2 340 m ²
	total	54 384 m²
Parking 1	AV n°275	6 564 m ²
	AV n°278	648 m ²
	AV n°326	6 553 m ²
	total	13 765 m²

Figure 10 - Tableau des parcelles cadastrales du CIAPML et du P1 (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012)

Les parcelles situées à l'Est de l'avenue de Lascaux (AV-273, AV-379, AV-381 et AV-383) correspondent au futur bâtiment. Les parcelles de l'autre côté de la route départementale RD704 (AV-326, AV-275, AV-278 et AV-325) sont destinées à l'aménagement d'une aire de stationnement (parking P1) végétalisée.

Des terrains (parcelles BE-126, BE-127 et BE-346) ont été acquis par la commune de Montignac en 2012. Ils accueilleront une seconde aire de stationnement (parking P2) des visiteurs du musée.

	Section	Superficie
Parking 2	BE n°126	1 181 m ²
	BE n°127	5 913 m ²

	BE n°346	11 079 m ²
	total	18 173 m²

Figure 11 - Tableau des parcelles cadastrales du P2 (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012)

Les deux parkings sont accessibles aux PMR. La superficie totale du projet atteint 86 322 m².

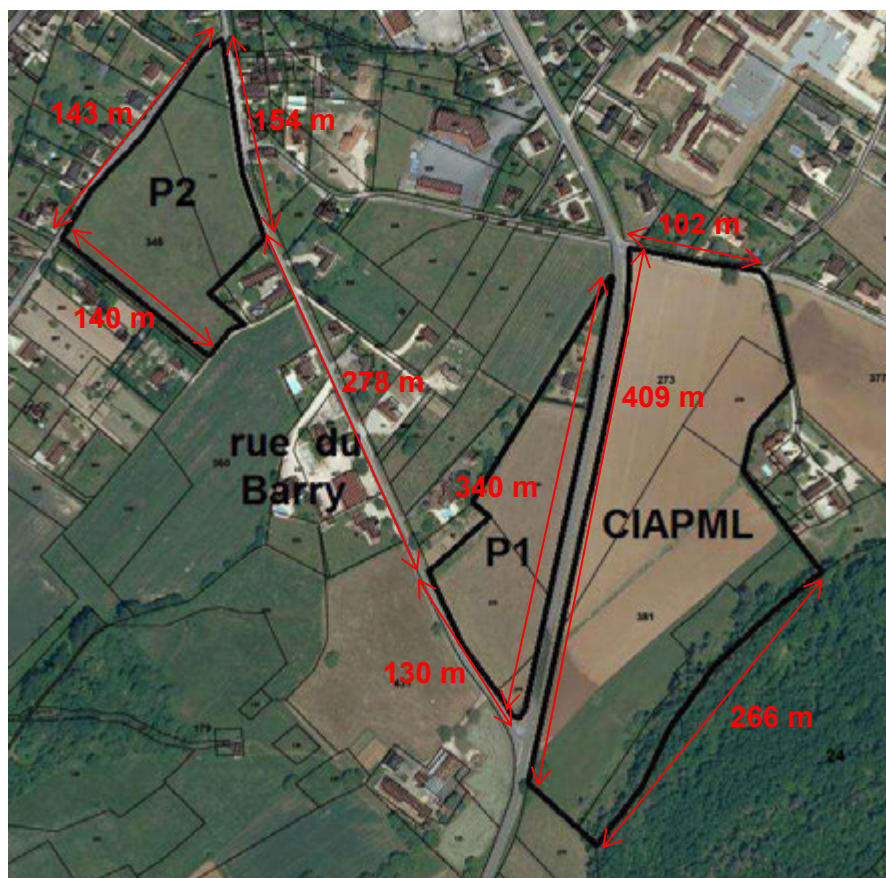


Figure 12 - Dimensions des terrains d'implantation du projet (Source : Géoportail, photographie aérienne, plan cadastral)

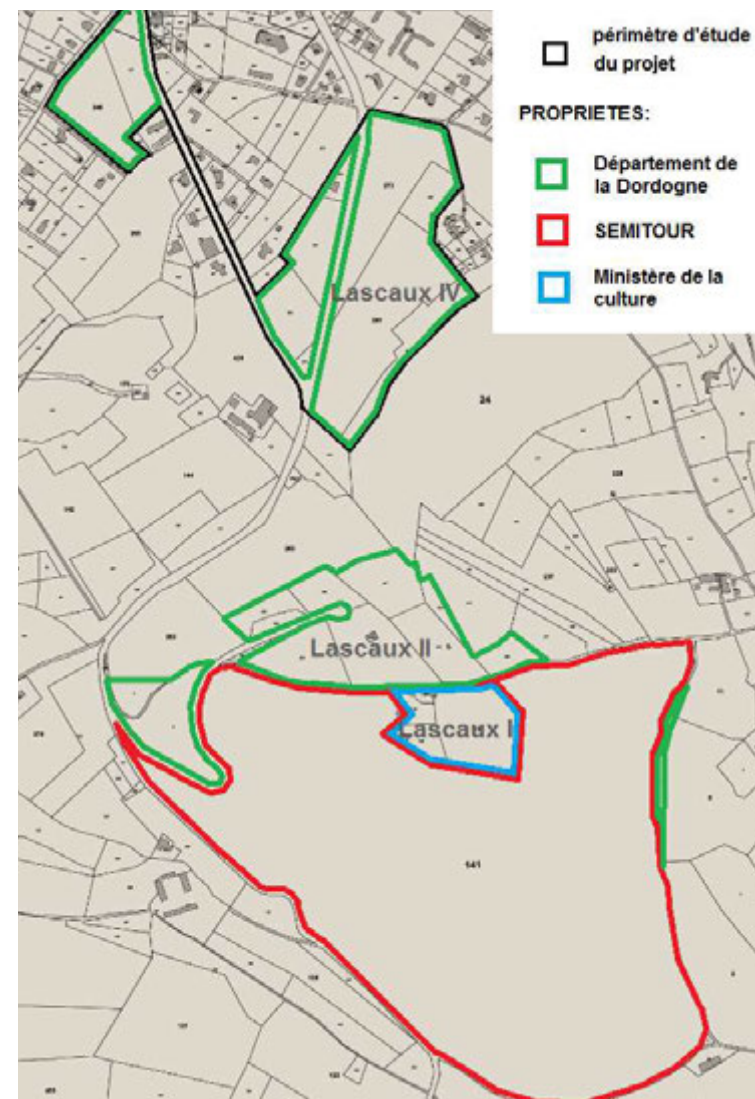


Figure 13 - Propriétés foncières (Source : données du Conseil Général de la Dordogne, fond Géoportail)

3. CADRE REGLEMENTAIRE

Sont rappelés ici les principaux textes qui définissent le cadre réglementaire ainsi que les fonctions et le contenu de la présente étude.

▪ Principaux textes de référence

Le projet du CIAPML est soumis à plusieurs procédures administratives en raison de sa nature et de sa localisation.

Etude d'impact : raisons pour lesquelles le projet y est soumis

L'article L 122-1 du Code de l'Environnement précise que :

« les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements publics et privés qui, par leur nature, leurs dimensions ou leur localisation sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine sont précédés d'une étude d'impact .

Ces projets sont soumis à étude d'impact en fonction de critères et de seuils définis par voie réglementaire et, pour certains d'entre eux, après un examen au cas par cas effectué par l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement. »

Les dispositions réglementaires applicables aux études d'impact ont été codifiées aux articles R 122-1 du Code de l'environnement par le décret n°2005-935 du 2 août 2005. Récemment, une réforme du régime des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagement a pris effet suite à la parution du décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011.

Désormais, seuls sont soumis les projets mentionnés en annexe à l'article R.122-2 du code de l'environnement. En effet, en fonction des seuils que le décret d'application définit, l'étude d'impact est soit obligatoire en toutes circonstances, soit sa nécessité est déterminée au cas par cas, après examen du projet par l'autorité environnementale.

Le projet du CIAPML a, quant à lui, été soumis à la procédure de « cas par cas » en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE.

En effet, il est apparu que le projet relevait de plusieurs rubriques du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement :

- La rubrique 33°) en tant qu'opération créant une SHON inférieure à 40 000 mètres carrés et dont le terrain d'assiette est inférieur à 10 hectares
- La rubrique 38°) en tant qu'équipement culturel, sportif ou de loisirs susceptible d'accueillir plus de 1 000 personnes et moins de 5 000 personnes (par jour)
- La rubrique 40°) du fait de la construction d'aires de stationnement de plus de 100 unités situées dans une commune non dotée d'un document d'urbanisme ayant fait l'objet d'une évaluation environnementale
- La rubrique 51a°) de fait du défrichement portant sur une superficie totale, même fragmentée, inférieure à 25 hectares.

Le formulaire de demande « au cas par cas » a été déposé le 17 décembre 2012 à la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Aquitaine pour avis.

L'arrêté du 21 janvier 2013 portant décision d'examen au cas par cas en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement publié par la DREAL Aquitaine considère que, de par la nature et la localisation du projet, celui-ci est susceptible d'avoir des impacts notables sur l'environnement, en phase chantier puis en phase d'exploitation. Le projet est donc soumis à étude d'impact en application du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement.

Pour la réalisation de l'étude d'impact, les référentiels suivants seront employés :

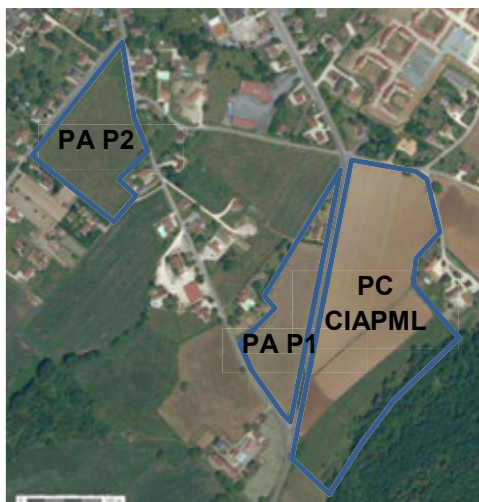
- Code de l'environnement, article L 122-1 et suivants et R. 122- 1 et suivants du Code de l'Environnement,
- Décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011 portant réforme des études d'impact des projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements
- Circulaire du 17 février 1998 relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, complétant le contenu des études d'impacts des projets d'aménagement, éditée par le MATE, 1998,

- Circulaire du 11 avril 2001 relative à l'analyse des effets sur la santé dans les études d'impacts, éditée par la DGS

L'étude d'impact sera soumise à « l'autorité de l'état compétente en matière d'environnement », à savoir la DREAL Aquitaine pour le compte du Préfet de Région. L'avis de l'autorité environnementale porte à la fois sur la qualité de l'étude d'impact ainsi que sur la façon dont le projet évalué prend en compte l'environnement dans sa conception.

La réalisation du projet donnera lieu aux dépôts de trois permis distincts :

- 1 Permis de Construire pour le CIAPML,
- 1 Permis d'Aménager pour le parking P1,
- 1 Permis d'Aménager pour le parking P2,



Pour autant, une seule étude d'impact sera nécessaire. Elle comprendra l'ensemble des aménagements réalisés. Cette approche globale garantira la prise en compte des effets cumulés induits par la construction et l'exploitation des différents équipements.

Figure 14 - Périmètres des différents permis à déposer (Source : Géoportail)

La présente étude d'impact tient lieu de dossier d'évaluation des incidences Natura 2000.

Dossier d'incidence au titre de la Loi sur l'eau : raisons pour lesquelles le projet y est soumis

L'article R214-1 du Code de l'environnement modifié par le décret n°2008-283 du 25 mars 2008 précise la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau amendée par la nouvelle loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30 Décembre 2006.

Ainsi, les travaux projetés sur le secteur d'étude sont soumis aux rubriques suivantes :

Rubrique		Régime
2.1.5.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant : 1) Supérieure ou égale à 20 ha (A) 2) Supérieure à 1 ha mais inférieure à 20 ha (D)	NON SOUMIS <i>ensemble des rejets des ouvrages de gestion des eaux pluviales effectué dans le réseau pluvial communal à créer dans le cadre de l'opération</i>
3.2.3.0	Plans d'eau permanents ou non : 1) Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) 2) Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D)	DECLARATION <i>superficie du plan d'eau de 0,1670 ha</i>
3.3.1.0.	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1) Supérieure ou égale à 1 ha (A) 2) Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha	NON SOUMIS <i>Infrastructures évitant les zones humides identifiées selon les critères de l'arrêté du 01-10-09</i>

Figure 15 - Rubriques du Code de l'environnement concernant le projet (Source : ETEN Environnement)

Au vu des impacts hydrauliques du projet sur les écoulements superficiels du bassin-versant, sa réalisation requiert un dossier de déclaration au titre de la rubrique 3.2.3.0 (plan d'eau dont la surface est supérieure à 1,1 ha mais inférieure à 1 ha).

Enquête publique environnementale

L'article R.123-1 du Code de l'Environnement, pris pour application de l'article L.123-2 du même code et modifié par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011, définit le champ des enquêtes publiques.

Ainsi, font l'objet d'une enquête publique, préalablement à leur autorisation, leur approbation ou leur adoption, les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements exécutés par des personnes publiques ou privées devant comporter une étude d'impact en application de l'article L.122-1 du même code.

▪ Fonctions de l'étude d'impact

L'étude d'impact est à la fois un instrument d'aide à la conception du projet pour le maître d'ouvrage, un document d'information du public et d'aide à la décision pour les services chargés de l'instruction administrative du dossier.

Il s'agit d'un dossier réglementaire mais également d'un outil d'évaluation environnementale.

▪ Contenu de l'étude d'impact

Selon les dispositions de l'article R 122-5 du Code de l'Environnement, le contenu de l'étude d'impact doit être en relation avec l'importance des travaux et aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement. L'étude d'impact doit présenter successivement :

1-Une analyse de l'état initial du site et de son environnement, portant sur la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et les paysages, les biens matériels, les continuités écologiques, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs ainsi que les interrelations entre ces éléments ;

2-Une analyse de la compatibilité et de l'articulation du projet avec les plans, schémas et programmes en vigueur sur son territoire ;

3-Une analyse des effets directs et indirects, temporaires et permanents à court, moyen et long terme du projet sur l'environnement, et en particulier sur la commodité du voisinage (bruits, vibrations, odeurs, émissions lumineuses), l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique ;

4-Une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets connus : ces projets doivent avoir fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R. 214-6 et d'une enquête publique, ou d'une étude d'impact au titre du présent code et pour lesquels un avis de l'autorité environnementale a été rendu public ;

5-Les raisons pour lesquelles, notamment du point de vue des préoccupations d'environnement, parmi les partis envisagés qui font l'objet d'une description, le projet présenté a été retenu ; Il comporte également des informations relatives à sa conception, à ses dimensions et le cas échéant, une estimation des types et des quantités de résidus et des émissions attendus résultant du fonctionnement du projet ;

6-Les mesures envisagées par le maître de l'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé, ainsi que l'estimation des dépenses correspondantes ;

7-Une analyse des méthodes utilisées pour évaluer les effets du projet sur l'environnement mentionnant les difficultés éventuelles de nature technique ou scientifique rencontrées pour établir cette évaluation (...) » ;

IV-Afin de faciliter la prise de connaissance par le public des informations contenues dans l'étude, celle-ci fait l'objet d'un résumé non technique.

12-Lorsque la totalité des travaux prévus au programme est réalisée de manière simultanée, l'étude d'impact doit porter sur l'ensemble du programme. Lorsque la réalisation est échelonnée dans le temps, l'étude d'impact de chacune des phases de l'opération doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme.

I – ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Conformément à l'article R.122-5 du Code de l'Environnement, modifié par le décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011, l'analyse de l'état initial porte notamment sur

« la population, la faune et la flore, les habitats naturels, les sites et paysages, les biens matériels, les continuités écologiques telles que définies par l'article L. 371-1, les équilibres biologiques, les facteurs climatiques, le patrimoine culturel et archéologique, le sol, l'eau, l'air, le bruit, les espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ou de loisirs, ainsi que les interrelations entre ces éléments ».

La caractérisation de l'état initial du site et de son environnement consiste à réunir, pour chaque thème environnemental, les données nécessaires et suffisantes à l'évaluation environnementale du projet.

Les informations présentées ci-après résultent principalement de la consultation de documents, de la collaboration avec un certain nombre d'organismes publics, parapublics ou privés, ainsi que de nos propres observations.

Afin de cadrer l'étude d'impact, plusieurs périmètres d'étude ont été définis :

- L'aire d'étude immédiate : ce périmètre correspond à l'ensemble des parcelles cadastrales concernées par le projet. Ces aménagements concernent le bâtiment du CIAPML, le parking P1, le parking P2 ainsi que les sections de la rue du Barry, de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou.
- L'aire d'étude rapprochée : elle correspond à l'aire d'étude immédiate élargie et donc à la zone d'influence directe du projet. Cette aire intègre les habitations ainsi que l'environnement naturel et patrimonial proche.
- L'aire d'étude éloignée : elle correspond à la zone d'influence indirecte du projet (ensemble des unités écologiques potentiellement perturbées par le projet...). Ce périmètre est élargi à l'ensemble de la commune de Montignac, voire au département de la Dordogne en fonction des thématiques.

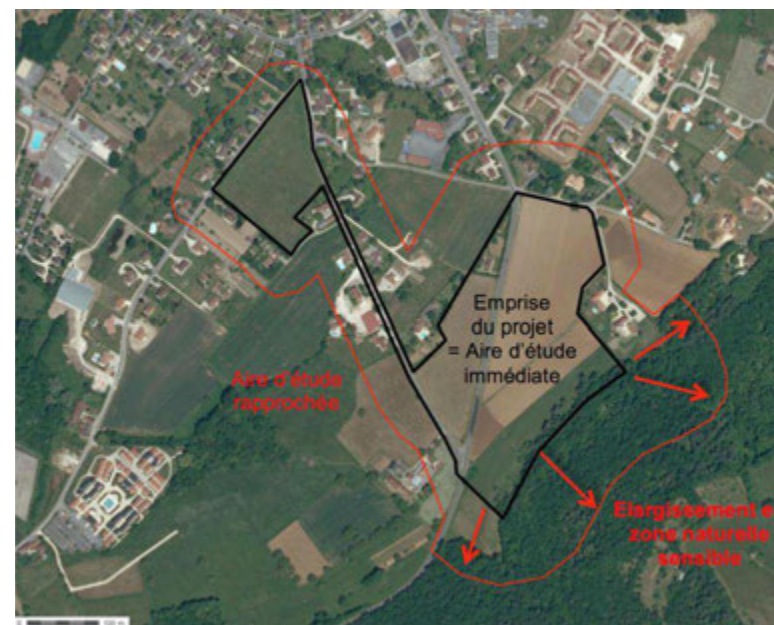


Figure 16 - Aire d'étude du projet d'étude d'impact (Source : ALTO Ingénierie)

1. ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

Cette première section de l'état initial du site et de l'environnement a pour objet de présenter l'environnement physique dans lequel s'inscrit le projet, à savoir :

- la climatologie
- la topographie
- la géologie et géomorphologie
- l'hydrogéologie
- l'hydrologie
- l'état des masses d'eaux
- les usages des masses d'eaux
- les documents cadres sur la gestion des eaux

1.1 Climatologie

Le Périgord bénéficie d'un climat de type océanique doux, toutefois, de fréquentes influences continentales abaissent les températures hivernales. Les données suivantes proviennent de la station Météo France de Brive (19031008), située à 26 km de Montignac et à 112 m d'altitude.

■ Températures

Le climat est tempéré sur l'ensemble de l'année. Les températures varient entre le Nord et le Sud du département, avec des écarts moyens de 2° C en été et de 10 à 15 °C en hiver. En moyenne, la température la plus élevée est de 27 à 32 °C, et la température la plus basse de -10 à -14 °C. Localement, le relief de la Vallée de la Vézère apporte de la douceur au climat de Montignac.

Les températures sont douces durant la période hivernale et non caniculaires en période estivale. Les températures minimales ne descendent pas en dessous de 0°C. Elles sont comprises entre 0 et 4°C. Les températures maximales n'excèdent pas les 28°C.

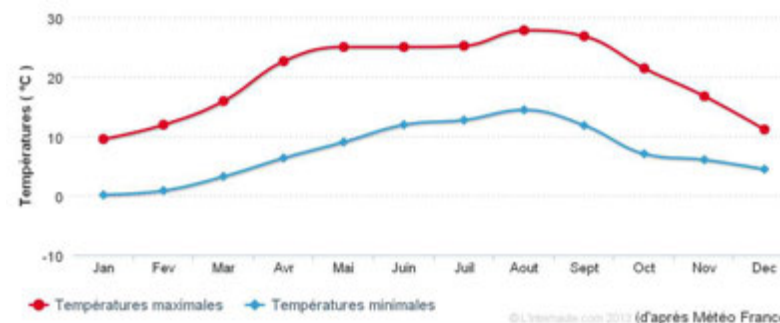


Figure 17 - Evolution des températures à Montignac en 2011 (Source : Chambre d'agriculture de la Dordogne)

Le bilan du Réseau Agrométéorologique de la Chambre d'Agriculture de la Dordogne fait état d'une température moyenne de 15,5°C pour l'année 2011. L'année 2011 se caractérise par un déficit en eau très important et par des températures moyennes élevées par rapport aux données historiques.

■ Pluviométrie

678 millimètres de pluie ont été mesurés en 2011 à Montignac selon Météo France. 523,4 mm d'après la chambre d'Agriculture de la Dordogne.

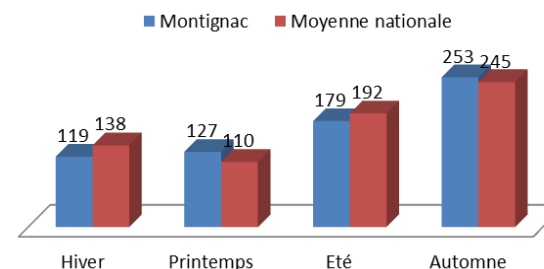


Figure 18 - Hauteurs de pluie en mm en 2011 (Source : Météo France)

L'année 2011 s'est distinguée par un hiver et un printemps sec et un été particulièrement pluvieux. Le mois de décembre représente 21% des précipitations de l'année.

Hormis en juin, août et septembre qui correspondent à des épisodes pluvieux exceptionnels, Montignac est en majorité arrosé par des pluies de faibles importances (entre 1 et 5 mm). 48 jours de précipitations supérieures à 5 mm peuvent être considérés et 100 jours de précipitations supérieures à 1 mm.

■ Ensoleillement

La ville de Montignac bénéficie d'un ensoleillement important avec 2 221 heures d'insolation en 2011. Ce résultat est congru à la moyenne nationale de 2 106 heures de soleil en 2011.

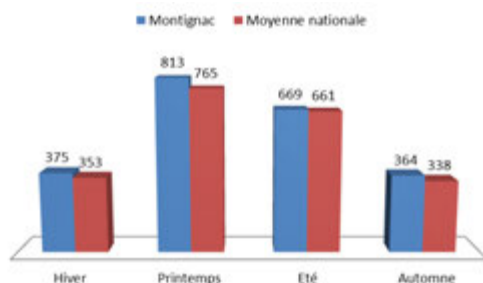


Figure 19 - Ensoleillement en heures en 2011 (Source : Météo France)

L'ensoleillement en 2011 est corrélé à la pluviométrie : l'été a été très nuageux. Les valeurs de l'ensoleillement d'un été moyen peuvent être extrapolées de l'ensoleillement du printemps 2011 qui fut relativement clément. En 2011, on compte en moyenne 244 heures d'insolation pour les trois mois d'hiver et 813 heures pour les trois mois d'été, soit une multiplication par 3.

■ Régime des vents

Les vents sont largement conditionnés par le relief. La Tramontane n'a été présente qu'au printemps et à l'automne. Un léger vent marin venu de l'Ouest balaie en permanence la région.

Les vents dominants sont de secteur Sud-Est. Le corridor de la Vézère canalise les vents en direction du Nord / Nord-Ouest.

■ Neiges, gelées et brouillards

En 2011, aucun épisode neigeux n'a eu lieu.

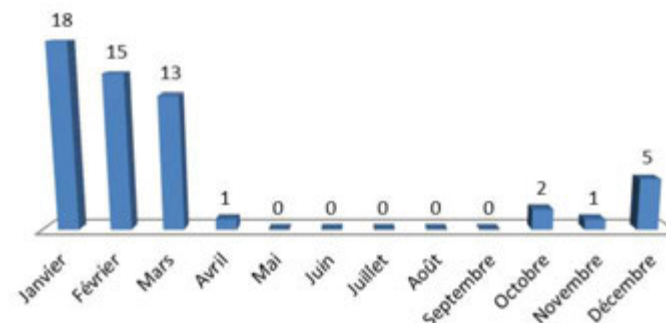


Figure 20 - Nombre de jours de gelée à Brive en 2011 (Source : Météo France)

Si le climat est relativement doux dans la Vallée de la Vézère, la saison hivernale qui s'étire jusqu'en mars est marquée par des gelées régulières. En 2011, le nombre de jours de gel est de 55.

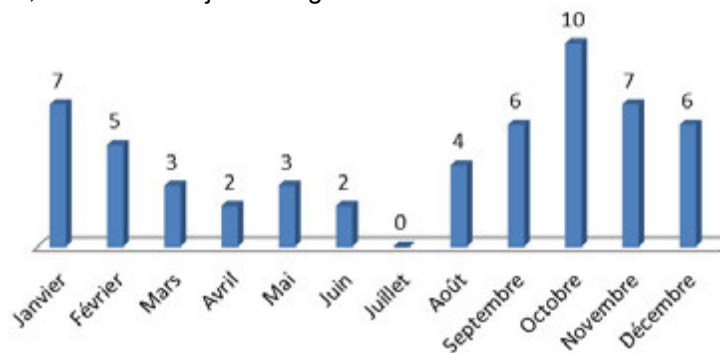


Figure 21 - Nombres de jours avec brouillard à Brive en 2011 (Source : Météo France)

En 2011, le nombre de jours de brouillard est de 55.

Les phénomènes de brouillards sont survenus dès le mois d'août pour atteindre leur maximum d'occurrence en octobre. La décroissance des brouillards s'effectue linéairement à partir de janvier jusqu'à maintenir la présence de quelques épisodes (2 à 3 par mois) durant tout le printemps.

▪ **Hygrométrie**

En hiver, l'hygrométrie atteint 70% pour une température sèche de moins 5°C. En été, l'hygrométrie est de 38% pour une température sèche de 31°C. Il s'agit de résultats situés dans la moyenne nationale.

Climatologie, les éléments à retenir :

Le site, protégé dans la Vallée de la Vézère, bénéficie d'un climat légèrement plus doux que la moyenne départementale.

- Températures : douces durant la période hivernale et non caniculaires en période estivale
- Pluviométrie : peu de précipitations en 2011 par rapport à la moyenne départementale importante
- Ensoleillement : un ensoleillement important en moyenne
- Régime des vents : vents dominants de secteur Sud-Est, canalisation des vents par la Vézère
- Neige, gelées et brouillards : peu de neige, gelées régulières en hiver, brouillards réguliers
- Hygrométrie : normale

1.2 Topographie

Montignac se caractérise par des paysages vallonnés, agricoles et boisés, dominants la Vallée de la Vézère. L'urbanisation est essentiellement établie dans la largeur de la vallée, le long de la rivière.

■ Site du CIAPML + parking P1

Le site du projet se situe à flanc de coteau, entre l'agglomération de Montignac et la colline de Lascaux, en bordure de la route départementale RD704^{E1}.

D'après le plan topographique, un pendage vers le Nord-Ouest caractérise la topographie du site. Le niveau topographique est compris entre 82 m NGF et 100 m NGF

Le pendage est modeste sur la partie basse des terrains, constitués d'anciennes parcelles agricoles.

La topographie est plus accentuée des terres en jachère jusqu'au pied du bois où la pente atteint 40°.



Figure 22 - Plan topographique du site du CIAPML et du parking P1
(Source : Cabinet Albrand Angibault, novembre 2011)

▪ **Rue du Barry + site du parking P2**

La rue du Barry est presque perpendiculaire à l'axe de la vallée. Elle accuse donc une légère pente en direction du bourg permettant de canaliser les eaux de ruissellement en direction de la Vézère.

Concernant le parking P2, on note une très légère pente orientée vers l'Est, parallèle à la rue du Barry. Le niveau topographique est compris entre 77,5 m NGF et 79,6 m NGF.

Topographie, les éléments à retenir :

- Le site d'implantation du CIAPML et du P1, situé à flanc de la Colline de Lascaux, est en pente douce. Cette pente s'accroît fortement à mesure que l'on s'approche des bois si bien que les terres agricoles sont laissées en friche et le sol constitué de grèzes.
- Le parking P2 ainsi que la rue du Barry suivent le relief de la vallée. La pente demeure très légère.



Figure 23 - Plan topographique du site du parking P2 (Source : DRPP, Conseil Général de la Dordogne)

1.3 Géologie & Géomorphologie

Le contexte géologique est analysé à l'échelle communale et locale. Les données suivantes sont issues, du BRGM, du Programme architectural rédigé par l'ATD24 et des résultats des campagnes de sondage formulés par les bureaux d'études Hypogée et OPTisol.

■ Contexte géologique et géomorphologique à l'échelle communale

D'après la carte géologique n°784 de Terrasson du secteur de Montignac au 1/50 000^{ème}, la ville de Montignac et sa région sont situées sur la bordure septentrionale du Périgord Noir au contact du bassin permien de Brive et sur la bordure Nord-Est du bassin sédimentaire Aquitain. Les formations rencontrées sont les suivantes, des plus anciennes aux plus récentes :

Formations du secondaire

Jurassique :

- Calcaires oolithiques au Nord de la faille de Cassagne

Crétacé :

- Calcaires crayeux sur 10 à 20 m d'épaisseur (Turonien inférieur et moyen).
- Grès et sable jaunes sur 10 à 20 m d'épaisseur (Turonien supérieur). Ce niveau d'affleurement est très présent à Montignac dans la Vallée de la Vézère. Le sommet est représenté par des marnes grisâtres et des calcaires grésomarneux.
- Calcaires bioclastiques et gréseux sur 50 à 70 m d'épaisseur (Coniacien moyen et supérieur). Cette puissante formation affleure largement sur les flancs de la Vallée de la Vézère. C'est dans le sommet de cette formation que les eaux ont creusé la cavité karstique de la grotte de Lascaux.
- Calcaires crayeux en plaquettes grès et sables jeunes (40 à 60 m d'épaisseur, santorien inférieur). Ces dépôts affleurent au sommet des plateaux.

Formations du quaternaire

- Alluvions anciennes qui correspondent aux terrasses alluviales de la Vézère. Elles sont constituées de galets siliceux dans une matrice limoneuse ou argileuse.
- Alluvions actuelles. Elles peuvent atteindre 2 à 4 m d'épaisseur. Elles sont composées de limons micacés (avec des petits quartz et silex). Elles tapissent la plaine alluviale de la Vézère.
- Colluvions, ce sont des dépôts résultant de l'érosion des roches encaissantes et ils se retrouvent en pied de versant et les tapissent en fonds de vallées.



Figure 24 - Extrait de la carte géologique de Terrasson n°784 (Source : BRGM)

■ **Contexte géologique et géomorphologique à l'échelle locale**

Le site du parking P2 et la rue du Barry ne présentent pas de structure géologique remarquable en addition des données du contexte communal. Néanmoins, l'analyse des formations géologiques au droit du site du CIAPML est indispensable du fait de ses spécificités et des affouillements qui vont être réalisés pour la construction du bâtiment. L'étude de la géologie et de la géomorphologie sera donc centrée sur ce secteur.

La carte ci-contre illustre les différentes formations recensées au niveau du site du CIAPML et du Parking P1.

Le terrain d'étude se trouve au débouché de la Vézère sur les terrains du Crétacé, en aval de son bassin versant cristallin et après avoir traversé la zone de contact du Jurassique sédimentaire.

Le site est composé des formations suivantes :

- C4a : Marnes et calcaires argileux du Coniacien inférieur dans la partie basse du site.
- C4b : Calcaires bioclastiques et gréseux du Coniacien moyen et supérieur qui affleurent dans le versant.
- C5a : Calcaires crayeux en plaquettes, puis grès et sables jaunes qui affleurent plus haut sur la colline de Lascaux.
- Fxa et b : Alluvions de basse terrasse, limons à quartz et galets.

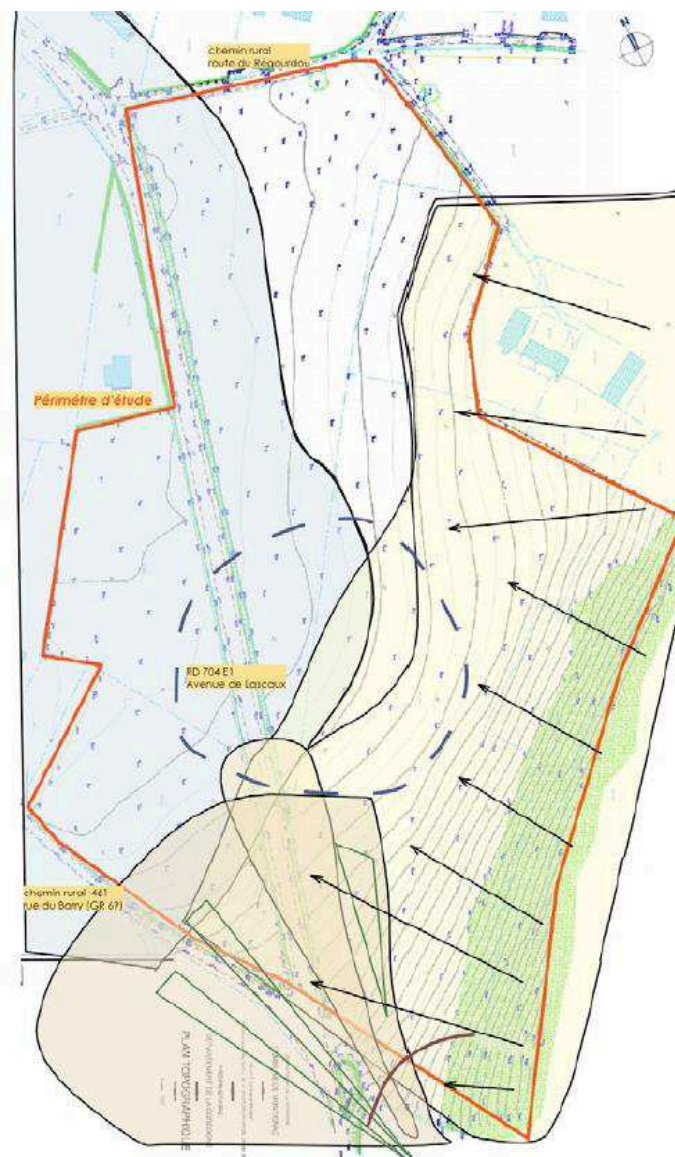


Figure 25 - Extrait de la carte géologique de synthèse
(Source : Rapport N2011_12, Hypogée)

■ Interprétation morphosédimentaire et géomorphologique

L'emprise du terrain correspond à une zone transitoire entre les terrasses de la Vézère et le versant calcaire, coincée entre la zone de confluence du Régourdou au Nord et le cône de déjection du vallon de Lascaux au Sud. Le versant et le cône de déjection sont affectés de bourrelets topographiques perpendiculaires à la pente.

A l'Ouest, dans la zone la plus basse du secteur, la nappe alluviale de la Vézère est composée d'alluvions grossières avec un complexe argilo sableux en sommet. Au Sud-Est, on trouve une formation remaniée de sables roux avec des argiles qui découlent du corps sédimentaire du cône alluvial du vallon de Lascaux. La présence d'un chenal principal révèle une zone de tourbière importante. Il se dirige vers une cuvette sédimentaire colmatée par des dépôts caillouteux.

Le versant Est, est chargé en débris calcaires, qui ont glissé depuis le haut de la colline et sont venus s'accumuler sur le haut du terrain. Ce sont des grèzes (débris calcaires issus d'altération et gel) qui tapissent cette partie du terrain. Les limons d'inondations de la Vézère à l'Ouest et au Nord-Ouest, occupent le secteur de confluence du Régourdou et toute la partie basse du site. Ces dépôts nivellent la topographie en colmatant la dépression centrale.

■ Sondage du sous-sol

Afin d'avoir une connaissance plus fine de la nature et de la structure des sols, des campagnes de sondages ont été effectuées. Les analyses suivantes résultent des campagnes de sondages, formalisées au sein du Rapport référencé 11 RD 959 d'OPTisol.

Ces sondages ont révélé la présence d'un premier niveau limoneux situé juste sous le niveau végétalisé présent sur 0.30 à 0.40 mètres en surface.

En partie basse, l'épaisseur de ces limons reste faible avec des valeurs inférieures à 0.50 m (sous la cote 83NGF). Entre les cotes 83 et 87 / 88 NGF, le développement limoneux est plus important, l'épaisseur atteignant 3 à 4 mètres.

En deçà, on rencontre un matériau de type argile, plus ou moins sableux. Ces argiles sont des matériaux de comblement du pied de pente.



Figure 26 - Carte de localisation des sondages (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011)

Tx = forage à la tarière

Dx = pénétromètre dynamique (mesure la résistance de pointe du sol (en MPa) entre 0 et -12m)

PZx = tube piézométrique (cf. partie Hydrogéologie)

Ainsi, la répartition en plan de ces 3 domaines est obtenue:

- domaine 1 = limons
- domaine 2 = argiles
- domaine 3 = grèzes

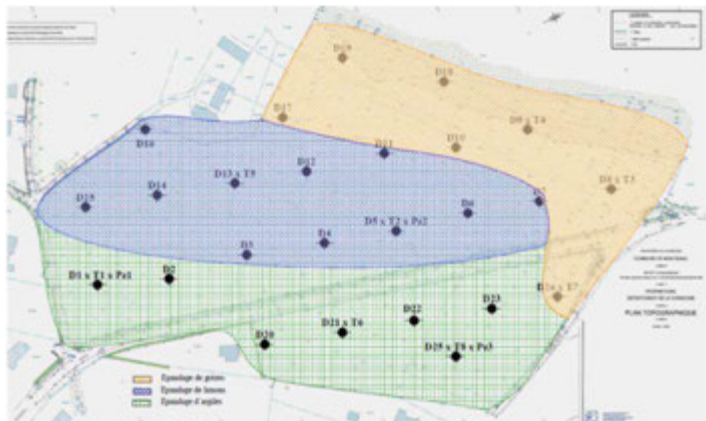


Figure 27 - Répartition des sols du site (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011)

A partir de ces résultats, la société OPTisol a pu créer un schéma de principe représentant la structure du terrain.

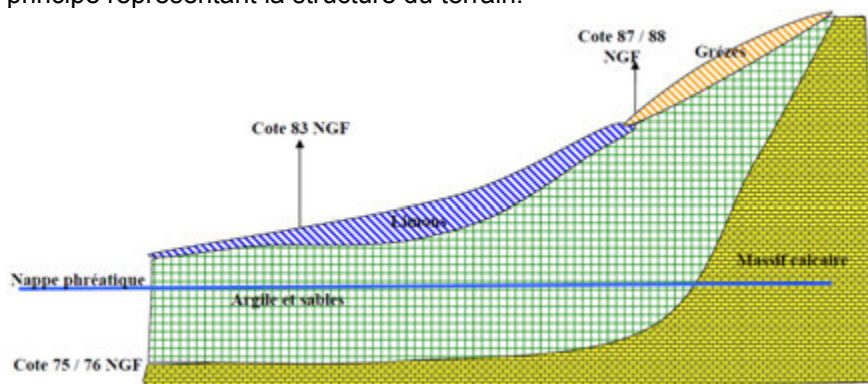


Figure 28 - Schéma de principe de la structure des sols (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011)

Des profils en travers situés principalement à l'Est de la route départementale jusqu'au pied de la colline ont été réalisés. Ils ont permis de définir certaines recommandations géotechniques.



Figure 29 - Plan topographique du toit du substratum calcaire sondages (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011)

Les matériaux recensés reposent sur un substratum calcaire au relief marqué suivant globalement la topologie de surface. Le toit du substratum calcaire se situe en moyenne à 7,1 mètres de la surface (entre 4,15 et 11,2 m de profondeur).

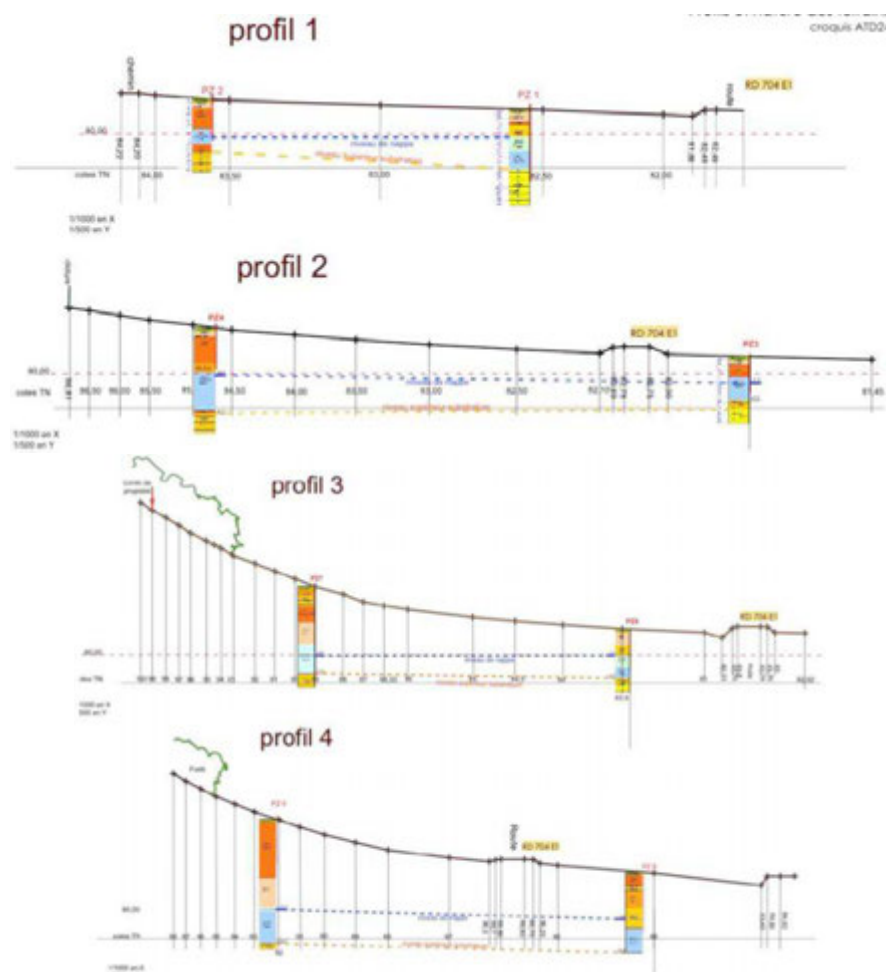


Figure 30 - Profils et nature des terrains (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2011)

Géologie et géomorphologie, les éléments à retenir :

- Les couches géologiques présentes peuvent être considérées comme relativement perméables
- Des études approfondies ont été menées, ont influencé l'espace d'implantation du bâtiment et ont donné lieu à des recommandations géotechniques

1.4 Hydrogéologie

Le contexte hydrogéologique est abordé à l'échelle communale et à l'échelle de la zone d'étude du projet.

■ Contexte hydrogéologique à l'échelle communale

En raison de la nature hydrogéologique sensible du site (présence, entre autres choses, du captage de l'Alimentation en Eau Potable de la ville), le Conseil Général de la Dordogne a fait appel à l'avis d'un hydrogéologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique pour le département de la Dordogne.

Le rapport hydrogéologique réalisé par Mme Marsac Bernède précise les informations suivantes sur le contexte hydrogéologique du secteur étudié.

Nappes profondes

Trois nappes peuvent être individualisées dans les terrains Crétacés. Il s'agit de haut en bas :

- Nappe du Santonien supérieur : cette nappe n'est présente qu'au sommet des reliefs de la rive droite de la Vézère. Elle est soutenue par les calcaires marneux du Santonien moyen. Elle est perchée et donc très peu productive. Elle est alimentée par infiltration directe des eaux de pluie. Elle peut participer à l'alimentation des nappes sous-jacentes par drainance verticale. La source de La Fageotte n'est pas concernée;
- Nappe du Santonien inférieur et du Coniacien: cette nappe se développe largement en rives droite et gauche de la Vézère. Elle est limitée à la base par les marnes et calcaires marneux du Coniacien inférieur. Elle est alimentée par infiltration des eaux de pluie. Elle est drainée par de nombreuses sources qui apparaissent en pied de versant ou à la faveur de fractures interceptées par la surface topographique;
- Nappe du Turonien: elle se développe dans les calcaires crayeux plus ou moins fissurés. Elle est captive sous les marnes et calcaires marneux du Coniacien inférieur. Elle peut être libre ou semi-captive lorsque le Turonien se situe directement sous les alluvions plus ou moins perméables de la Vézère. Elle est

alimentée par infiltration des eaux de pluie au droit des zones d'affleurement du Turonien et par drainance ascendante ou descendante à partir des aquifères encaissants (Jurassique ou Coniacien). La source de La Fageotte se situe dans ce contexte.

Les alluvions de la Vézère sont peu épaisses et peu perméables. Une nappe s'y développe cependant, elle peut être captée par des puits peu profonds. Elle est en relation hydraulique avec les nappes des calcaires Crétacés encaissants et sous-jacents.

■ Contexte hydrogéologique à l'échelle du projet

Source de la Fageotte

De manière analogue à l'analyse de la géologie et de la géomorphologie du site, l'examen du contexte hydrogéologique s'intéressera en priorité au site du futur CIAPML et du parking P1, du fait de la présence d'une nappe phréatique au droit du site.

Cette nappe phréatique alimentant la source d'eau potable de la commune se situe sous le site du projet, à 84 m NGF à l'Est et 80 m NGF à l'Ouest.

Différents forages ont permis de préciser le diagnostic hydrogéologique à plusieurs niveaux.

L'esquisse piézométrique montre que la surface de la nappe du Crétacé est largement influencée par la topographie, les vallées constituant des axes de drainage. D'après cette carte, au droit du site, la cote de la nappe se situerait entre 80 et 90 m NGF en période de moyennes eaux. Le gradient hydraulique est dirigé vers le Sud-Ouest, il est de l'ordre de 5 %. L'étiage précoce de 2003 et la recharge également précoce font que la piézométrie réalisée correspond à une situation de moyennes eaux.



Figure 31 - Carte piézométrique de la nappe du Crétacé (Source : Saunier Techna, avril 2003)

Une campagne de sondages géotechniques a été menée à l'échelle du site du CIAPML et du parking P1 en 2012. 9 tubes piézométriques ont été mis en place afin de permettre un suivi de la nappe phréatique. 4 profils des niveaux piézométriques ont été réalisés.

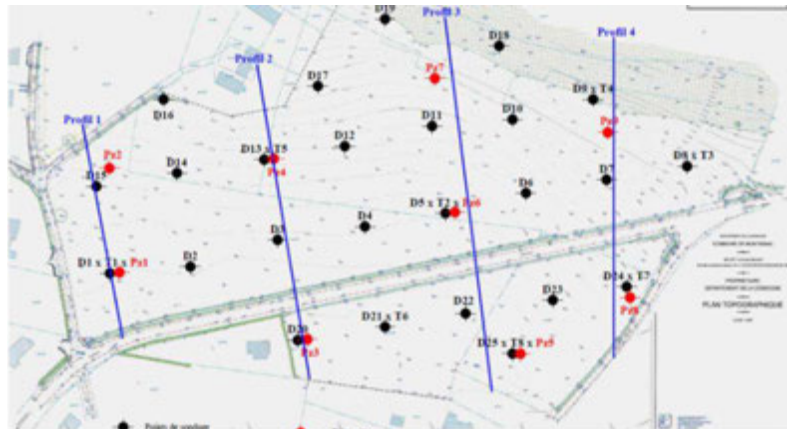


Figure 32 - Localisation des emplacements des sondages (Source : Rapport Rn°12RD 655, OPTIsol, mars 2012) PZx = tube piézométrique

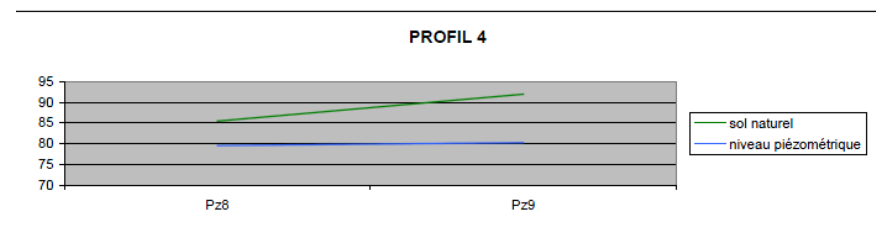
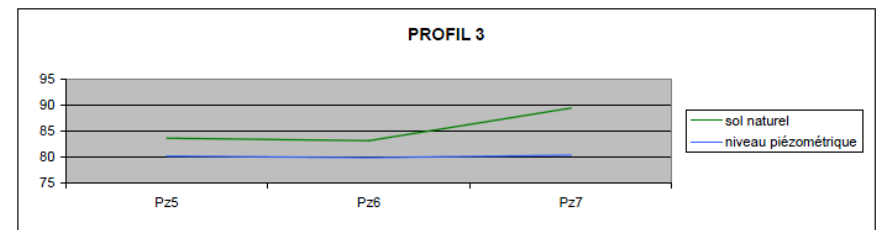
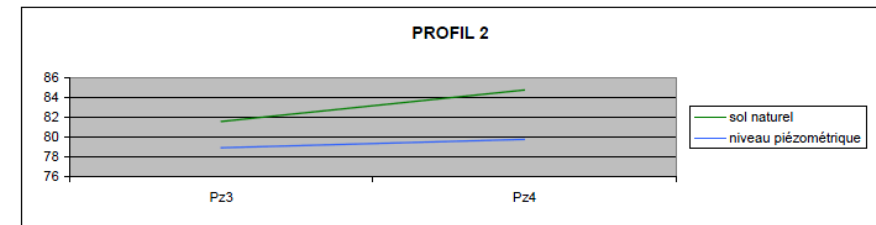
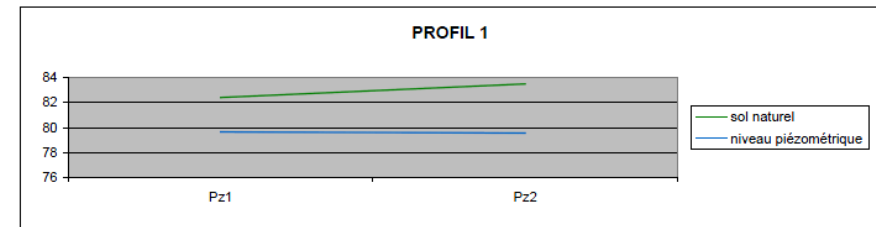


Figure 33 - Profils des niveaux piézométriques (Source : Rapport Rn°12RD 655, OPTIsol, mars 2012)

On constate que la nappe est systématiquement interceptée sur l'ensemble du site. Le niveau semble s'équilibrer en février/mars 2012 aux environs de la cote 79 – 80 NGF (Cette situation correspondrait aux basses eaux en raison des mois secs qui ont précédés la mesure).

Cette nappe évolue principalement dans les dépôts sablo graveleux. Ceci pousse à considérer la possibilité d'une nappe alluviale liée à la Vézère. Les écoulements sont globalement dirigés vers l'Ouest, avec un gradient hydraulique de l'ordre de 1%. La comparaison avec les relevés indique que la fluctuation de la nappe entre les hautes et les basses eaux est de l'ordre de 2 mètres.

Le CIAPML sera construit de manière à ne pas intercepter cette nappe phréatique.

Aucun affouillement profond n'est prévu au lieu du futur parking P2 ou sur la rue du Barry lors des aménagements. Aucun sondage n'a donc été réalisé.

Source de la Haute Fageotte

La Haute Fageotte se situe en bout d'un chemin, aménagé par les actuels propriétaires de « La Grande Béchade » qui longe la parcelle AV n°383 en surplomb de la plaine et dans la zone boisée.

Cette source n'a pas les mêmes caractéristiques que celles des eaux de la source de la Fageotte qui capte des eaux plus profondes du Turonien voire du Jurassique. Il s'agit d'une source qui capte des niveaux de plus faible productivité des calcaires du coniacien.

Le trop plein de cette source s'étale sur le talus et se perd au milieu de la parcelle 383.

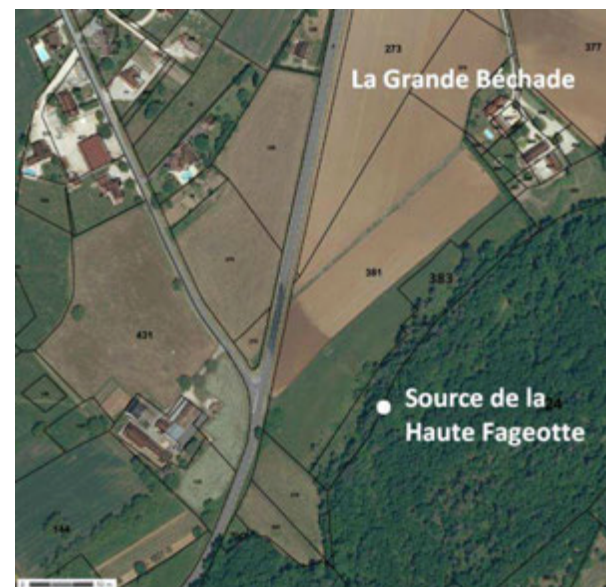


Figure 34 - Localisation de la source de la Haute Fageotte (Source : Géoportail, Fond IGN, parcelles cadastrales)



Figure 35 - Ecoulements observés en Avril 2013 (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 36 - Localisation de la source de la Haute Fageotte et des écoulements observés (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)

Il est à noter que l'eau captée gravitairement et amenée à la « Grande Béchade » n'a pas d'exutoire.

Hydrogéologie, les éléments à retenir :

- La nappe phréatique alimentant les sources d'eau potable de la commune se situe au droit du site du futur CIAPML et du parking P1 à 84 m NGF à l'Est et 80 m NGF à l'Ouest. Elle est systématiquement interceptée sur l'ensemble du site.
- La fluctuation de la nappe entre les hautes et basses eaux est de l'ordre de 2 m.
- L'aquifère du Turonien alimentant la source de la Fageotte n'est vulnérable que lorsqu'il est recouvert par les alluvions perméables de la Vézère. Celles-ci peuvent être alimentées par infiltration directe des eaux pluviales ou par écoulement hypodermique des eaux de ruissellement en provenance des reliefs situés à l'Est de la vallée.
- La source de la Haute Fageotte se situe à flanc de colline. Ne disposant pas d'exutoire, ses écoulements s'épandent au milieu de la parcelle 383 concernée par le projet.

1.5 Hydrologie

Le réseau hydrographique est analysé à l'échelle communale puis à l'échelle du projet.

■ Réseau hydrographique communal

Le bassin de la Dordogne est un milieu richement aquatique. Il est le berceau d'écosystèmes d'intérêt et un des moteurs économiques de la région.



Figure 37 - Réseau hydrographique à l'échelle régionale (Source : AEAG, DIREN, EPIDOR)

Le réseau hydrographique communal est constitué par :

- La rivière Vézère
- Les affluents de la Vézère : le Doiran, le P4161010

■ Réseau hydrographique à l'échelle du projet

Cours d'eau

Le réseau hydrographique autour du site est principalement constitué de la rivière La Vézère, située à environ 650 m à l'Est des limites du projet, et de ses affluents : le Doiran à 350 m au Nord du périmètre et du ruisseau P4161010 à environ 700 m au Sud.

Le site à l'étude est situé dans la zone hydrographique « **La Vézère du confluent de la Laurence au confluent du Thonac** » (P416).

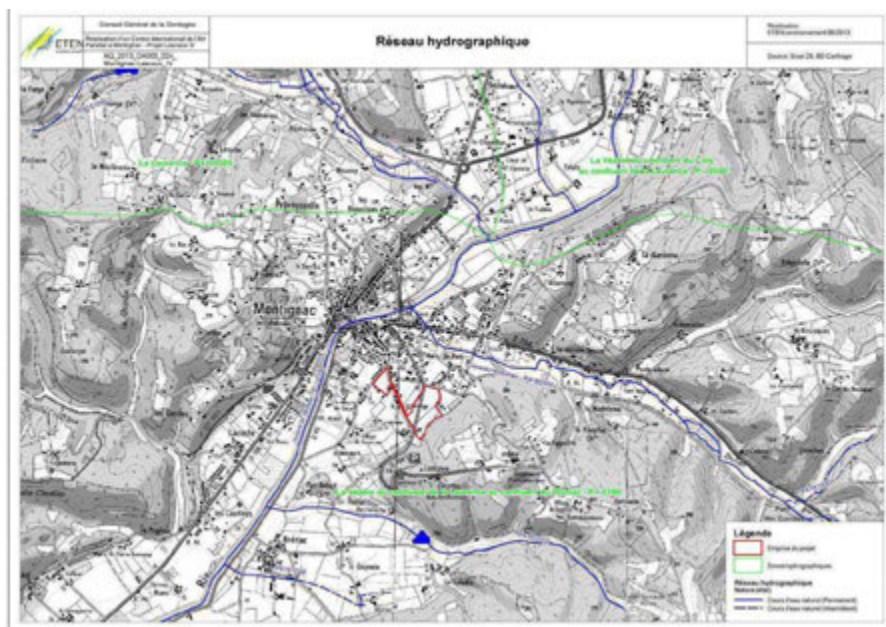


Figure 38 - Réseau hydrographique aux abords du projet (Source : Dossier de déclaration au titre du Code de l'environnement, ETEN Environnement, juin 2013)

	Longueur	Source	Embouchure
La Vézère	211,2 km	Meymac	La Dordogne
Le Doiran	6km	Malardel	La Vézère
P4161010	3km	La Combe	La Vézère

Figure 39 - Tableau des cours d'eau à proximité (Source : EPIDOR)

La Vézère possède un débit moyen de 58,9 m³/s aux fluctuations saisonnières bien marquées, oscillant entre 98,6 m³/s en Février et 19,4 m³/s en Août (données calculées sur 41 ans à la station hydrologique Campagne, située 35 km en aval de Montignac).



Figure 40 - Photographie de la Vézère à Montignac (Source : Eric Coll)

Le site ne jouxte aucun des trois cours d'eau précédemment cités.

Bassins versants

Dans le cadre de la rédaction du dossier Police de l'eau, le bureau d'études ETEN Environnement a établi un diagnostic du réseau hydraulique à l'échelle du périmètre du projet

L'emprise du projet s'intègre au sein de deux bassins versant naturels :

- le bassin versant du CIAPML et du parking P1 (noté BV1) : il présente une surface totale de 30,659 ha. Le projet de centre d'art pariétal et du parking P1 se situe en effet en contrebas d'une butte majoritairement boisée, et reçoit par conséquent les eaux de ruissellement de ce secteur, qui suivent la topographie accidentée. Ce bassin versant est divisé en 3 sous-bassins :
 - o BV1a, correspondant au cône de pente de la colline comprenant le CIAPML jusqu'à l'avenue du Barry (14,85 ha)

- BV1b, correspondant à l'emprise du futur parking P1 (1,86 ha)
- BV1c, correspondant au cône issu de la face Ouest de la colline (13,95 ha)
- le bassin versant du parking P2 (noté BV2) : il présente une surface de 3,25 ha. Il comprend en plus de l'emprise même du futur parking, les eaux de ruissellement des parcelles le jouxtant au Sud, en raison de la topographie du projet (absence de fossés).

	BV1	BV2
Surface (ha)	35,659	3,248
Longueur hydraulique (m)	718	282
Pente (m/m)	0,074	0,001

Figure 41 - Caractéristiques des bassins versants étudiés (Source : Dossier Police de l'eau provisoire, ETEN Environnement, mai 2013)

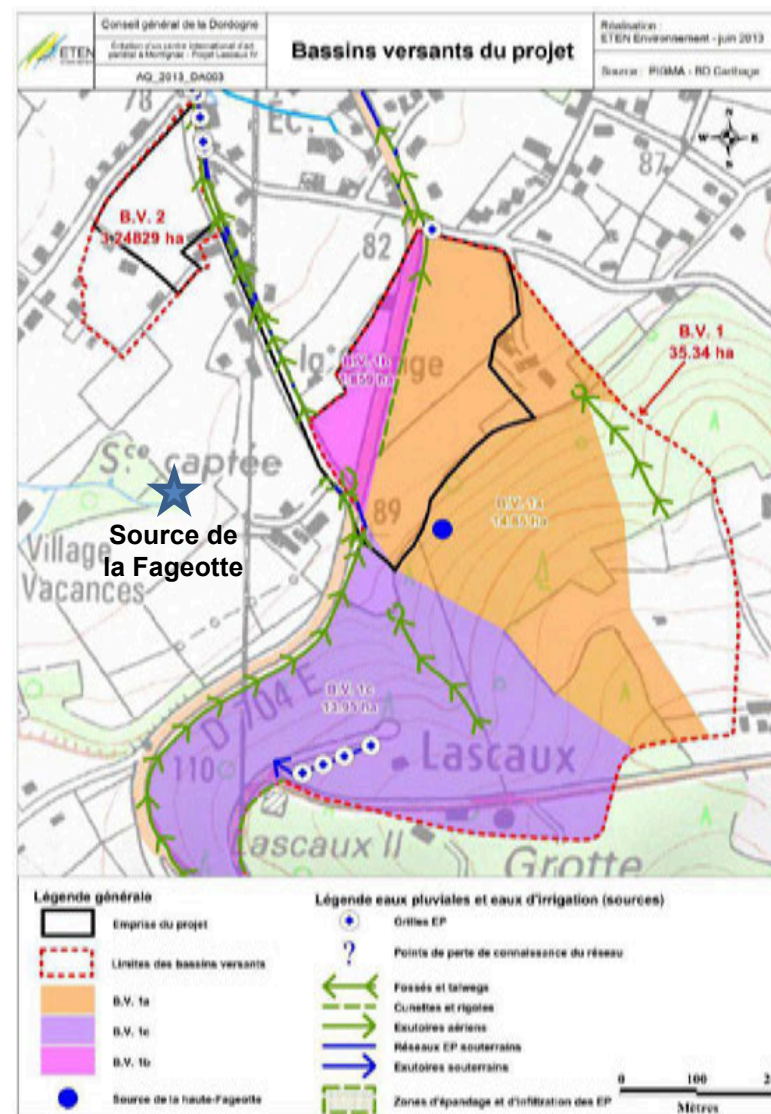


Figure 42 - Bassins versant du projet, carte 1 (Source : Dossier Police de l'eau, ETEN Environnement, juin 2013)

Fossés

Il n'y a pas de fossé à proprement parler au sein de la zone d'étude mais des talwegs permettant de canaliser les eaux de pluies le long de ces axes :

- le long de l'avenue de Lascaux, à partir du site de Lascaux II
- le long de la rue du Barry, du côté de la future aire de stationnement.



Figure 43 - Photographie de la structure de la RD704^{E1} (Source : ALTO Ingénierie)

La topographie du secteur qui draine les eaux de ruissellement en direction de la Vézère est un paramètre important dans la compréhension des écoulements.



Figure 44 - Photographie de la rue du Barry (Source : ALTO Ingénierie)

Hydrologie, les éléments à retenir :

- Le réseau hydrographique est peu présent à l'échelle du site. Il est composé de talwegs canalisant les eaux de ruissellement le long des voies.
- Le secteur est très influencé par l'hydrographie et par la topographie locale.

1.6 Etat des masses d'eaux

Avant de faire l'état des masses d'eaux souterraines et superficielles, une analyse de la situation générale du bassin de la Dordogne sera réalisée afin de mettre en relief la sensibilité de ces différents milieux.

■ Situation générale du bassin de la Dordogne

Le contexte régional peu urbanisé (5 villes de 10 000 à 50 000 habitants : Brive-la-Gaillarde, Aurillac, Périgueux, Bergerac, Libourne ; et une densité moyenne de population de 46 hab. /km² contre 100 hab. /km² au niveau national) ainsi que la présence industrielle éparse basée sur une économie agricole et sylvicole participe à la préservation de la qualité des eaux des rivières. On note cependant des « *points noirs* » faisant l'objet de classement en zones d'actions prioritaires pour la pollution domestique et industrielle.



Figure 45 - Carte des zones de vulnérabilité (Source : AEAG « SDAGE », EPIDOR « Géologie »)

Depuis la mise en service des premières stations de mesures en 1971, on note les tendances suivantes :

- Une diminution de la pollution par les matières azotées à partir des années 80 (ammonium et nitrites)
- Une augmentation progressive de la concentration en nitrate (en moyenne 2 mg/l en 30 ans)
- La persistance de pollutions chroniques par les orthophosphates, responsables principaux du phénomène d'eutrophisation.

Montignac se trouve en zone karstique : l'infiltration des eaux dans les massifs calcaires a créé un important réseau de galeries et de rivières souterraines. Ces réseaux sont mal connus et particulièrement sensibles à la pollution diffuse d'origine agricole et domestique.

▪ **Etat des eaux souterraines**

Deux états sont à prendre en compte dans l'évaluation de l'état des eaux souterraines :

- L'état chimique
- L'état quantitatif

L'évaluation de l'état chimique s'appuie sur des normes de qualité établies au niveau européen pour une liste donnée de substances. Elles sont ensuite complétées par des valeurs seuils fixées pour des substances adaptées à la situation de chaque masse d'eau.

L'état quantitatif s'apprécie sur l'équilibre entre prélèvements et recharge de la nappe. Le bon état est atteint lorsque les deux états sont respectés.

Le tableau ci-dessous indique :

- L'état de chaque masse d'eau souterraine, évalué de 2008 à 2009 dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2010-2015,
- Les objectifs d'atteinte de bon état fixés par le SDAGE du Bassin Adour-Garonne

S'en suivra un diagnostic de la qualité de l'eau issue de la source de la Fageotte.

Masse d'eau souterraine	Type et état hydraulique	Etat chimique (2008-2009)	Etat quantitatif (2008-2009)	Objectif de bon état global*
FRFG099 Alluvions de la Vézère et de la Corrèze	Alluvial, libre	Bon	Bon	2015
FRFG078 Sables, grès, calcaires et dolomies de l'infratoarcien	Dominante sédimentaire non alluviale majoritairement, captif	Mauvais pesticides, nitrates : présents dans la partie exploitée de la ressource	Bon	2027
FRFG080 Calcaires du jurassique moyen et supérieur captif	Dominante sédimentaire non alluviale, captif	Bon	Mauvais prélèvements agricoles et domestiques	2027
FRFG065 Calcaires, grès et sables du crétacé sup basal libre en Périgord Sarladais Bouriane	Dominante sédimentaire non alluviale, libre	Mauvais pesticides , des produits phytosanitaires détectés dans 40% des stations de suivi	Bon	2027

*Fixé par le SDAGE Adour Garonne 2010-2015

Figure 46 - Tableau récapitulatif des masses d'eaux souterraines (Source : SDAGE 2010-2015)

Sur les 4 nappes identifiées, seules les alluvions de la Vézère accusent un bon état global.

L'état des nappes est le reflet d'une région très agricole, touchée par l'usage de produits phytosanitaires. Les directives du SDAGE et les changements de pratiques agricoles devraient permettre de recouvrer des nappes saines d'ici l'horizon 2027. On note que cet horizon à long terme se justifie par les temps de transfert des polluants longs au sein des nappes profondes, les délais de renouvellement des eaux atteignent plusieurs décennies.

Source de la Fageotte

Le site est localisé à proximité de la source de la Fageotte. L'eau est de type bicarbonaté calcique et de minéralisation totale moyenne avec une conductivité de l'ordre de 520µS/cm et un résidu sec de l'ordre de 350 mg/L. Cette eau est conforme aux normes de potabilité en vigueur.

L'eau ne présente pas de signe particulier de pollution, en dehors de la présence en faible nombre de bactéries d'origine fécales qui rend nécessaire la stérilisation avant distribution. Elle est exempte de traces d'hydrocarbures et de métaux lourds. Des traces de pesticides sont observées de manière dispersée (0,03 µg/l de destyl-atrazine en septembre 2009).

La localisation de la source dans la vallée la rend vulnérable aux pollutions de surface. La situation de la source dans les alluvions de la Vézère laisse craindre un mélange local des eaux de la nappe superficielle des alluvions alimentée par les eaux d'infiltration, les eaux de la nappe du Coniacien et les eaux de ruissellement avec les eaux de la nappe du Turonien.

Etat des eaux superficielles

Deux états sont à prendre en compte dans l'évaluation de l'état des eaux superficielles :

- L'état chimique
- L'état écologique

L'état chimique est destiné à vérifier le respect des normes de qualité environnementale fixées par des directives européennes. Il se décline en deux classes : le respect ou le non-respect. Les paramètres concernés sont les substances dangereuses qui figurent à l'annexe IX et les substances prioritaires citées à l'article 16, paragraphe 7, de l'annexe 10 de la DCE.

L'état écologique se décline en cinq classes d'état, variant de très bon à mauvais. Il se base sur des paramètres biologiques, hydromorphologiques et physico-chimiques. Le bon état d'une eau de surface est atteint lorsque son état écologique et son état biologique sont à minima bons.

Le tableau suivant indique :

- l'état de chaque masse d'eau superficielle, évalué de 2006 à 2007 dans le cadre de l'élaboration du SDAGE 2010-2015,
- les objectifs d'atteinte de bon état fixés par le SDAGE du Bassin Adour-Garonne

Masse d'eau superficielle	Etat chimique (2006-2007)	Etat écologique (2006-2007)	Objectif de bon état global*
FRFR341 La Vézère du confluent de l'Elle au confluent de la Dordogne	Bon	Moyen	2015
FRFR341_4 Le Doiran	Très bon	Bon	2015

*Fixé par le SDAGE Adour Garonne 2010-2015

Figure 47 - Tableau des masses d'eaux superficielles (Source : SDAGE 2010-2015)

La qualité des eaux de surface est globalement bonne aux abords de Montignac.

Le Turançon, Le Doiran, les ruisseaux P4141000, P4161010 et P4161020 ne possèdent pas de station de mesure.

Il est à noter que la qualité de l'eau de la Vézère est globalement meilleure en aval de Montignac plutôt qu'en amont. Ceci peut s'expliquer par une dilution des pollutions due à la confluence des différentes rivières proches comme La Laurence dont les paramètres sont excellents.

La présence de différents points de pressions domestiques, agricoles et industrielles est à noter.

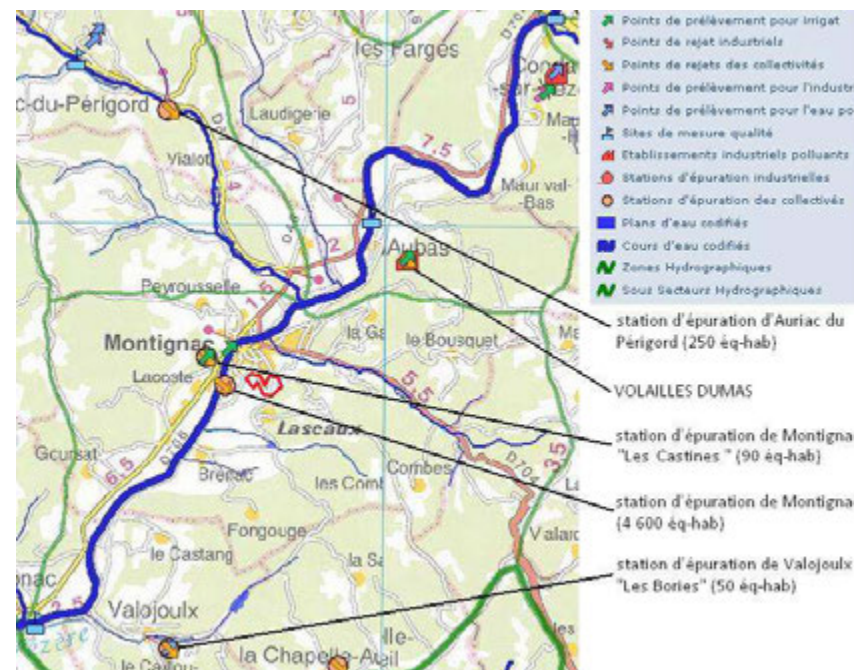


Figure 48 - Infrastructures, prélèvements et rejets sur la Vézère et ses affluents (Source : SIE Adour Garonne)

Les rejets de la collectivité d'Aubas (au point SC_052401R001) et de l'établissement Volailles Dumas (code EI24014003) n'ont jamais fait l'objet de contrôle, de même que les rejets agricoles du territoire.

Etat des masses d'eaux, les éléments à retenir :

- Etat des masses d'eaux souterraines : mauvais état global (pollutions pesticides et nitrates), du fait de l'activité agricole
- Etat des masses d'eaux superficielles : bon état global

1.7 Usage des masses d'eaux

Les usages des eaux sont regroupés en plusieurs catégories :

- Les usages liés aux captages d'Alimentation en Eau Potable (AEP)
- Les usages agricoles
- Les usages liés à la pêche
- Les usages liés à la baignade et aux loisirs nautiques

■ Usage des eaux souterraines

Les aquifères servent d'Alimentation en Eau Potable (AEP). Deux sources alimentent la commune de Montignac : La Fageotte et Font Nègre.

Source de la Fageotte

La source de la Fageotte alimente la quasi-totalité du bourg de Montignac en eau potable. Elle émerge en pied de coteaux en amont immédiat des vallées alluviales.

Implantée à 500 m en rive gauche de la Vézère et à 1 km au Sud-Est du bourg, le trop-plein de la source de la Fageotte donne naissance à un ruisseau qui se déverse dans la Vézère. Le débit moyen de cette source s'établit vers 60 m³/h. La localisation du projet à proximité de cette source la rend particulièrement vulnérable aux pollutions.

Captage	N° BSS	Profondeur	Section	N° de parcelle	Propriétaire
Source de La Fageotte	0784-5x-0008	80 m NGF	BE	180	Commune de Montignac

Figure 49 - Localisation du captage AEP de La Fageotte (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)

Source principale de la commune, elle a fait l'objet en 2008 d'une déclaration d'utilité publique (DUP) portant sur l'installation de périmètres de protection édictant un certain nombre de prescriptions visant à sa protection. Un arrêté préfectoral en date du 2 mars 2010 en fixe les règles.

La source de la Fageotte dispose de **3 périmètres de protection** :

- Le périmètre de protection rapprochée I

Il correspond à l'environnement immédiat du captage (parcelle 180 de la section BE), les contraintes y sont très fortes. Seules les activités nécessaires au service de l'eau sont autorisées.

Une section de la rue du Barry se trouve dans ce périmètre.

- Le périmètre de protection II

Il correspond à une partie de l'aire d'alimentation du captage dans laquelle sa vulnérabilité est élevée, les contraintes sont moins fortes que pour le PPRI.

Le site du CIAPML, le parking P1, les sections de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou concernés par des aménagements s'inscrivent dans ce périmètre.

- Le périmètre de protection III

Il s'inscrit dans l'aire d'alimentation proche du captage, il correspond à une réserve foncière pour la réalisation d'une route, les contraintes sont adaptées au projet routier.

Une section de la rue du Barry se trouve dans ce périmètre.

On note aussi la présence d'un périmètre de protection éloignée correspondant à la partie du coteau de Lascaux où les écoulements superficiels sont susceptibles d'atteindre le captage.

Du fait de la vulnérabilité du secteur et de la localisation du site au cœur des périmètres de protection rapprochée de captage de La Fageotte, la maîtrise des eaux pluviales et leur gestion sont des problématiques majeures auxquelles l'ensemble des aménagements devront répondre.

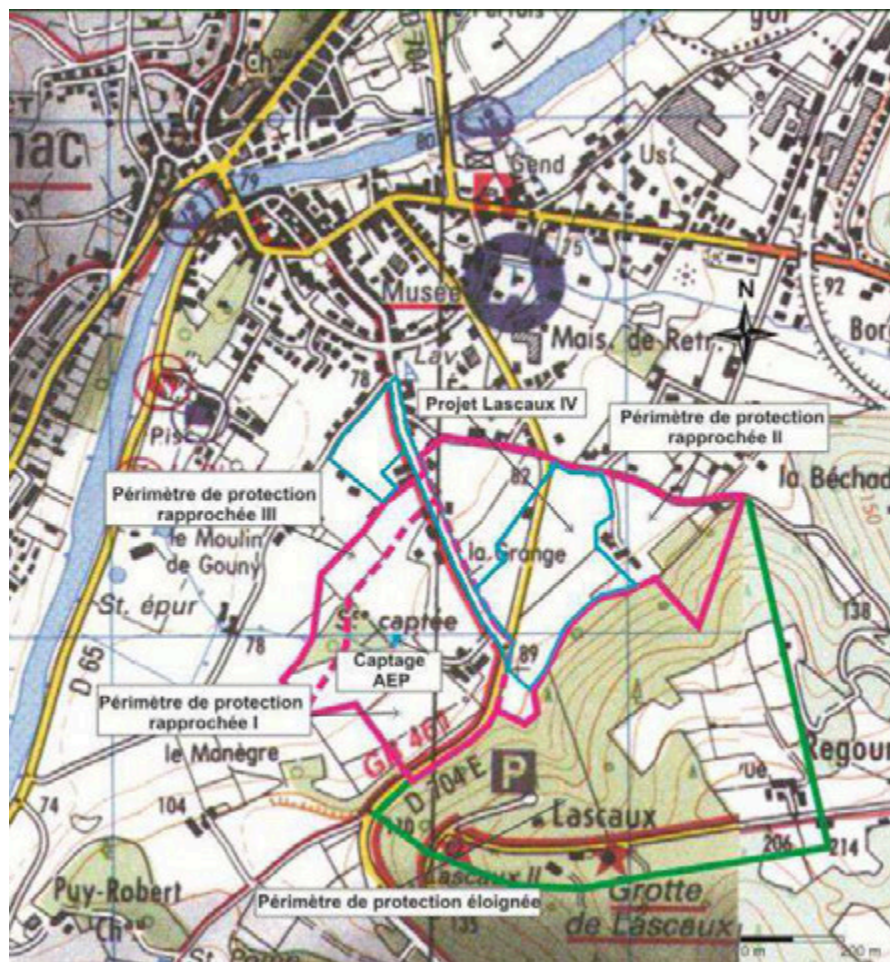


Figure 50 – Localisation de la source de La Fageotte, de ses périmètres de protection et du site du projet (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)

Interconnexion avec la source de Saint-Amand-de-Coly

Montignac n'a pas, sur la commune, de ressource alternative en cas de problème sur la source de la Fageotte. Un projet d'interconnexion avec la source de St Amand de Coly est en cours.

Le projet prévoit une desserte gravitaire vers Montignac jusqu'au site de la Fageotte (scénario 2).

Un forage avait été créé en 2002 pour l'alimentation en eau potable de la commune de Saint-Amand-de-Coly.

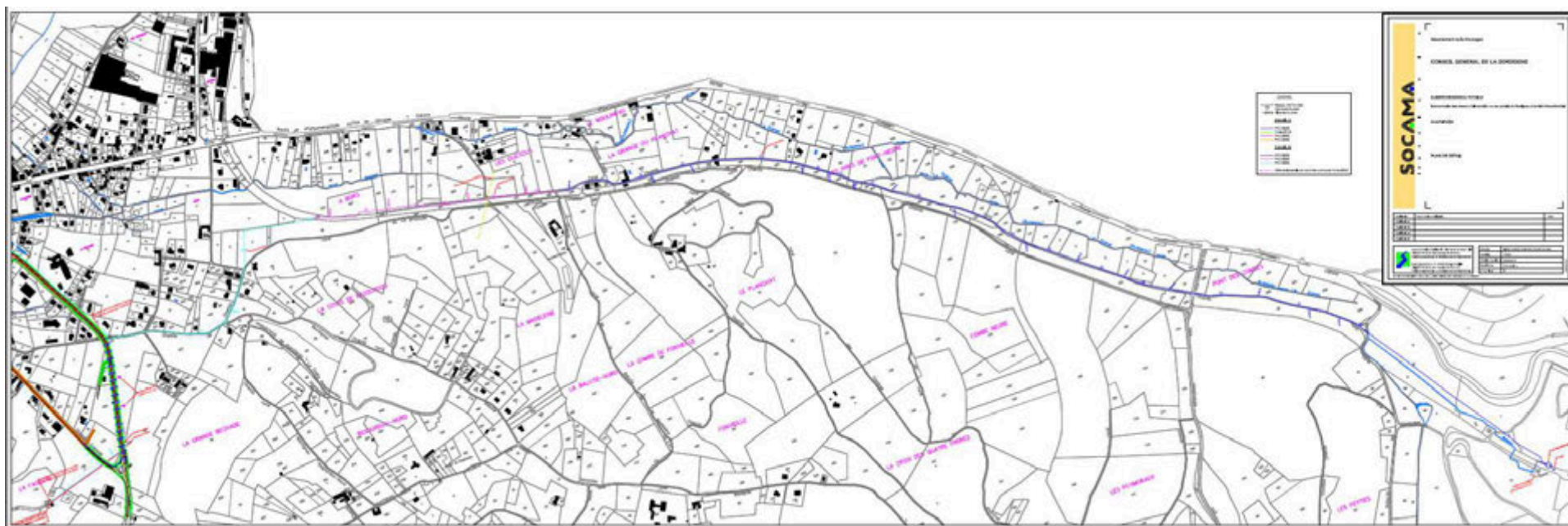


Figure 51 - Interconnexion des réseaux d'alimentation en eau potable de Montignac et de Saint-Armand-de-Coly (Source : SOCAMA Ingénierie)

L'adduction du périmètre du projet, se fera par le biais du chemin du Régourdou et de l'avenue de Lascaux (alimentant par la même deux bornes incendies) avant de se raccorder au captage de la source de la Fageotte.



Figure 52 - Interconnexion à la source et défense incendie au niveau de Montignac (Source : SOCAMA Ingénierie)

Source de la Haute Fageotte

D'abord utilisée par les habitants de *La Grande Béchade*, y compris pour un usage d'eau potable, son usage fut arrêté suite à un problème d'intrusion de cette eau dans le réseau d'eau potable via le réseau d'habitation. Elle est aujourd'hui encore en partie canalisée par ces derniers.

■ Usage des eaux superficielles

Les eaux superficielles servent d'exutoire aux eaux pluviales.

La Vézère est classée en seconde catégorie piscicole. Cette catégorie est fonction des populations piscicoles en présence et permet d'organiser la pratique de la pêche et d'en conditionner les périodes d'ouverture. L'espèce biologique dominante est constituée essentiellement de poissons blancs (cyprinidés) et de carnassiers (brochet, sandre et perche). Le Doiran est également classé en seconde Catégorie.

Deux bras morts en aval de Montignac en rive droite et au lieu-dit « Biars » sont déclarés réserves permanentes.

La baignade est pratiquée de manière spontanée dans de nombreux cours d'eau du bassin de la Dordogne. Les loisirs autour de l'eau constituent un atout majeur pour l'attractivité touristique de la région. Des parcours nautiques sont parfois mis en relation avec des itinéraires de randonnée non motorisés.

La Vallée de la Vézère est un lieu prisé pour les balades en canoë/kayak.

Usage des masses d'eaux, les éléments à retenir :

- Usage des eaux souterraines : un point de captage AEP, la source de La Fageotte
- Inscription de la section de la rue du Barry concernée par des aménagements au sein du périmètre de protection I
- Inscription du site du CIAPML, du parking P1 et des sections de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou au sein du périmètre de protection II
- Inscription d'une section de la rue du Barry au sein du périmètre de protection III

- Le parking P2 se trouve en dehors de tout périmètre de protection rapprochée de la source de la Fageotte.
- Projet d'interconnexion avec la source de St Amand de Coly
- Source de la Haute Fageotte en partie canalisée pour les habitants de la « Grand Béchade », usage passé en tant qu'eau potable
- Usage des eaux superficielles : exutoires aux eaux pluviales, réserves piscicoles, espaces de loisirs

1.8 Documents cadres de gestion des eaux

La commune de Montignac est concernée par 5 documents majeurs régissant la politique de l'eau à diverses échelles

▪ Directive Cadre sur l'Eau (DCE ou Water Framework Directive)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) est une directive européenne adoptée en 2000 qui a pour but de prévenir et réduire les pollutions aquatiques au sein des Etats membres. Cette directive fixe une méthode de gestion des masses d'eaux souterraines et superficielles par bassin aquatique. L'objectif général est d'atteindre d'ici à 2015 le bon état des différents milieux sur tout le territoire européen. Cette directive a pour conséquence directe la mise en place d'états des lieux exhaustifs des eaux ainsi que les programmes décrits ci-dessous.

Les grands principes de la DCE sont les suivants :

- Une gestion par bassin versant
- La fixation d'objectifs par masse d'eau
- Une planification et une programmation avec une méthode de travail spécifique et des échéances
- Une analyse économique des modalités de tarification de l'eau et une intégration des coûts environnementaux
- Une consultation du public dans le but de renforcer la transparence de la politique de l'eau

▪ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Adour-Garonne 2010-2015

La zone d'étude est intégrée au Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Bassin Adour-Garonne. Approuvé le 22/12/2009, il concerne un territoire de 116 000 km² comprenant 6 régions en tout ou partie (Aquitaine, Midi-Pyrénées, Poitou-Charentes, Languedoc-Roussillon, Auvergne et Limousin). Ce bassin est lui-même décomposé en 6 autres (Adour, Charente, Dordogne, Garonne, Lot et Tarn/Aveyron). Ce document concerne l'ensemble des milieux superficiels et souterrains et donne les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée pour une période de 6 ans. Il intègre les obligations définies par la directive cadre

sur l'eau, ainsi que les orientations du Grenelle de l'environnement pour un bon état des eaux d'ici 2015.

Les objectifs du SDAGE du bassin Adour-Garonne sont précisés ci-après :

- Créer les conditions favorables à une bonne gouvernance
- Réduire l'impact des activités sur les milieux aquatiques
- Gérer durablement les eaux souterraines
- Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques et humides
- Assurer une eau de qualité pour des activités et usages respectueux des milieux aquatiques
- Maîtriser la gestion quantitative de l'eau dans la perspective du changement climatique
- Privilégier une approche territoriale et placer l'eau au cœur de l'aménagement du territoire

Au niveau régional, l'agence de l'eau Adour-Garonne est responsable principalement de la gestion financière du bassin (redevances, aides). Les autres missions sont les suivantes : production et gestion des données sur l'eau (Système d'Information sur l'Eau (SIE)), information et sensibilisation, recherche et prospective dans le domaine de l'eau. Ce bassin représente un cinquième du territoire national.



Figure 53 - Carte du Bassin Adour Garonne (Source : Agence de l'eau Adour Garonne)

A l'échelle départementale, des commissions territoriales gèrent la politique de l'eau à l'échelle d'un sous bassin. La Vallée de la Vézère se trouve sous la responsabilité de l'Etablissement Public territorial du bassin de la Dordogne (EPIDOR).

▪ **Schéma départemental des rivières de la Dordogne**

Le Schéma départemental des rivières de la Dordogne est rédigé sous l'égide du Conseil Général avec l'aide de partenaires tels que l'Agence de l'eau, les services de l'Etat, la fédération de pêche et la Région Aquitaine. Ce schéma, adopté en novembre 2012, constitue une ligne de conduite commune pour atteindre les objectifs de bon état des masses d'eau fixés par la Directive Cadre sur l'Eau. Le schéma départemental des rivières de la Dordogne concerne un réseau hydrographique de plus de 5 000 km.

▪ **Plan de Gestion d'Etiage (PGE) Dordogne Vézère**

Le Plan de Gestion d'Etiage (PGE) Dordogne Vézère a été validé par le préfet du bassin de la Dordogne en 2009.

Du fait d'une faible pluviométrie et d'un important besoin d'irrigation, les débits limités du bassin de la Dordogne en été sont une source de préoccupation. Le PGE est une procédure spécifique du SDAGE Adour Garonne visant à instaurer de nouvelles règles de partage de la ressource. Elle se traduit par un contrat entre les acteurs institutionnels qui définit des objectifs de débit, ainsi que les aménagements et les financements nécessaires pour les atteindre. Ce plan s'applique au bassin de la Dordogne, de la Gironde au Puy-de-Dôme.



Figure 54 - Carte du bassin Dordogne Vézère (Source : EPIDOR)

- **Schéma Départemental de l'Eau Potable (SDEP) de la Dordogne**

Le Schéma Départemental de l'Eau Potable (SDEP) de la Dordogne, approuvé par le Conseil Général en 2005, concerne les 9 060 km² du département. Il a été engagé afin de définir un programme d'actions à engager par les collectivités pour atteindre la conformité réglementaire et répondre aux besoins de la population.

- **Zone de répartition des eaux (ZRE)**

Les zones de répartition des eaux sont des zones comprenant des bassins, sous-bassins, fractions de sous-bassins hydrographiques ou des systèmes aquifères, caractérisées par une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins. Ces dispositions sont destinées à permettre une meilleure maîtrise de la demande en eau, afin d'assurer au mieux la préservation des écosystèmes aquatiques et la conciliation des usages économiques de l'eau. Ces zones sont définies par le décret n°94-354 du 29 avril 1994, modifié par le décret n°2003-869 du 11 septembre 2003. Classées par décret, ces zones sont traduites en liste de communes par les préfets des départements. Dans ces zones, les seuils d'autorisation et de déclaration des prélèvements dans les eaux superficielles comme dans les eaux

souterraines sont abaissées. Dans ces zones, les prélèvements d'eau supérieurs à 8 m³/s sont soumis à autorisation et tous les autres sont soumis à déclaration.

La commune de Montignac dans son ensemble est concernée par ce zonage, par arrêté en date du 10/09/2004.

- **Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin Vézère Corrèze (en projet)**

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin Vézère Corrèze est en cours d'élaboration. La Commission Locale de l'Eau (CLE) regroupant des élus, des usagers et des représentants des administrations en a la responsabilité.

Le bassin versant de la Dordogne est divisé en 4 SAGE. Le SAGE Vézère-Corrèze comprenant la ville de Montignac s'inscrit sur 3 départements : la Dordogne, la Corrèze et la Haute-Vienne.



Figure 55 - Proposition de découpage du bassin versant de la Dordogne en 4 SAGE (Source : EPIDOR)

Localement, des comités de rivière rassemblent des porteurs de projets (tel que le syndicat mixte de la vallée de Vézère, basé à la mairie de

Montignac) et des financeurs publics pour conduire, dans le cadre d'un contrat de rivière, un programme quinquennal d'actions. Il reprendra les objectifs dictés par le SDAGE.

Documents cadres sur la gestion des eaux, les éléments à retenir :

- La zone d'étude est concernée par le SDAGE Adour-Garonne et par la Zone de répartition des eaux. Ces points sont abordés dans le cadre du Dossier Loi sur l'eau.
- Le SAGE en projet viendra compléter la politique de gestion de l'eau à l'échelle du bassin de la Dordogne.
- La prise en compte de ces documents cadres s'avère indispensable dans la mesure où des masses d'eaux souterraines et superficielles se trouvent dans un proche périmètre du projet.

2. ENVIRONNEMENT NATUREL

Cette section a été alimentée par l'étude et les inventaires réalisés par le bureau d'études ETEN Environnement

Dans cette deuxième section, il s'agit ici de caractériser le site d'un point de vue écologique, c'est-à-dire ses grandes composantes, sa diversité et richesse biologiques ainsi que les potentialités d'expression de cette richesse.

2.1 Périmètres réglementaires

La commune de Montignac ainsi que les communes limitrophes comprennent des périmètres de protection de la biodiversité à forts enjeux, notamment en raison de la présence de masses d'eau offrant un intérêt écologique important.

Le projet de création du centre d'art pariétal n'est inclus dans aucun périmètre de protection.

Les périmètres de protection et d'inventaires environnementaux les plus proches du projet sont présentes dans les paragraphes suivants.

■ Le site Natura 2000 « La Vézère » (FR7200668)

La commission européenne, en accord avec les Etats membres, a fixé le 21 mai 1992 le principe d'un réseau européen de zones naturelles d'intérêt communautaire. Ce réseau est nommé Natura 2000.

L'objectif de ce réseau écologique est de favoriser le maintien de la diversité des espèces et des habitats naturels sur l'ensemble de l'espace communautaire en instaurant un ensemble cohérent de sites remarquables, appelés « sites Natura 2000 », tout en tenant compte des exigences économiques, sociales et culturelles (Conseil de l'Europe, 1992).

Le réseau Natura 2000 est le résultat de la mise en œuvre de deux directives européennes :

- La directive 97/62/CEE, dite « Directive Habitats » du 27 octobre 1997 portant adaptation à la Directive 92/43/CEE sur la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages. Elle désigne les Zones Spéciales de Conservation (ZSC)
- La directive 79/409/CEE, dite « Directive Oiseaux » concernant la conservation des oiseaux sauvages. Elle désigne des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

La commune de Montignac est concernée par le site Natura 2000 « **La Vézère** » (FR7200668), localisé à 410 m à l'Ouest du parking P2 et à 600 m du futur CIAPML.

Le site Natura 2000 FR7200668 a été proposé éligible comme Site d'Intérêt Communautaire en mars 1999, enregistré le 26 janvier 2013. Son Document d'Objectif est à lancer. D'une altitude variant de 50 m à 95 m pour une superficie de 450 hectares, il se situe dans le département de la Dordogne.

Cette zone, d'une superficie de 450 ha, est représentée à :

- 98 % d'eaux douces intérieures
- 1 % de prairies semi-naturelles humides, Prairies mésophiles améliorées
- 1 % de Forêts caducifoliées

Un habitat d'intérêt communautaire au titre de l'annexe I de la Directive habitats est présent sur ce site Natura 2000 :

Code	% de couverture	Représentativité	Superficie relative	Statut de conservation	Evaluation globale
6430 – Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	20	Significative	2% \geq p>0%	Moyenne	Significative

Figure 56 - Habitats d'intérêt communautaire du site FR7200668 (Source : ETEN Environnement)

6 espèces d'intérêt communautaire au titre de l'annexe II de la Directive 92/43/CEE sont présentes sur ce site Natura 2000 :

Code	Population	Conservation	Isolement	Evaluation globale
POISSONS				
1095 Lamproie marine <i>Petromyzon marinus</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
1099 Lamproie de rivière <i>Lampetra fluviatilis</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
1096 Lamproie de Planer <i>Lampetra planeri</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
1102 Grande Alose <i>Alosa alosa</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
1106 Saumon atlantique <i>Salmo salar</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
1134 Bouvière <i>Rhodeus sericeus amarus</i>	2% \geq p>0%	Bonne	Non-isolée	Excellente
INVERTEBRES				
1092 Ecrevisse à pieds blancs <i>Austropotamobius pallipes</i>	2% \geq p>0%	Moyenne	Non-isolée	Moyenne

Figure 57 - Espèces d'intérêt communautaire du site FR7200668 (Source : ETEN Environnement)

Aucun lien hydrographique direct n'existe entre le projet et le site Natura 2000.

Néanmoins, du fait des rejets du réseau d'eaux pluviales de la commune dans la Vézère, le site et la Vézère sont indirectement reliés. Pour autant, on peut d'ores et déjà avancer l'absence d'impact du projet sur le site Natura 2000 la Vézère du fait de la mise en place d'un traitement primaire des eaux de ruissellement issues des parcelles du CIAPML et des aménagements annexes (aires de stationnement).

▪ **Les ZNIEFF**

L'inventaire des zones naturelles d'intérêt écologique floristique et faunistique identifie, localise et décrit les sites d'intérêt patrimonial pour les espèces vivantes et les habitats. Il rationalise le recueil et la gestion de nombreuses données sur les milieux naturels, la faune et la flore. Etabli pour le compte du Ministère de l'environnement, il constitue l'outil principal de la connaissance scientifique du patrimoine naturel et sert de base à la définition de la politique de protection de la nature. Il n'a pas de valeur juridique directe mais permet une meilleure prise en compte de la richesse patrimoniale dans l'élaboration des projets susceptibles d'avoir un impact sur le milieu naturel. Ainsi, l'absence de prise en compte d'une ZNIEFF lors d'une opération d'aménagement relèverait d'une erreur manifeste d'appréciation susceptible de faire l'objet d'un recours. Les ZNIEFF constituent en outre une base de réflexion pour l'élaboration d'une politique de protection de la nature, en particulier pour les milieux les plus sensibles : zones humides, landes, etc...

Il s'agit de périmètres d'inventaire, dont on distingue 2 types :

- Les ZNIEFF de type 1, qui correspondent à des secteurs d'une superficie généralement limitée, définies par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional ;
- Les ZNIEFF de type 2, qui correspondent à de grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou qui offrent des potentialités biologiques importantes. Ces zones peuvent inclure une ou plusieurs zones de type I.

La commune de Montignac ne comprend aucune ZNIEFF ou ZICO.

L'emprise du projet n'intercepte ou n'a aucun effet direct sur une ZNIEFF environnante.

La ZNIEFF la plus proche est une ZNIEFF de type 2 dénommée « **Causse de Terrasson** » (4238) localisée à 3,9 km environ au Nord-Est de l'emprise du projet.

La carte page suivante localise la position du projet vis-à-vis des périmètres de protection environnementaux et d'inventaires.

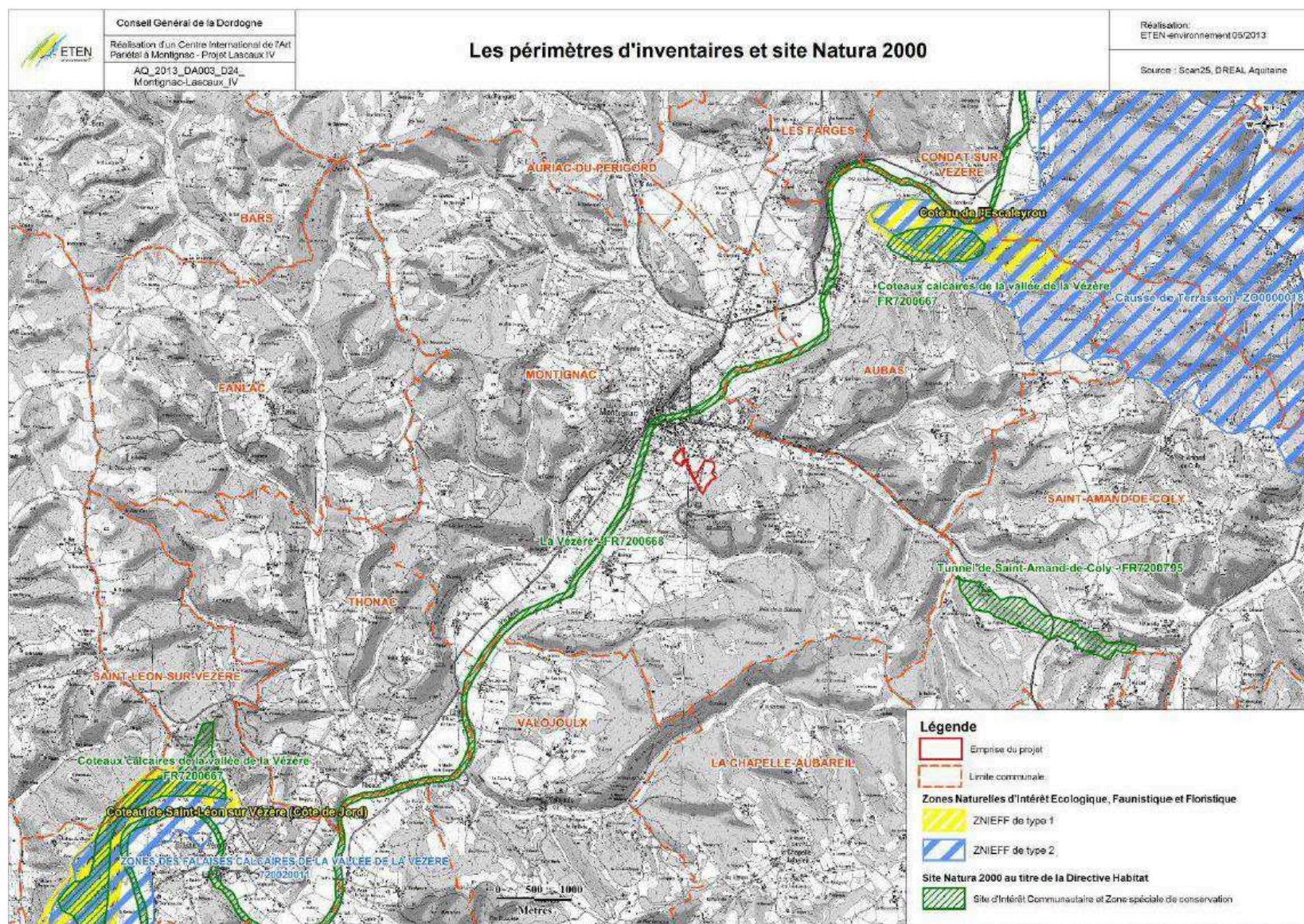


Figure 58 - Périmètres d'inventaires et site Natura 2000 (Source : ETEN Environnement)

2.2 Habitats naturels

■ Contexte général

Intitulé	Code CORINE Biotope	Code EUR15 / Natura 2000
Fourrés	31.8	/
Fruticées	31.811	/
Fourré humide	44.92	/
Prairie mésophile	38.1	/
Pelouse sèche semi-naturelle à Orchidées	34.32	6210*
Chênaie acidiphile	41.5	/
Boisement mixte	43	/
Prairie améliorée	81.1	/
Culture	82.1	/
Vergers	83.1	/
Urbain	86	/
Friche	87.1	/
Zone rudérale	87.2	/

Figure 59 - Habitats naturels rencontrés sur le site (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

■ Description des habitats naturels d'intérêt

Un habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire a été recensé sur le site, il s'agit de pelouses sèches-naturelles à Orchidées.

Les pelouses (ccb : 34.32 / eur 15 : 6210*)

Il s'agit de formations dominées par des graminées pérennes, colonisant des sols calcaires souvent pauvres. Cet habitat assez rare peut être classé d'intérêt communautaire prioritaire (au sens de la directive habitat) selon son cortège floristique. Les zones abritant plusieurs espèces d'orchidées (*Dactylorhiza fuchsii*, *Orphrys apifera*, *Anacamptis pyramidalis*) inscrites à la

liste rouge des orchidées de France sont classées d'intérêt communautaire prioritaire, elles présentent donc un enjeu de conservation modéré à fort.



Figure 60 - Pelouse sèche semi-naturelle (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

■ Description des autres habitats

Les habitats recensés sont principalement des habitats anthropiques liés au contexte semi-urbain : zone bâties, espaces verts, prairies, cultures etc...

Les habitats naturels et anthropiques recensés sont décrits ci-dessous :

Les fourrés (ccb : 31.8)

Il s'agit de formations arbustives. Leur intérêt est hétérogène, il dépend essentiellement des espèces qui les composent. Sur le site, il s'agit d'un fourré de Ronces et Pruneliers. Cet habitat présente un enjeu faible.



Figure 61 – Fourré (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Les fruticees (ccb : 31.811)

Ces communautés se développent sur des sols acides et sous climat atlantique. Les espèces dominantes sont la Ronce (*Rubus sp.*) auxquelles s'ajoutent le Genêt (*Genista sp.*) et le Prunelier (*Prunus sp.*).

Les fourres humides (ccb : 44.92)

Cette formation arbustive est dominée par les Saules (*Salix sp.*) et les Ronces. Les fourrés de Saules se développent au niveau de zones régulièrement engorgées. Il s'agit d'une zone humide au sens de l'arrêté du 1er octobre 2009 (modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides). Cet habitat est présent au sein de la chênaie au niveau de la source. Son enjeu de conservation est modéré.

Les prairies mesophiles (ccb 38.1)

Il s'agit de prairies mésophiles fauchées ou pâturées. Cependant, leur cortège floristique ne leur permet pas d'être éligibles à la Directive Habitats. Ces prairies doivent donc être distinguées des prairies mésophiles d'intérêt communautaire. Ces milieux présentent en général une flore commune, leur enjeu de conservation est modéré.



Figure 62 - Prairie mésophile (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Les chenaies acidiphiles (ccb : 41.5)

Elles se développent sur des sols acides. Cet habitat présente en général une diversité floristique élevée. La strate arborée est dominée par le

Chêne pédonculé. L'intérêt de ces boisements dépend essentiellement de leur âge et de la gestion sylvicole qui en est faite. La présence de vieux Chênes en conditionne l'intérêt, car ces vieux arbres offrent des gîtes aux Chiroptères, des cavités permettant la nidification de nombreux oiseaux et peuvent notamment accueillir des insectes saproxylophages, souvent patrimoniaux. Sur le site, cet habitat présente un enjeu de conservation modéré.

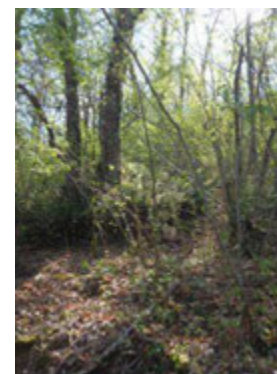


Figure 63 - Chênaie acidiphile (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Boisement mixte (ccb : 43)

Il s'agit de l'ensemble des forêts et bois mixtes caducifoliés et de résineux en mélange. Sur le site, il s'agit principalement de Chênes pédonculés en mélange avec des Pins.

Prairie améliorée (ccb : 81.1)

Il s'agit d'un habitat anthropisé, correspondant à des prairies permanentes semées ou très fortement fertilisées, parfois traitées avec des herbicides sélectifs, avec une flore et une faune appauvrie. Elles présentent un très faible intérêt du point de vue floristique. Leur enjeu de conservation est faible.

Les cultures (ccb : 82.1)

La qualité faunistique et floristique de ces milieux dépend de l'intensité des pratiques agricoles et de la présence ou non de bandes enherbées. Cet habitat peut potentiellement abriter des plantes messicoles rares. Cependant les cultures intensives ne permettent généralement pas aux plantes adventices de se développer. Fortement et régulièrement remaniés, ces milieux anthropisés présentent une très faible valeur patrimoniale.

Les vergers (ccb : 83.1)

Cet habitat correspond à une plantation d'arbres fruitiers au Sud-Ouest de l'aire d'étude. Ces milieux anthropisés offrent peu de potentialités pour la flore et la faune, ils présentent donc un faible intérêt du point de vue de la biodiversité. L'enjeu de conservation de cet habitat est donc très faible du point de vue floristique.



Figure 64 - Verger (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Les zones urbanisées, routes et chemins (ccb : 86)

Il s'agit de l'ensemble de zones urbanisées : bâti, infrastructures routières, parkings, etc. Ces espaces ne présentent aucun intérêt floristique. Leur enjeu de conservation est nul.

Les friches (ccb : 87.1)

Il s'agit essentiellement de milieux anthropisés laissés à l'abandon, des friches agricoles par exemple. Ces habitats sont colonisés par des espèces pionnières, voire de petits ligneux tels que des Ronces selon la durée d' « abandon ». Ces milieux présentent en général peu d'intérêt floristique. Leur enjeu de conservation est très faible.

Les zones rudérales (ccb : 87.2)

Il s'agit ici de parkings. Dans ces milieux, la terre est en général mise à nu ou colonisée par des espèces pionnières. Par ces remaniements, le développement d'espèces envahissantes y est favorisé (milieux perturbés). Ces espaces présentent un très faible intérêt.



Figure 65 - Zone rudérale (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

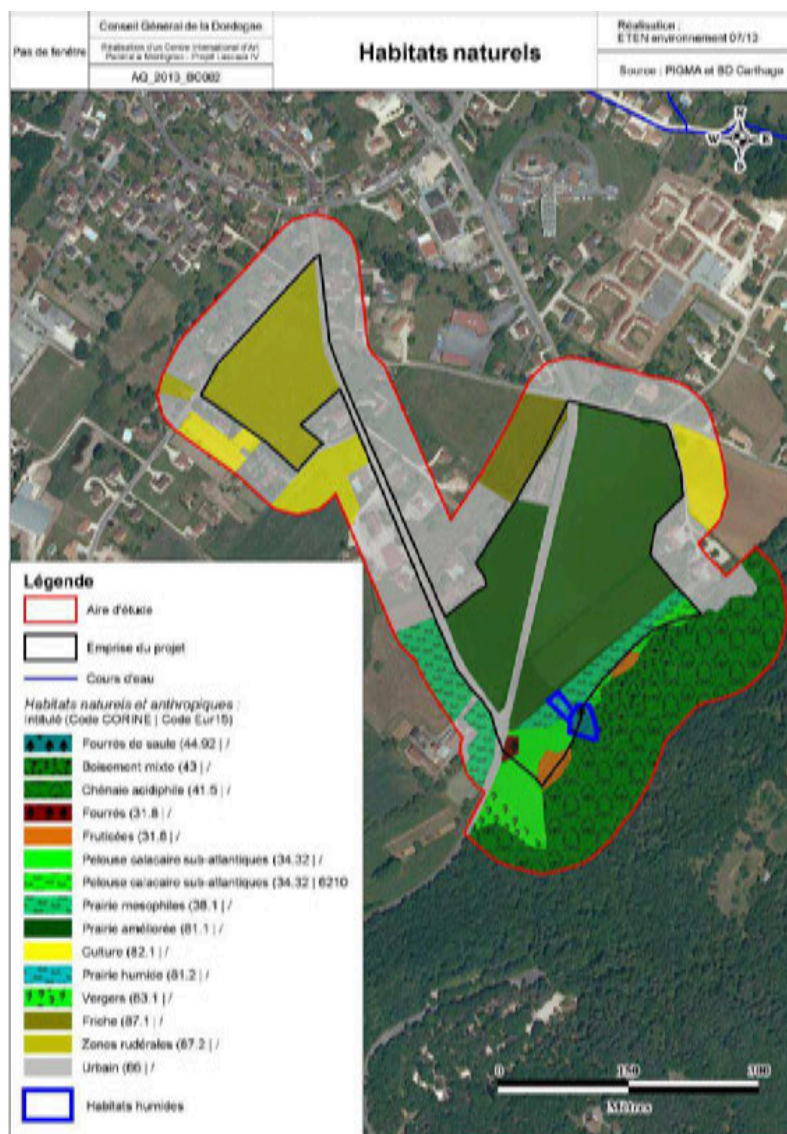


Figure 66 - Carte des habitats naturels (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Les zones humides

Deux habitats naturels identifiés sur le site sont caractéristiques des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. Ces habitats figurent en annexe II de l'arrêté listant les habitats naturels caractéristiques des zones humides.

Il s'agit du fourré humide (composé d'un fourré de Saules et de Ronciers), présent au sein de la chênaie au niveau de la source. Cet habitat représente une surface totale de 0,09 ha. Ainsi que d'une prairie humide représentant une surface totale de 0,04 ha.

Milieus naturels, les éléments à retenir :

- Présence d'un habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire, il s'agit de pelouses sèches-naturelles à Orchidées.
- Présence de milieux humides tels que les fourrés, les prairies humides ou les chênaies acidiphile abritant de nombreuses espèces floristiques et animales.

2.3 Flore

Le périmètre d'étude étant situé en contexte semi-urbain, il abrite une flore commune. Bien qu'aucune espèce végétale protégée n'ait été recensée, il faut noter la présence de plusieurs espèces d'orchidées inscrites à la liste rouge des orchidées de France, au niveau de la pelouse sèche semi-naturelle : *Dactylorhiza fuchsii*, *Orphrys apifera*, *Anacamptis pyramidalis*. A noter que ces espèces ne sont pas protégées en Aquitaine.



Figure 67 - *Orphrys apifera* (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Flore, les éléments à retenir :

- Présence d'orchidées inscrites à la liste rouge des orchidées de France mais ne faisant pas l'objet d'une protection en Aquitaine.

2.4 Faune

▪ Les oiseaux

Le cortège avifaunistique de la zone d'étude est peu diversifié. Il comporte quelques espèces inféodées aux milieux ouverts ainsi qu'aux boisements présents à proximité (Pic vert, Pinson des arbres, Pigeon ramier, ...). Au total, 18 espèces d'oiseaux sont présentes sur l'aire d'étude. 13 espèces sont protégées à l'échelle nationale, 11 sont inscrites en annexe 2 de la Convention de Bern.

Une espèce inscrite en annexe 1 de la Directive Oiseaux a été identifiée : le Milan noir. Un individu de cette espèce a été identifié en chasse sur l'aire d'étude. Le Milan noir est un nicheur commun. Cette espèce a été observée en transit au-dessus du site ce qui constitue un enjeu faible : le site est utilisé uniquement pour la chasse ou survolé.



Figure 68 - Répartition du Milan noir (Source : Nouvel inventaire des oiseaux de France, 2008)

Les autres espèces, bien que protégées au niveau national sont très communes. Elles sont présentes sur l'aire d'étude, mais l'emprise même du projet est peu favorable à ces espèces, les prairies améliorées et les zones rudérales ne constituant pas de site de reproduction.

La liste des espèces d'Oiseaux contactées sur l'aire d'étude est présentée en annexe 2.

■ Les reptiles

Sur l'aire d'étude, aucun reptile n'a été contacté, hormis le lézard des murailles, espèce très commune, présent en lisière et sur les bordures des chemins.

Le **Lézard des murailles** est bien représenté en Aquitaine et très largement distribué en France. C'est certainement le reptile le plus fréquent de la région (Cistude Nature, 2010). Cette espèce utilise les lisières forestières ou les murets comme zone de chauffe.

La liste des espèces de reptiles contactées sur l'aire d'étude est présentée en annexe 3.



Figure 69 - Répartition du lézard des murailles en France (Source : VACHER J-P, 2011)



Figure 70 - Lézard des murailles (Source : ETEN Environnement)

■ Les amphibiens

Les prospections amphibiens ont permis de mettre en évidence la présence d'une espèce commune. L'abreuvoir récoltant les eaux de la source la Haute Fageotte est un site de reproduction la Salamandre tachetée. Une dizaine de larves de Salamandre tachetée ont été identifiées dans cet abreuvoir.



Figure 71 - Salamandre tachetée (Source : ETEN Environnement)



Figure 72 - Site de reproduction de la Salamandre tachetée (Source : ETEN Environnement)

La Salamandre tachetée est une espèce essentiellement forestière. Elle fréquente en grande majorité les milieux boisés avec présence de mares, ornières, fossés ou ruisseaux. La Salamandre tachetée est présente sur l'ensemble de la région Aquitaine, et commune en Dordogne (Cistude Nature, 2010).



Figure 73 - Répartition de la Salamandre tachetée en France (Source : ACEMAV coll., 2003) et en Aquitaine (Source : Cistude Nature, 2010)

■ Les mammifères (hors chiroptères)

Peu de mammifères ont été notés sur le territoire d'étude. Ceci s'explique par la difficulté de détecter ces espèces, souvent farouches. Pour les mammifères, des traces de chevreuil et de lièvre ont été relevées sur l'aire d'étude. Ces espèces communes et non protégées utilisent le site en transit.

3 crottiers de Lièvre ont été identifiés sur les prairies améliorées.

Deux axes de transit pour les chevreuils ont été observés :

- Un Sud-Ouest – Nord-Est au niveau de la forêt ;
- Un Est – Ouest de part et d'autre de la route.

L'absence de cours d'eau ne permet pas d'accueillir des espèces à forte valeur patrimoniale comme le Vison d'Europe et la Loutre.

La liste des espèces de mammifères contactées sur l'aire d'étude est présentée en annexe.

■ Les chiroptères

Les prospections ultérieures permettront de déterminer les espèces présentes sur le site. Aucun gîte n'a été identifié.

Dans l'attente des résultats des prospections, une prise de contact avec le Conservatoire Régional d'Espaces Naturels d'Aquitaine (CREN) a eu lieu.

■ Les insectes

Dix espèces de papillon ont été notées sur le site. L'ensemble de ces espèces est commune et non protégée.

La liste des espèces d'insectes contactées sur l'aire d'étude est présentée en annexe 6.

■ Les poissons et invertébrés aquatiques

Aucune espèce n'a été inventoriée sur l'aire d'étude. Les fossés sont à sec au printemps et ne présentent pas de caractéristiques de cours d'eau.

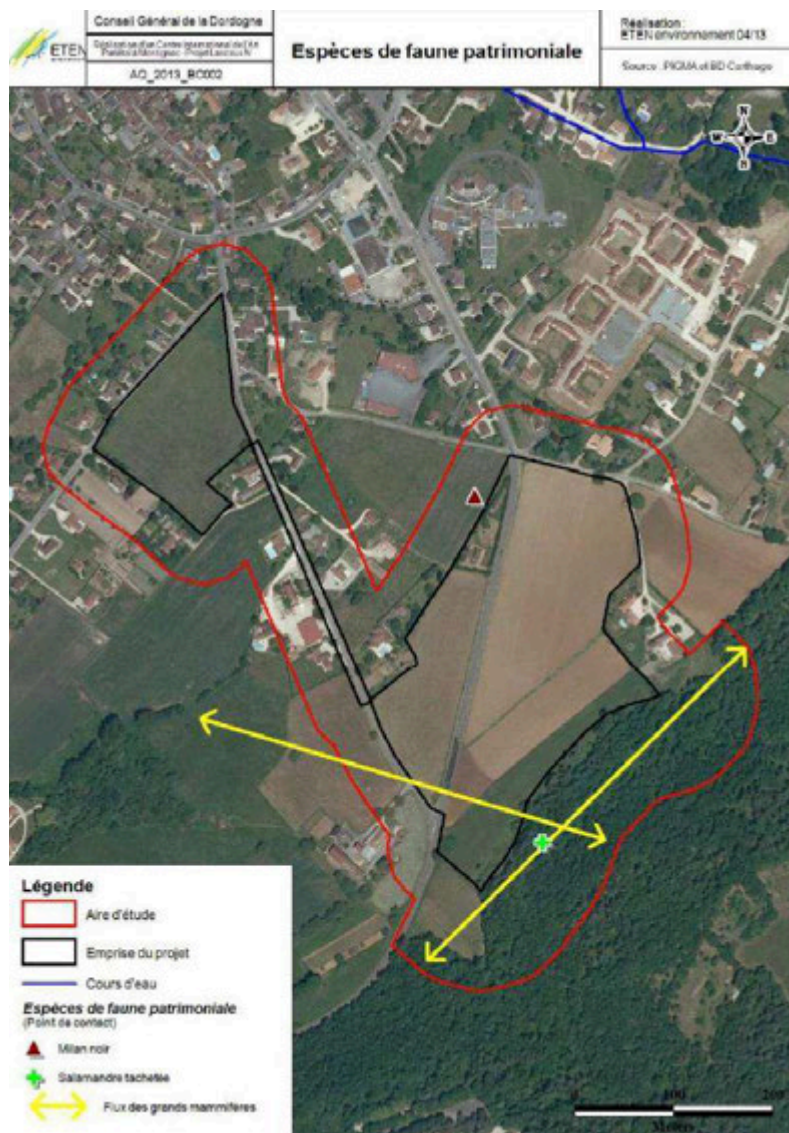


Figure 74 - Carte de la faune patrimoniale (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Faune, les éléments à retenir :

- Deux espèces patrimoniales recensées au sein de l'aire d'étude élargie. Il s'agit d'espèces protégées mais considérées comme étant communes.

▪ **Bioévaluation des habitats naturels et des espèces**

La description de la méthodologie de bioévaluation des habitats et de hiérarchisation des enjeux de conservation employée figure au sein de la partie intitulée « Présentation des méthodes utilisées pour établir l'état initial et évaluer les effets du projet sur l'environnement ».

Les enjeux environnementaux de chacun des habitats identifiés sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Intitulé	Code CORINE Biotope	Code EUR15 / Natura 2000	Rareté	Intérêt patrimonial	Etat de conservation	Vulnérabilité	Enjeu de conservation
Pelouse sèche semi-naturelle à Orchidées	34.32	6210*	R	Moyen	Bon	Modéré à Forte	Modéré à Fort
Fruticées	31.811	/	C	Modéré	Moyen	Faible	Modéré
Fourré humide	44.92	/	C	Moyen	Modéré	Modéré	Modéré
Prairie mésophile	38.1	/	C	Moyen	Bon	Faible	Modéré
Chênaie acidiphile	41.5	/	AC	Bon	Modéré	Modéré	Modéré
Fourrés	31.8	/	CC	Moyen	Faible	Faible	Faible
Boisement mixte	43	/	CC	Moyen	Faible	Faible	Faible
Prairie améliorée	81.1	/	/	/	/	/	Faible
Culture	82.1	/	/	/	/	/	Très faible
Vergers	83.1	/	/	/	/	/	Très faible
Friche	87.1	/	/	/	/	/	Très faible
Zone rudérales	87.2	/	/	/	/	/	Très faible
Urbain	86	/	/	/	/	/	Nul

CC : Très commun, C : Commun, AC : Assez commun, AR : Assez Rare, R : Rare, RR : Très rare

Figure 75 - Bioévaluation des milieux naturels et anthropiques (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)

Les enjeux environnementaux sur le site sont nuls à fort du point de vue des milieux naturels. Les principaux enjeux sont localisés au niveau des boisements, fourrés humides, fruticées et pelouses. Dans l'ensemble, il s'agit principalement de milieux anthropisés liés au contexte semi-urbain.

Deux espèces d'intérêt patrimonial ont été inventoriées sur l'aire d'étude : la Salamandre tachetée en reproduction au niveau de l'abreuvoir de la Haute Fageotte et le Milan noir en chasse. Ces espèces, bien que protégées, sont communes.

Le Milan noir, en chasse uniquement sur le site, constitue un enjeu faible. La Salamandre tachetée constitue un enjeu modéré. Cette espèce est par ailleurs localisée hors emprise du projet.

Les enjeux concernant ces espèces sont présentés dans le tableau suivant.

Nom français	Statut réglementaire			Rareté	Vulnérabilité	Utilisation du site	Enjeux
	PN	DH / DO	LR UICN France				
Milan noir	Art. 3	An. I	LC	C	Faible	Chasse	Faible
Salamandre tachetée	Art. 3	/	LC	C	Modérée	Reproduction/gîte	Modéré

Figure 76 - Enjeux des espèces et de leurs habitats (Source : ETEN Environnement)

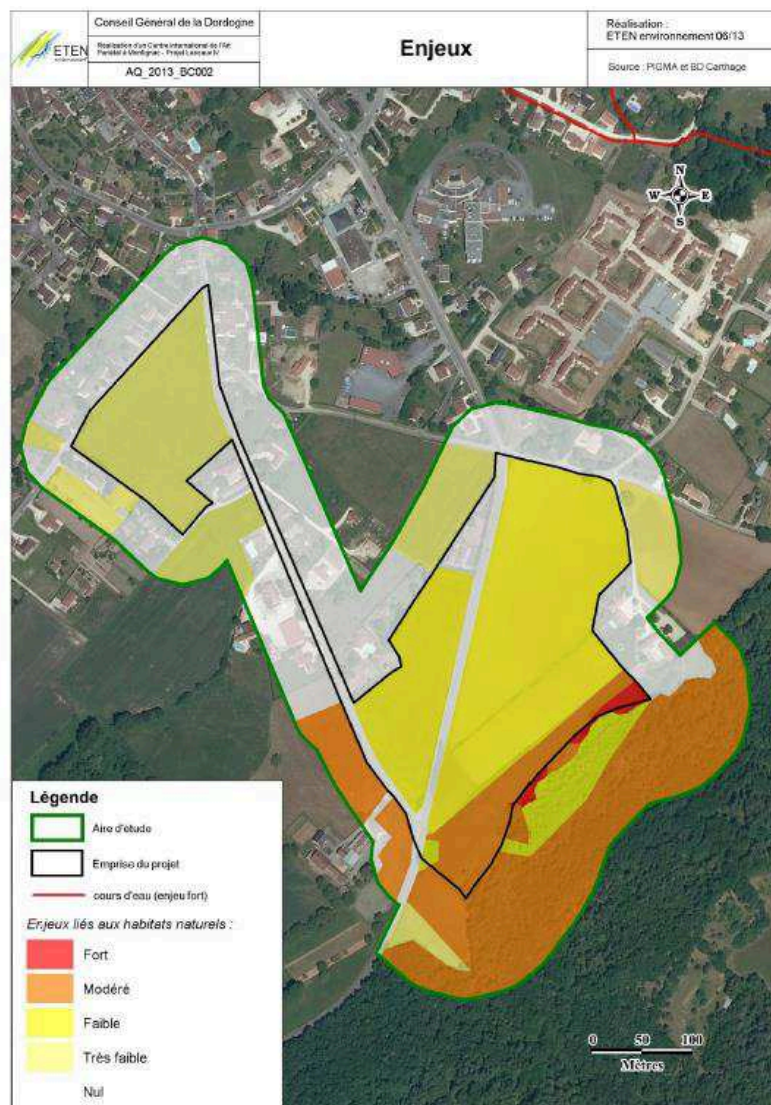


Figure 77 – Enjeux liés aux habitats naturels (Source : ETEN Environnement)

3. PATRIMOINE ET PAYSAGE

L'objet de cette partie est de qualifier le patrimoine et le paysage du périmètre d'étude tout en tenant compte du contexte dans lequel il s'inscrit.

3.1 Patrimoine

Dans ces paragraphes relatifs au patrimoine, il s'agit de préciser la présence de sites archéologiques et de monuments historiques.

■ Sites archéologiques

Après consultation de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) Aquitaine, on note la présence du secteur de Lascaux et du Régourdou, sites archéologiques connus et reconnus, à proximité desquels se situe le secteur d'étude du projet du CIAPML. Le site archéologique recoupe la grotte ornée, les vestiges du Paléolithique ainsi que du mobilier et un château du Moyen-âge. Le périmètre défini par la DRAC comprend la partie du périmètre du projet correspondant à l'emplacement du futur bâtiment.

D'autres sites archéologiques sont présents sur la commune de Montignac.

La partie Sud-Est du terrain d'implantation en contrebas de la colline se situe sur une zone archéologique.



Figure 78 - Localisation des sites archéologiques (Source : DRAC Aquitaine)

Dans la perspective de la construction du projet, des fouilles archéologiques préventives ont été réalisées sous la direction de la DRAC Aquitaine en septembre et octobre 2011. Mené par le service départemental de l'archéologie du Conseil Général de la Dordogne et par le cabinet HYPOGÉE-MCB, ce diagnostic archéologique a permis de déterminer le potentiel du site et de détecter d'éventuels vestiges archéologiques.

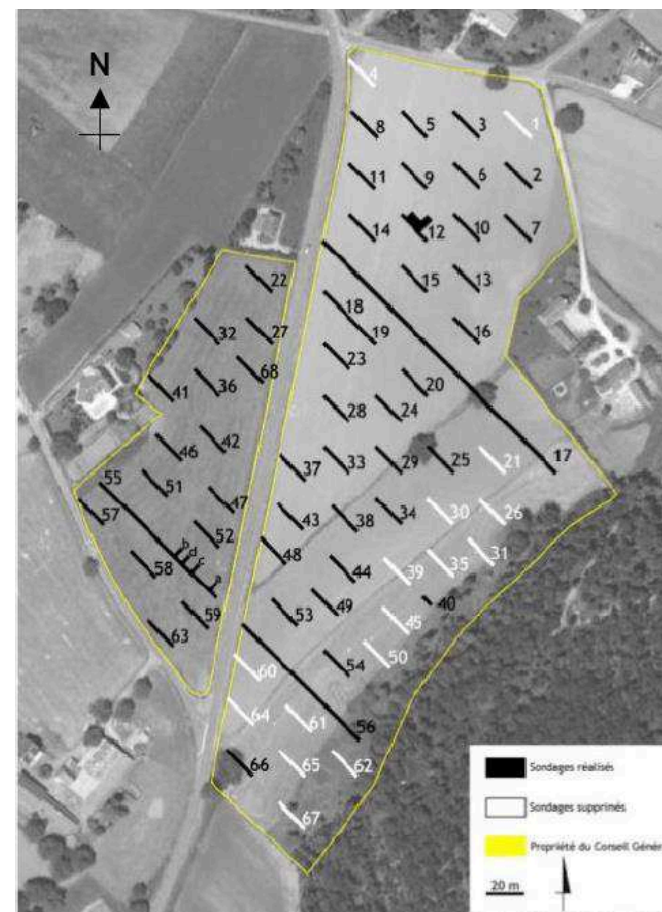


Figure 79 - Plan de repérage des tranchées de sondages (Source : Service archéologique départemental JP Chandelle, décembre 2011)

Les 67 tranchées de sondages réalisées ont donné lieu à la découverte d'un certain nombre de vestiges et à l'identification de quatre secteurs géomorphologiques aux caractéristiques archéologiques propres.

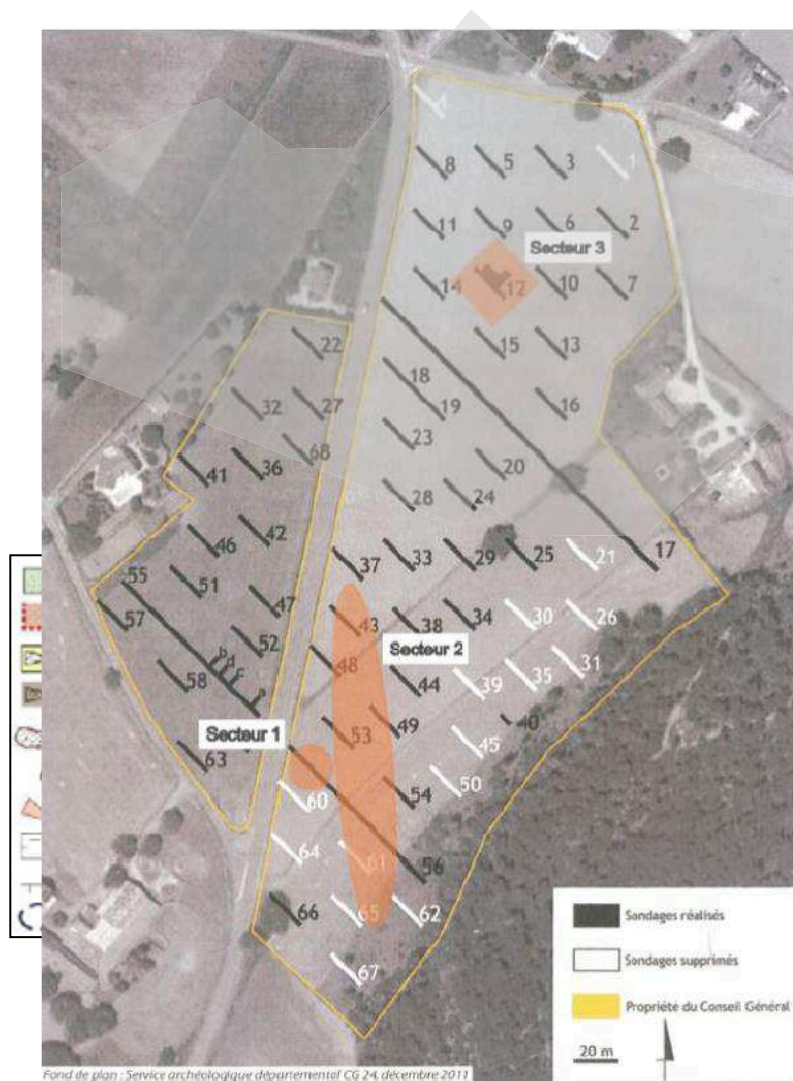


Figure 80 - Carte géologique de synthèse (Source : Hypogée R-23011-12, septembre 2011)

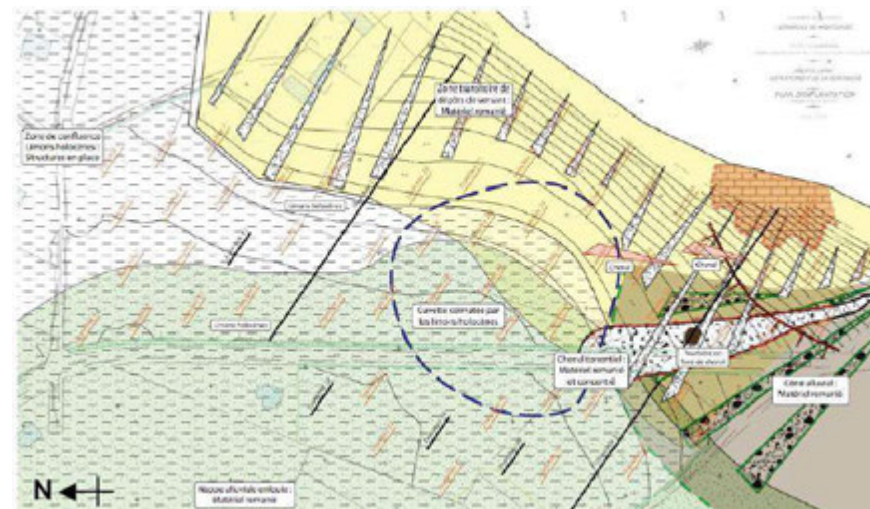


Figure 81 - Plan de localisation des secteurs soumis à prescriptions de fouille (Source : DRAC, arrêté SF 12.021 annexe 2 du 5 mars 2012)

Une seconde campagne de fouilles archéologiques préventives a eu lieu sur le site du futur CIAPML et du parking P1, en mars 2012. 3 secteurs (1, 2 et 3) ont été prospectés. Ces fouilles ont permis de mettre en évidence la complexité de la couverture sédimentaire et de ses évolutions. Leur étude participe à une meilleure compréhension des phénomènes géomorphologiques.

■ Monuments historiques

D'après la DRAC, plusieurs monuments historiques sont localisés à proximité du périmètre du projet :

Les 3 zonages suivants concernent le site du futur CIAPML, le parking P1 ainsi qu'une section de la rue du Barry :

Grotte de Lascaux classée au titre des Monuments Historiques par arrêté 27 décembre 1940

Découverte le 12 septembre 1940 par quatre jeunes gens, Marcel Ravidat, Jacques Marsal ; Georges Agnel et Simon Coencas, elle conserve un important ensemble de gravures et de peintures pariétales à même les parois datées de 15 000 avant JC.

Les parcelles de terrain renfermant ou avoisinant la grotte (BD 1 à 3 ; AV 241, 254) ont été classées par arrêté du 8 mai 1962. Les parcelles de terrain avoisinant la grotte (AV 245 à 251) ont été classées par arrêté du 5 septembre 1962.

Gisement préhistorique du Régourdou classé au titre des monuments historiques par arrêté du 6 janvier 1959

Il constitue l'un des sites les plus emblématiques de la Dordogne de par la richesse des restes humains et des ossements de faune qui y subsistent.

Gisement de la Balutie classé au titre des monuments historiques par arrêté du 28 décembre 1960

Ces protections contribuent à la création de périmètres de servitude d'utilité publique, s'appliquant dans un rayon de 500 mètres autour du site (code de l'urbanisme L.621-31).

Le zonage suivant concerne l'emplacement du futur parking P2 ainsi qu'une section de la rue du Barry :

Monuments Historiques du centre-ville de Montignac

Le classement de plusieurs édifices dans le bourg de Montignac a engendré un périmètre de protection qui comprend l'assiette complète du parking P2 ainsi qu'une partie de la rue du Barry.

Les monuments historiques du centre-ville sont :

- La souche octogonale de la cheminée de l'hôpital
- La maison Duchêne

- L'hôtel de Boulhac (XVII^{ème} siècle)
- La maison à galerie, rue Laffitte
- L'église (Ancien clocher)

Le secteur d'étude du projet est concerné à plusieurs titres par ces classements.

Seul l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) est en capacité de donner son avis sur le projet à l'intérieur des périmètres de protection. Ce dernier a été associé dès le début et de manière continue lors de la conception du CIAPML et de ces aménagements connexes.

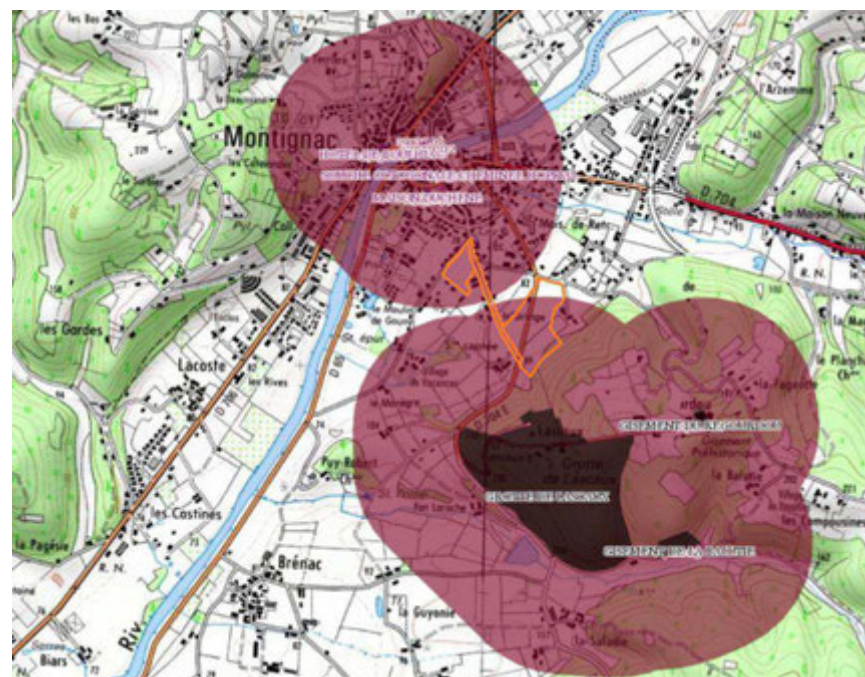


Figure 82 - Localisation des monuments historiques (Source : DRAC Aquitaine)

■ **Sites inscrits et classés**

Le classement et l'inscription à l'inventaire des sites et monuments naturels concernent les monuments naturels et les sites dont la conservation ou la préservation présente, du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général.

Le classement est une protection forte qui correspond à la volonté de maintien en l'état du site, ce qui n'exclut ni la gestion ni la valorisation. Généralement consacré à la protection de paysages remarquables, le classement peut intégrer des espaces bâtis qui présentent un intérêt architectural et sont parties constitutives du site. Les sites classés ne peuvent être ni détruits ni modifiés dans leur état ou leur aspect sauf autorisation spéciale.

L'inscription à l'inventaire supplémentaire des sites constitue une garantie minimale de protection. Elle impose aux maîtres d'ouvrage l'obligation d'informer l'administration 4 mois à l'avance de tout projet de travaux de nature à modifier l'état ou l'aspect du site. L'architecte des Bâtiments de France émet un avis simple sur les projets de construction et les autres travaux et un avis conforme sur les projets de démolition.

Plusieurs sites inscrits et classés coexistent à proximité directe du secteur d'étude.

La colline de Lascaux comprend la grotte de Lascaux, le gisement du *Régourdou*, le gisement de la Balutie et le Manoir de Lascaux. Elle a fait l'objet d'une succession d'inscription et de classement (cf. Fiche 125 du site inscrit et des sites classés – DREAL Aquitaine) :

- **Site inscrit – SIN0000037 - Colline de Lascaux** arrêté le 5 décembre 1969 d'une superficie de 176,97 hectares.
- **Site classé – SCL00000591 – Colline de Lascaux** arrêté le 14 octobre 1982, d'une superficie de 144,21 hectares
- **Site classé – SCL00000670 – Colline de Lascaux (extension)** arrêté le 16 janvier 1987, d'une superficie de 9,03 hectares

La colline de Lascaux a été, dans un premier temps, protégée au titre des sites afin de s'assurer que son évolution se fasse dans le respect du site lui-même et de la grotte de Lascaux. Inscrite en 1969, la colline a été par la suite classée en 1982 puis plus largement en 1987.

Le site classé est situé au Sud-Est, en limite de l'emprise du périmètre du projet.

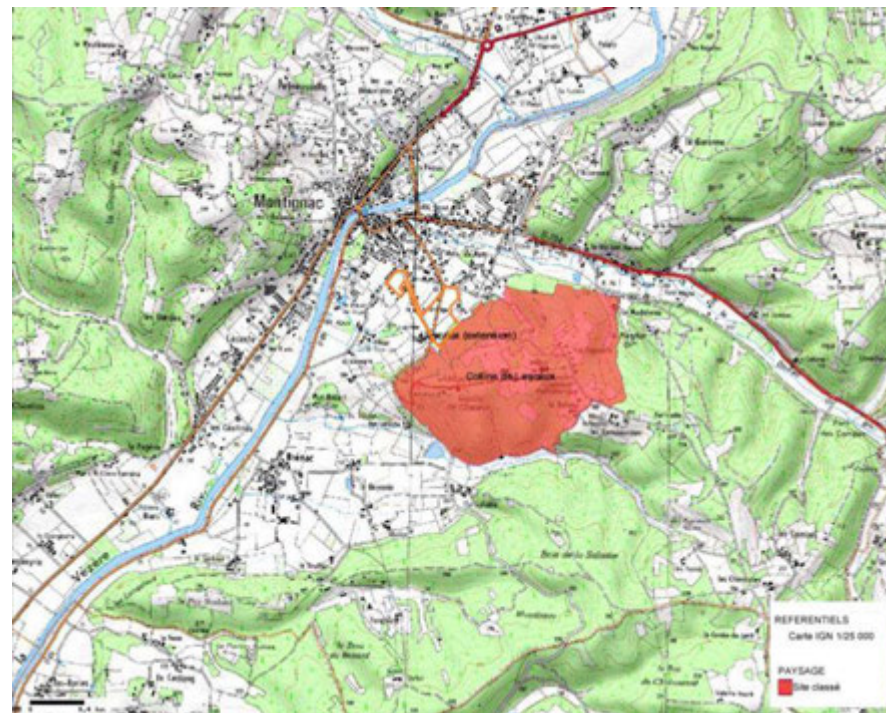


Figure 83 - Carte du périmètre du site classé (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125)

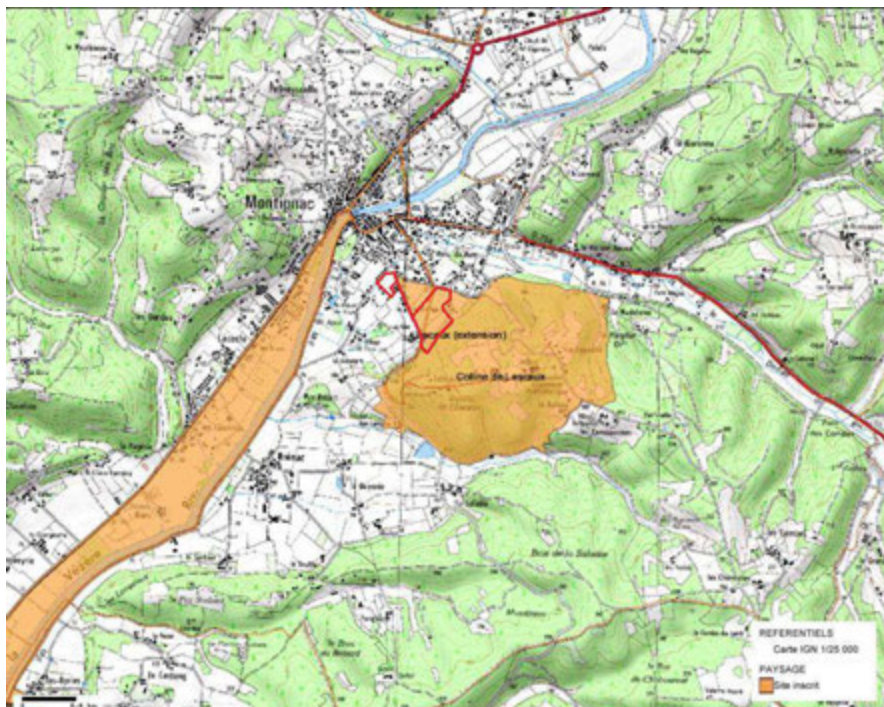


Figure 84 - Carte du périmètre du site inscrit (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125)

Les périmètres du CIAPML et du P1 se situent au sein du site inscrit de la colline de Lascaux.

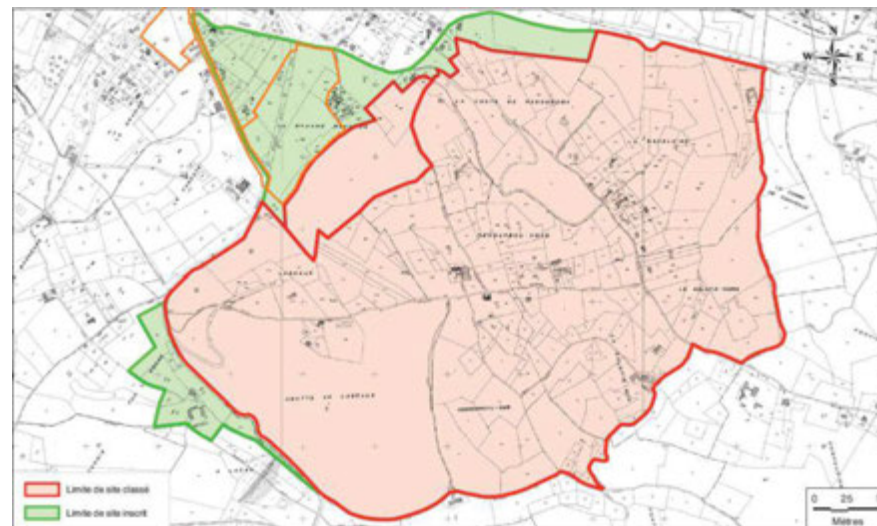


Figure 85 - Carte des périmètres des sites inscrit et classé (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125)

Ainsi, les trois types de protection pour la colline de Lascaux sont :

- protection au titre des monuments historiques de la Grotte de Lascaux (arrêté de classement au titre des MH en 1940) en ce qui concerne le CIAPML, le parking P1 et la rue du Barry
- protection au titre des monuments historiques du centre-ville de Montignac en ce qui concerne le parking P2 et la rue du Barry
- protection des sites classés pour le couvert végétal
- protection des sites inscrits concernant le CIAPML et le parking P1

La Vallée de la Vézère bénéficie d'une inscription en site inscrit **SIN0000116 - Vallées de la Beune, de la petite Beune et de la Vézère** depuis l'arrêté du 20 septembre 1966 (cf. Fiche 53 du site inscrit – DREAL Aquitaine).

Le site inscrit s'étend sur la Vallée de la Vézère, du Sud de Montignac au Bugue et comprend les vallées des Beunes jusqu'à Marquay et Meyrals. La Vallée de la Vézère présente trois grands secteurs : un secteur de vallée ouverte agricole entre Montignac et le château de Thonac (c'est dans ce dernier que s'inscrit notre zone d'étude), un secteur de vallée

étroite et sinueuse délimitée par des falaises entre le château de Thonac et le Sud des Eyzies et un dernier secteur ouvert en fond de vallée propice à l'agriculture.

La Vallée de la Vézère concentre de nombreux éléments patrimoniaux remarquables (grottes, châteaux) ainsi que des milieux naturels de qualité (pelouses sèches, forêts de chênes verts...).

La zone d'étude ne s'inscrit pas dans le périmètre du site inscrit des Vallées de la Beune, de la petite Beune et de la Vézère, ce dernier débutant au Sud-Ouest du centre-bourg de Montignac.

■ **Classement UNESCO et label Grand Site**

Site classé Patrimoine Mondial de l'Humanité (UNESCO)

« Le patrimoine est l'héritage du passé dont nous profitons aujourd'hui et que nous transmettons aux générations à venir ».

L'organisation des Nations Unies pour l'éducation la Science et la Culture (UNESCO) a décidé d'inscrire en 1979 le site préhistorique de la Vallée de la Vézère. Ce dernier comprend 147 gisements remontant pour certains jusqu'au paléolithique ainsi que 25 grottes ornées. La grotte de Lascaux, classée UNESCO, référencée 85-011 est considérée comme un site inestimable présentant un intérêt majeur du point de vue ethnologique, anthropologique et esthétique.



Figure 86 - Localisation des sites classés Patrimoine Mondial de l'Humanité en Vallée de la Vézère (Source : UNESCO, 1979)

Label Grand Site Vallée de la Vézère

Depuis 2011, la Vallée de la Vézère est inscrite au label Grand Site. Le projet Grand site porte sur un périmètre d'environ 70 000 hectares allant de Terrasson à Limeuil. Les objectifs poursuivis sont de remettre en valeur les falaises, de protéger son patrimoine culturel et naturel en canalisant les flux touristiques tout en intégrant les principes du développement durable.

Dans ce cadre, il existe un projet de classement en Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP) anciennement Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) sur le territoire de Montignac.

Patrimoine, les éléments à retenir :

- Les sites archéologiques recensés les plus proches sont situés en partie au sein du périmètre de la zone du CIAPML.
- Plusieurs monuments historiques sont situés à proximités du périmètre du projet.
- Le site du CIAPML, du parking P1, la rue du Barry, les sections de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou sont situés à l'intérieur du périmètre du site inscrit de la colline de Lascaux.
- Le CIAPML est situé en limite de l'emprise du site classé de la colline de Lascaux.
- Le CIAPML, les parkings P1 et P2, la rue du Barry ainsi qu'une section de l'avenue de Lascaux sont concernés par les périmètres de protection des monuments historiques
- Aucun des sites ne s'inscrit au sein du périmètre du site inscrit de la Vallée de la Beune.
- La zone d'étude est localisée à proximité directe du site classé UNESCO.
- La Vallée de la Vézère est engagée dans la démarche « Label Grand site ».

La dimension patrimoniale dans laquelle s'inscrit le projet est primordiale pour la compréhension de ses enjeux.

3.2 Paysage

Afin de bien cerner le paysage des différents sites du projet, une étude plus générale autour de la Vallée de la Vézère et de la commune de Montignac puis des zooms ont été réalisés.

- **Lecture du paysage du périmètre d'étude élargi (Vallée de la Vézère) et du périmètre d'étude (Montignac)**

Le secteur d'étude se caractérise par sa dimension rurale identifiée à travers la présence du bois, des terres agricoles et de l'architecture locale

La présente vallée doit son nom à la rivière Vézère. Elément structurant du paysage du territoire, elle constitue à l'échelle de la vallée une valeur paysagère forte.

Entité géographique et paysagère cohérente, la Vallée de la Vézère se caractérise par un relief de falaises et de méandres encaissés s'étendant sur un même substrat de calcaire secondaire, en limite des terres plus anciennes du massif central. Ces falaises sont couvertes par des forêts de châtaigniers et de chênes verts. La Vallée de la Vézère est principalement connue pour le nombre importants de sites préhistoriques qui la jalonnent.



Figure 87 - Photographies de la Vallée de la Vézère (Source : DIREN Aquitaine, Etude en vue de la gestion et de la protection paysagère de la Vallée de la Vézère, décembre 2008)

La variété des sols et des situations topographiques de la vallée a influencé fortement l'utilisation agricole et forestière du sol. Des aptitudes différentes des terres ont induit des productions agricoles et forestières différenciées et ont contribué à l'organisation en « mosaïque » des espaces.

Dans le secteur de Montignac, la Vallée de la Vézère se caractérise par des collines au profil doux.

La ville de Montignac dispose d'une identité architecturale et paysagère caractéristique du Pays du Périgord Noir. L'économie locale étant dominée par l'agriculture (polyculture, élevage), le territoire a gardé les traces de la structuration agraire.



Figure 88 - Comparaison des cartes de Montignac (Source : DIREN Aquitaine, Etude Vallée de la Vézère décembre 2008)

Le rôle de l'eau a marqué fortement la morphologie urbaine de la commune, scindée en deux rives de part et d'autre de la Vézère centrale.



Figure 89 - Photographie du centre-bourg de Montignac avec en arrière-plan le site du projet (Source : Conseil Général de la Dordogne)

La commune de Montignac est subdivisée en différentes entités urbaine, agricole et paysagère. Alors que jusque dans les années 50, le bourg était parfaitement délimité, au fil des ans, le tissu urbain a eu tendance à s'étendre et à se déliter de plus en plus, grignotant les champs agricoles qui constituaient l'écrin de la colline.

Les paysages de la colline sont dominés par la présence de forêts de feuillus/résineux, typiques de la vallée.

▪ **Lecture du paysage à l'échelle du périmètre du site CIAPML et du parking P1**

Le site du projet se situe sur des terres agricoles, à l'interface entre le coteau boisé au pied de la colline de Lascaux et la vallée alluviale agricole de la Vézère.

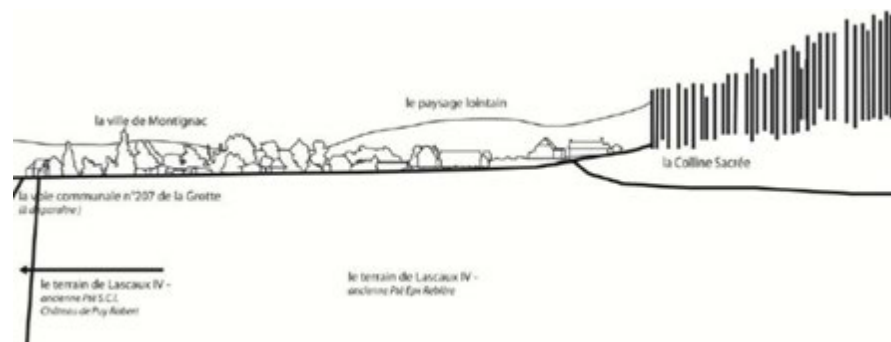


Figure 90 - Coupe du site (Source : Lordculture, Sartorio-Lonqueue, Sagalovitch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011)

Cet espace ouvert, aujourd'hui en prairie depuis son acquisition par le Conseil Général de la Dordogne, est encadré par :

- Un coteau boisé de feuillus, au Sud-Est constitué par la colline de Lascaux
- Des prairies fourragères et quelques terres en céréales,
- Une urbanisation pavillonnaire très peu dense, composée de fermes, caractéristique du Sud du bourg de Montignac.



Figure 91 - Photographie aérienne du site (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Le site d'implantation du CIAPML et du parking P1 s'inscrit dans un contexte de « limite » entre l'agglomération urbaine et les paysages ruraux et forestiers dominant la Vallée de la Vézère.

Il est encadré au Nord par le chemin du Régourdou, au Sud par la rue du Barry, et est traversé du Nord au Sud par la route départementale RD704^{E1}.



Figure 92 - Panorama des parcelles du site depuis la Colline de Lascaux (Source : ALTO Ingénierie)

- **Valeur paysagère apportée par la colline**

Omniprésente à l'échelle de Montignac, la colline de Lascaux surplombe le site du projet. Faisant face au Sud du bourg de Montignac, elle abrite la grotte du même nom. Sa présence est à l'origine du caractère verdoyant du paysage de Lascaux. Différents boisements de feuillus, de futaie de chênes, mais aussi de pins et de châtaigniers épousent le relief du plateau.

Une clairière est présente sur le dessus du plateau. Elle subsiste du fait de la présence d'une exploitation agricole.



Figure 93 - Panorama du site du CIAPML depuis le site du parking P1 (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 94 - Photographies de la Colline et des boisements (Source : ALTO Ingénierie)

- **Valeur paysagère apportée par les terres agricoles**

Le site du projet repose sur d'anciennes terres agricoles. Il est entouré de terrains cultivés et de prairies.



Figure 95 - Photographie des terres cultivées (Source : DREAL Aquitaine)

- **Valeur paysagère apportée par l'architecture locale**

Le site est encadré par plusieurs habitations traditionnelles. Une ferme située le long du chemin du Régourdou au pied du coteau boisé vient rappeler l'économie rurale de ce secteur.



Figure 96 - Ferme de la Grande Béchade (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 97 - Ferme de la Fageotte (Source : ALTO Ingénierie)

- **Lecture du paysage à l'échelle de la rue du Barry et du site du parking P2**

Le parking P2 s'inscrit au sein du tissu constitué du bourg de Montignac. Cette « dent creuse » est encerclée par des habitations de type pavillonnaire. Les habitations sont relativement proches de la route.



Figure 98 - Habitations au Nord-Ouest du parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 99 - Pointe Nord du parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)

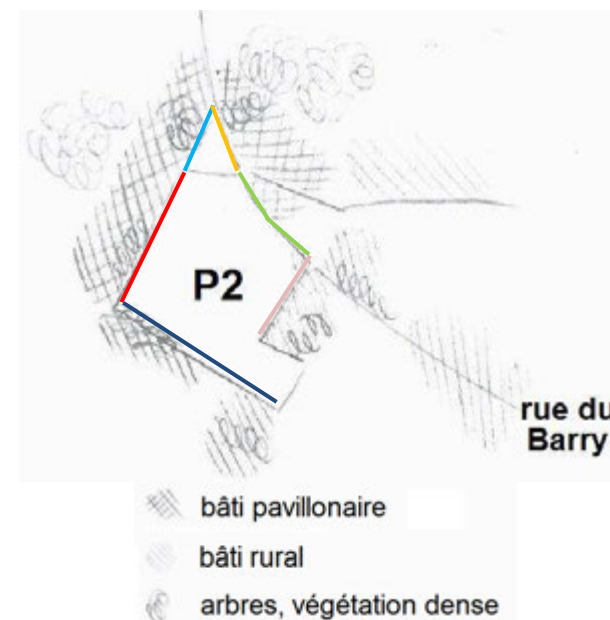


Figure 100 - Schéma de principe du paysage (Source : ALTO Ingénierie)

Au Sud du futur parking P2 et le long de la rue du Barry, les habitations et la végétation sont plus clairsemées. Le bâti devient plus rustique à l'image des fermes repérées aux abords du CIAPML et du parking P1.



Figure 101 - Rue du Barry menant au CIAPML (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 102 - Pointe Sud du futur parking P2 (Source : ALTO ingénierie)

Paysage, les éléments à retenir :

- Une inscription au cœur des paysages de la Vallée de la Vézère
- Montignac : Des paysages ruraux dominés par les activités agricoles, la Colline de Lascaux et ses boisements et par la Vézère, élément de structuration du territoire
- Site ouvert à la transition entre la colline sacrée et le bourg urbanisé, encadré par des milieux naturels et agricoles
- Le parking P2 est situé en zone résidentielle.

4. ENVIRONNEMENT HUMAIN

La quatrième section vise à appréhender les grandes dimensions du milieu humain afin de mieux connaître la zone dans laquelle le projet va être implanté, à savoir :

- La démographie
- L'économie
- L'habitat et les équipements
- Les réseaux de transport et déplacements
- Les réseaux secs et d'assainissement
- Les documents d'urbanisme.

4.1 Démographie

Les données démographiques sont introduites à l'échelle départementale puis présentées à l'échelle communale.

■ Dordogne

La population du département augmente lentement (+10% en 40 ans, contre +27% au niveau national). La densité moyenne est une donnée stable : 45,5 habitants sont dénombrés au kilomètre carré (+10% également en 10 ans).

En dépit d'un solde naturel négatif, le département enregistre une légère hausse depuis 1990 grâce à un solde migratoire positif : la Dordogne est un département attractif.

La population de l'ensemble du département vieillit. Davantage représentée sur les pôles équipés, la population âgée est également présente dans les secteurs plus ruraux alors que les ménages avec enfants se situent surtout en périphérie des pôles, en espace périurbain.

Enfin, la Dordogne est le département où les revenus sont les plus bas d'Aquitaine, en particulier dans les zones rurales du département.

■ Montignac

Evolution de la population

Contrairement à la moyenne départementale, la population de Montignac a diminué au cours de ces dernières années : elle est passée de 3 135 habitants en 1982 à 2 851 en 2009 (-9%, -3,5% en 40 ans).

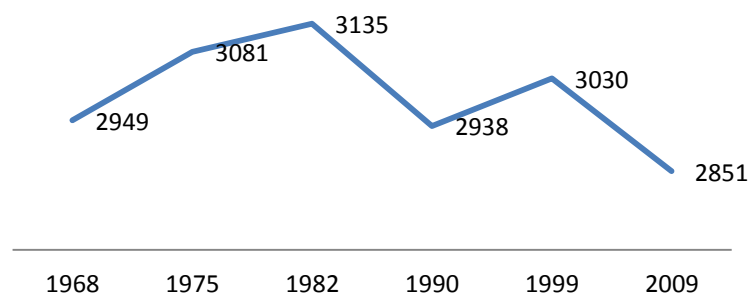
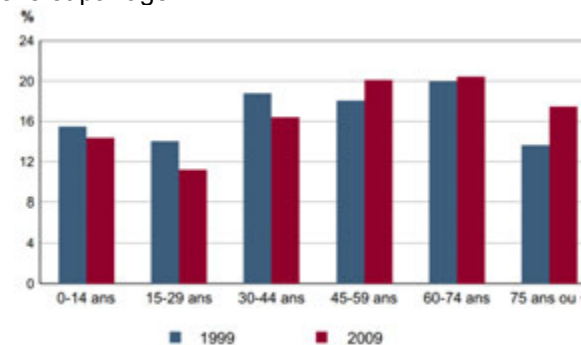


Figure 103 - Evolution de la population à Montignac (Source : INSEE)

Structure de la population

- Par sexe et par âge



Sources : Insee, RP1999 et RP2009 exploitations principales.

Figure 104 - Evolution des tranches d'âges entre 1999 et 2009 à Montignac (Source : INSEE)

On note une tendance globale au vieillissement de la population, avec une augmentation marquée des plus de 45 ans entre 1999 et 2009. Cette

augmentation est particulièrement notable pour les personnes de 75 ans et +. A l'inverse, en 2009, la population des 15-44 ans est en net recul par rapport aux effectifs 1999.

La situation de Montignac est comparable à l'échelle de la Dordogne mais elle reste néanmoins particulièrement marquée sur la commune.

- Par catégorie socioprofessionnelle

Une augmentation de la part des retraités est observée (+21% en 10 ans). La part des employés, des ouvriers en diminution sauf dans le domaine de l'agriculture (+7%) et les professions libérales (+26%).

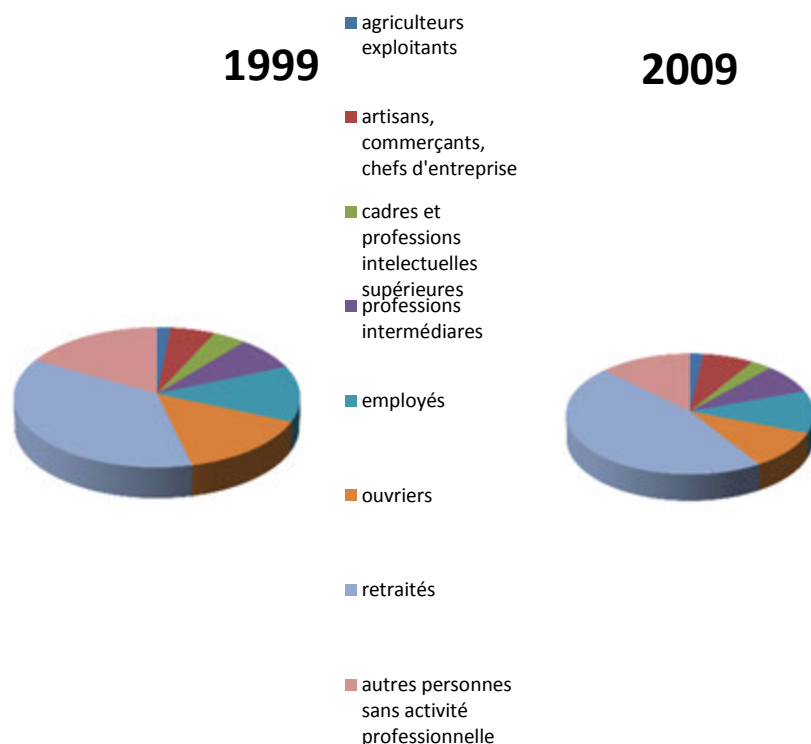


Figure 105 - Population de 15 ans ou plus selon la catégorie professionnelle en 1999 et en 2009 (Source : INSEE)

- Lieu de travail des montignacois

Concernant le lieu de travail de la population, la majorité des actifs de la commune travaille à Montignac. Cette tendance est en baisse (-2,8% en 10 ans) mais n'est pas encore menacée.

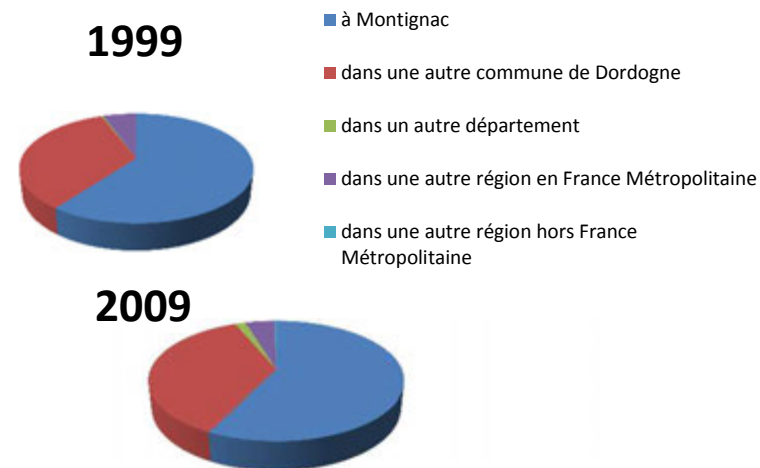


Figure 106 - Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi et résidant à Montignac en 1999 et en 2009 (Source : INSEE)

La zone du projet est encadrée par plusieurs hameaux et fermes individuelles.

Démographie, les éléments à retenir :

- La population est vieillissante et en baisse.
- Les sites sont encadrés par des habitations, des fermes traditionnelles
- Le projet concerne les riverains ainsi que l'ensemble des habitants de la commune.

4.2 Economie - Généralités

Cette partie présente l'environnement économique et ce, à diverses échelles spatiales, allant de l'échelle régionale à l'échelle du secteur d'étude.

■ Dordogne

La mise en place d'un réseau ferré a permis le développement de l'activité économique, en particulier industrielle, dès la fin du 19^{ème} siècle. Ceci a désenclavé le département à cette époque. L'héritage de ce réseau est un développement du territoire fortement contrasté et découpé en pôles d'attractivité économiques et tissu très rural. Les zones d'activités économiques se concentrent le long des axes routiers principaux et ferroviaires.

Outre l'agriculture et le tourisme (20% du PIB du département en 2011) qui sont les deux principaux moteurs de l'économie périgourdine et qui feront l'objet de parties indépendantes, le secteur du bois est le second employeur industriel de la Dordogne.

Principalement établis au Sud-Est du département, 200 producteurs de tabac fournissent 15 % de la production nationale.

Des zones d'activités sont réparties le long des axes de communication dans toute la Dordogne. Montignac présente plusieurs zones d'activités en périphérie.

La cartographie des trajets pendulaires (domicile/travail) met en exergue 4 catégories de pôles dans le département :

- Des pôles majeurs qui jouent un rôle de moteur départemental : Périgueux, Bergerac et Sarlat
- Des pôles secondaires, plus nombreux, dont la dynamique est soumise aux pôles principaux, ex : Lalinde à Bergerac ou Saint-Astier à Périgueux
- Des pôles qui font offices de lien entre 2 pôles, ex : Belvès et Le Bugue entre Sarlat et Bergerac

- Des pôles indépendants, ex : Nontron ou Thiviers au Nord du Département

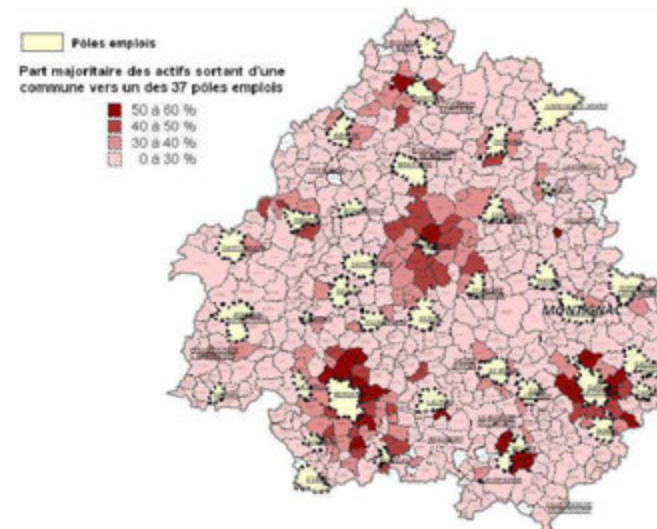


Figure 107 - Aire d'influence des pôles d'emplois en Dordogne (Source : Direction Départementale des Territoires, mars 2012)

En raison de sa relative attractivité économique lié au tourisme et à de la petite industrie artisanale, Montignac peut être considéré comme un pôle très local, la grande majorité des travailleurs de la commune trouvant à se loger directement à Montignac.

■ Montignac

Ci-dessous, une série de données statistiques permettant de « prendre le pouls » de l'économie de Montignac :

Tissu géo économique

- Taille des établissements



Figure 108 - Emplois selon le statut professionnel à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE)

En 10 ans, si la commune a gagné 11% d'emplois, le profil des emplois à Montignac a peu changé (+1,4% d'emplois non-salariés). La part du travail partiel reste constante et le travail des femmes augmente sensiblement (+2.4%). La majeure partie des entreprises de Montignac sont des micro-entreprises avec moins de 5 salariés, tournées principalement vers le BTP et la filière bois.

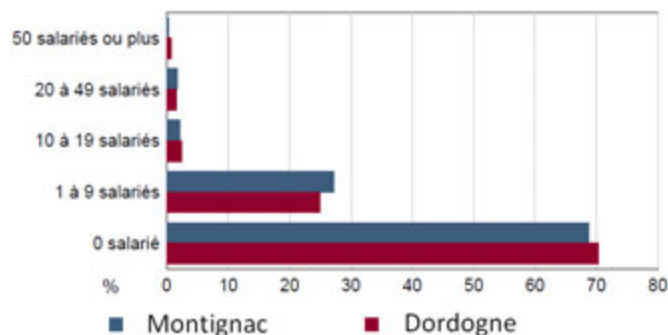


Figure 109 - Répartition des établissements actifs par tranche d'effectif salarié au 31 décembre 2010 (Source : INSEE)

La présence de 3 zones d'activités plus une en projet est à noter :

- ZA de Franqueville : 9 entreprises, domaine du bâtiment
- ZA Eco-pôle : 22 entreprises, tous domaines
- ZC La Pagésie : 8 entreprises, agroalimentaire principalement
- ZA du rond-point de Chambon : en projet



Figure 110 - Localisation des zones d'activités de Montignac (Source : Géoportail)

Situation de l'emploi

- Emplois par catégories professionnelles

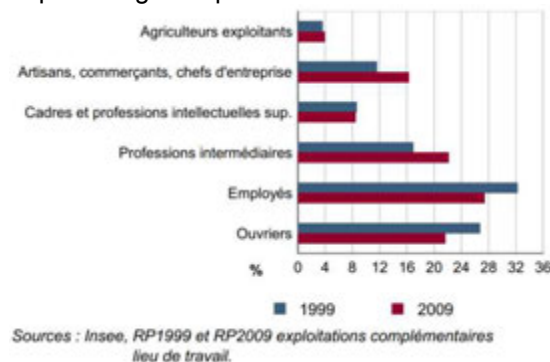


Figure 111 - Emplois par catégorie socioprofessionnelle de Montignac (Source: INSEE)

En 10 ans, on observe un recul des emplois ouvriers et employés mais ces secteurs demeurent générateurs d'emplois dans la ville : ils représentent 49,1% de l'occupation professionnelle (contre 60% en 1999). Les augmentations les plus notables viennent des professions indépendantes (+4%) et des professions dites intermédiaires (+5% environ), signe que la structure de la micro-entreprise devient un des moteurs de l'économie de Montignac.

- Emplois par secteurs d'activité



Figure 112 - Emplois selon le secteur d'activité à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE)

La part des emplois dans le secteur de l'industrie a largement baissé au profit de l'ensemble des autres secteurs d'activités.

- Population active & chômage

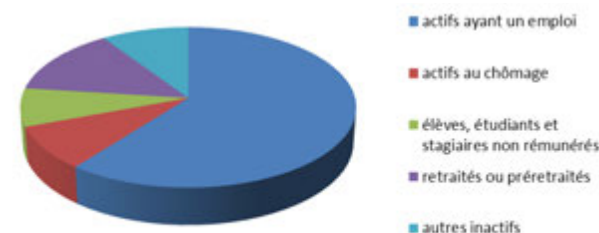


Figure 113 - Population des 15 à 64 ans par type d'activité à Montignac en 2009 (Source : INSEE)

La proportion de chômeurs de Montignac, légèrement supérieure à la moyenne du département, a légèrement baissé de -0,9%, passant de 9,7 en 1999 à 8,8% en 2009.

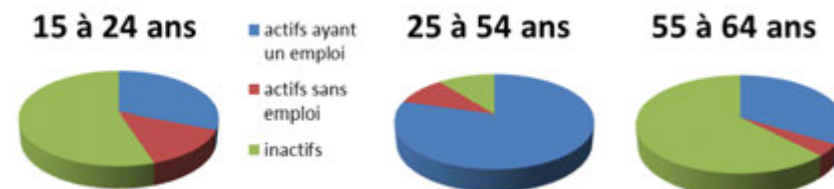


Figure 114 - Activité et emploi de la population de 15 à 64 ans en 2009 à Montignac (Source : INSEE)

Le chômage touche principalement les jeunes actifs dont le taux d'emploi n'atteint que 30,9% contre 79,7% pour les 25-54 ans.

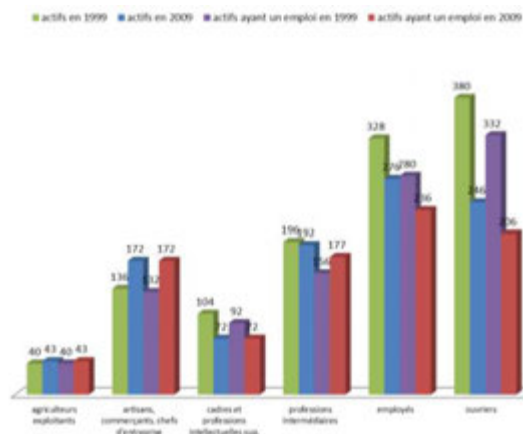


Figure 115 - Population en activité de 15 à 64 ans selon la catégorie socioprofessionnelle (Source : INSEE)

Un net recul est noté pour la proportion d'ouvriers et d'employés.

La différence du taux de chômage (au sens du recensement) entre les hommes et les femmes est intéressante : si le taux moyen est de 12,7% en 2009 (pour 11,2% au niveau national), le chômage des hommes n'atteint que 8,1% (10,4% nationalement) contre 17,4% pour les femmes (12,2% en France).

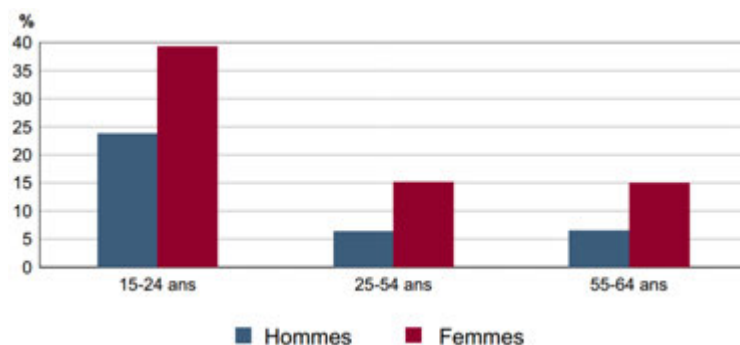


Figure 116 - Taux de chômage des 15-64 ans par sexe et âge en 2009 à Montignac (Source : INSEE)

Populations potentiellement concernées par le projet

La frange des 15 à 24 ans présente le taux d'emploi le plus bas (30,9% contre 60,5% pour l'ensemble des 15-64 ans).

Le projet de CIAPML représente une source d'emplois.

Economie, les éléments à retenir :

- Le tissu économique de Montignac repose sur les professions libérales et sur l'artisanat en micro-entreprises.
- Chômage important des jeunes actifs

4.3 Economie - Agriculture

Cette section s'intéresse à l'agriculture qui est un pilier de l'économie de la Dordogne. L'analyse sera faite à l'échelle départementale et communale.

■ L'agriculture à l'échelle départementale

Le bassin de la Dordogne est constitué d'une mosaïque d'exploitations individuelles, de petites tailles, 36 ha en moyenne pour l'ensemble (moyenne de 63 ha pour les exploitations professionnelles) qui évoluent de plus en plus vers des formes sociétaires. Une prédominance de la polyculture-élevage est à noter.

Cultures

L'agriculture est le premier aménageur de l'espace périgourdin avec la moitié de la Surface Agricole Utile (SAU) en herbe destinée à l'élevage et 44% de forêt. Il s'agit d'une agriculture extensive fonctionnant sur la base de petites exploitations.

Montignac se trouve dans la zone dite de « Labours-Volailles-Forêt »

Elevages

L'élevage est, avec la viticulture, la première production agricole en effectif et en chiffres d'affaires. On compte environ 4 000 têtes d'ovins et 3 000 têtes de bovins sur le Canton de Montignac.

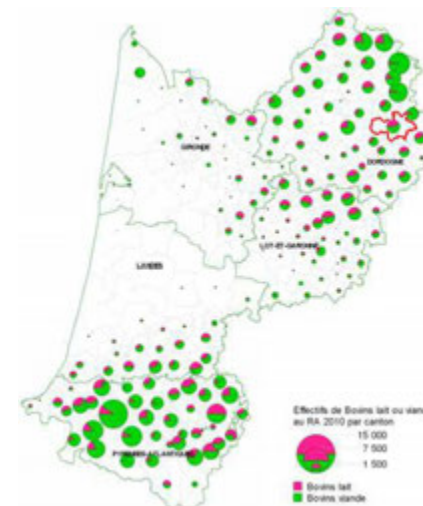


Figure 117 - Recensement agricole 2010, effectifs bovins (Source : Agreste 2010)

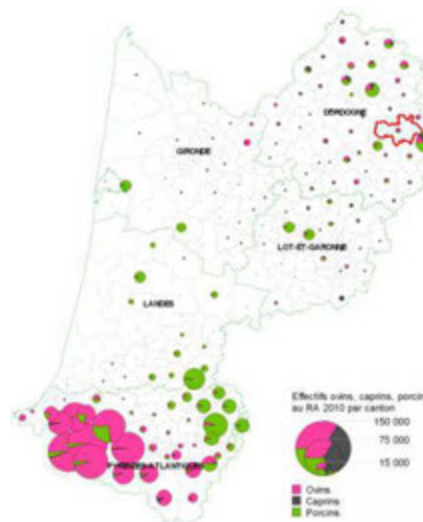


Figure 118 - Recensement agricole 2010, effectifs ovins, caprins, porcins (Source : Agreste 2010)

▪ **L'agriculture à l'échelle communale**

Cultures

Montignac se distingue par une économie agricole basée sur le poly-élevage à orientation herbivore.

La part des emplois dans l'agriculture a augmenté entre 1999 et 2009 (+1,3%, ce qui équivaut à une augmentation de 20 emplois sur Montignac).

Même à l'échelle de Montignac, les cultures s'avèrent variées avec une dominance des cultures céréalières et de maïs. La présence de nombreuses prairies provisoires ou permanentes est à noter.

La ferme de la Fageotte est la plus proche du site. A proximité, les fermes de la Saladie et des Fontas exploitent chacune des céréales, du tabac et possèdent un petit cheptel nécessitant quelques prairies. La plupart des terres agricoles sont à l'état de prairie.

Qualité agronomique des sols à l'échelle de la zone d'étude

Des sondages ont permis de déterminer la structure du sous-sol : un niveau végétalisé de 0,20 à 0,40 mètre repose sur un niveau essentiellement limoneux plus ou moins sableux.

La majeure partie du site repose sur les alluvions de la Vézère. Les plaines alluviales sont connues pour être des terres très fertiles en raison de la retenue d'eau des sols et de la minéralisation riche.

Agriculture, les éléments à retenir :

- A proximité du site, plusieurs exploitations agricoles sont présentes.

4.4 Economie - Tourisme

Le tourisme représente la première force économique du département. Un état des lieux général du tourisme en Dordogne sera réalisé puis à l'échelle de Montignac.

▪ **Le tourisme en Dordogne**

Quelques chiffres

2,6 millions de touristes

5,2 jours de durée moyenne du séjour

1,4 Milliard d'euros de chiffre d'affaires**

8 400 emplois (y compris saisonniers) liés au tourisme (dont 2 600 directs)

22% de l'économie départementale

La clientèle

Les 25-34 ans réalisent 25,7% des séjours et 19,8% des nuitées, tandis que les plus de 65 ans ne totalisent que 16,7% des nuitées (24,6% au niveau national). La taille du foyer est aussi supérieure à la moyenne nationale : 20,8% des séjours avec 3 personnes (17,4% au niveau national) et 19,1% avec 4 personnes (17,3% en France).

La clientèle française dépense 46,5€ par jour et par personne, 66,3€ en moyenne pour la clientèle étrangère.

Les activités

Comme dans les autres départements, la promenade reste la principale activité, pratiquée dans 31,5% des séjours, et en progression de 2,1% par rapport à 2003. La visite de monuments et sites historiques vient ensuite. Exercée dans 22,9% des séjours, c'est bien au-dessus de la moyenne nationale (7,2%). Ensuite, les visites de ville (19,3% contre 16,1% au plan national), 11,9% pour les marchés, foires, brocantes (8,7% au plan national), puis la gastronomie et l'œnologie (8,3% contre seulement 3,7% au plan national).

En revanche, les activités purement sportives (mis à part le canoë) sont en dessous des chiffres nationaux.

Les sites

La stratégie du département s'articule autour de différents lieux qui font circuler le visiteur à travers le Périgord.

Quelques chiffres : 3 Millions de visiteurs ont été accueillis dans les 98 sites répondants sur 190 à l'enquête du Comité Départemental du Tourisme (CDT) (fréquentation en hausse de 8,5% par rapport à 2010). Les 10 sites les plus visités du département représentent 54,5% du total des visites parmi ceux ayant répondu :

- Lascaux II : 250 000 visiteurs



Figure 119 - Photographie de Lascaux II (Source : Cessy-Loup)

- Château de Castelnau : 245 000 visiteurs



Figure 120 - Photographie du Château de Castelnau (Source : vernhiet.raymond)

- Aquarium du Périgord Noir : 169 000 visiteurs

- Parc de Marqueyssac : 190 000 visiteurs



Figure 121 - Photographie des Jardins de Marqueyssac (Source : Tourisme en Périgord Noir)

- La Roque Saint Christophe : 177 000 visiteurs

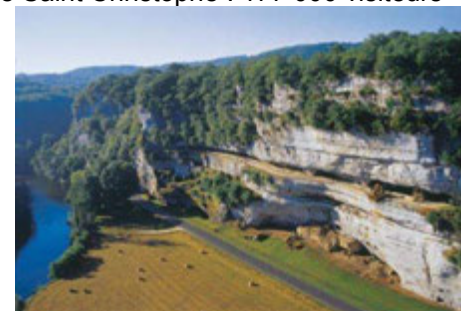


Figure 122 - Photographie du Roque de St Christophe (Source : Hostellerie du Passeur)

Il est possible de répartir les entrées par types de sites :

- Châteaux (22 sites) : 30,1% des entrées
- Musées (33 sites) : 23,9% des entrées
- Grottes et abris ornés (8 sites) : 14,1% des entrées
- Parcs & Jardins (15 sites) : 11,4% des entrées

Plus localement, les équipements de la Vallée de la Vézère sont régis par le Pôle International de la Préhistoire (PIP). Les installations possèdent des objectifs qui se complètent dans le but ultime de présenter les richesses et savoir-faire de l'homme préhistorique. Le projet du CIAPML se présenterait comme une porte d'entrée de la vallée qui donnerait une visibilité immédiate de l'offre culturelle et touristique de ce secteur.

■ Le tourisme à Montignac

Montignac est une commune « phare » du Périgord Noir partageant avec Les Eyzies le titre de « Capitale de la Préhistoire » grâce à la Grotte de Lascaux. Son fac-similé, ouvert en 1983 est le site le plus visité de la Dordogne.

Capacité d'hébergement

Au 1^{er} Janvier 2012, Montignac comptait 59 chambres dans 3 hôtels (contre 96 chambres dans 4 hôtels quatre ans auparavant).



Figure 123 - Nombre de chambres selon les étoiles de l'hôtel au 1 janvier 2012 (Source : INSEE)

L'hôtel qui a disparu était un « 4 étoiles » proposant 38 chambres : La ville a perdu un tiers de sa capacité d'hébergement en 4 ans. Cette étude ne prend pas en compte les hébergements chez l'habitant de type « Chambre d'hôtes ». Ce type d'hébergement est très répandu en raison de l'attrait touristique de la région, du profil des visiteurs et du patrimoine architectural qui offre de nombreuses perspectives pour aménager ce genre d'accueil. C'est un phénomène difficile à quantifier due à la multiplication des réseaux de location et des hébergeurs indépendants.

Montignac possède un camping 3 étoiles dont la capacité de 83 emplacements n'a pas varié en 4 ans.

Tourisme, les éléments à retenir :

- un secteur économique phare à l'échelle départementale comme communale.

4.5 Habitat et équipements

Cette section s'intéresse au logement à l'échelle communale et à l'échelle du site d'étude.

■ Habitat à l'échelle communale

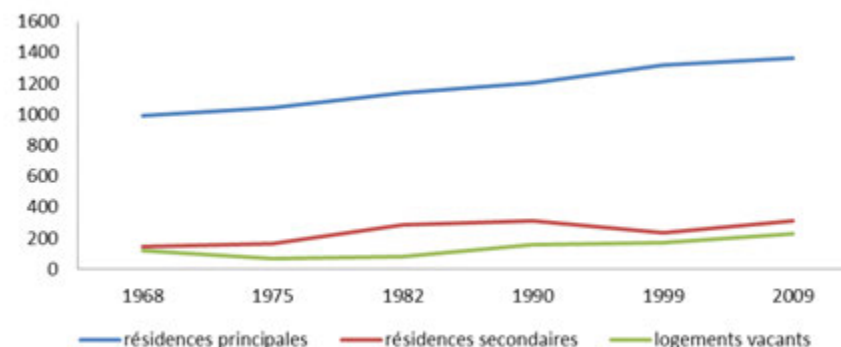


Figure 124 - Evolution du nombre de logements par catégorie à Montignac (Source : INSEE)

Les courbes suivent la tendance départementale bien que l'augmentation de la part des résidences secondaires ait connu quelques inflexions. En 2009, les résidences secondaires représentent 16,6% du parc de logements montignacois.

Si entre 1999 et 2009, la quantité de logement a légèrement augmenté (+10%), on note également une diversification de l'offre : la quantité de logements de type appartement a été pratiquement multiplié par 3. La mairie enregistre une moyenne de 10 permis de construire par an.

Les seuls logements qui ne décroissent pas sont ceux à 3 et 5 pièces. Les 1 et 2 pièces sont des logements destinés aux jeunes indépendants. Il s'avère que la part des jeunes actifs ayant un emploi est basse : le taux d'emploi des 15-24 ans est de 30,9% (contre 79,7% pour les 25-54 ans et 33,8% pour les 55-64 ans).



Figure 125 - Types de logements à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE)

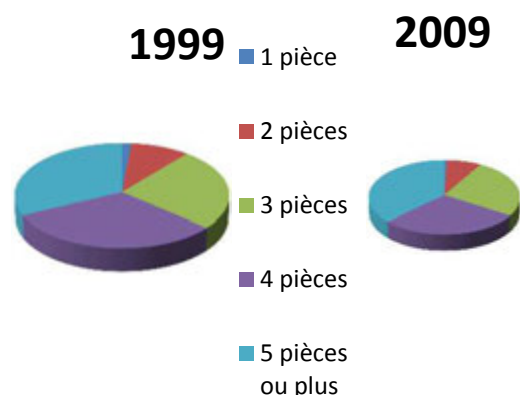


Figure 126 - Résidences principales selon le nombre de pièces à Montignac (Source : INSEE)

La commune compte 227 logements vacants, représentant 11,9% des logements de Montignac. Les statistiques sur les constructions neuves font ressortir une surface consommée moyenne d'environ 2 700 m² par logement (2006).

La SA HLM de Bergerac et l'Office Départemental HLM assurent la gestion du parc de logements sociaux de la commune de Montignac. Une centaine est actuellement référencée (99 logements en fin 2000). La proportion des logements sociaux est basse en Dordogne en raison de sa ruralité. Le rapport des logements sociaux sur résidences principales se situe entre 6 et 11% à Montignac en 2010.

▪ Habitat à l'échelle du projet

Il existe de nombreux logements sous forme d'habitat pavillonnaire à la périphérie de Montignac. Cette présence est plutôt dense aux abords du parking P2. Les habitations sont présentes sur la rue du Barry ainsi que sur le chemin du Gouny au Nord-Ouest du site. A proximité du parking P1, on note également quelques habitations.

Avant que les parcelles destinées au projet ne soient requalifiées en zone dites AUop (constructibles), tout le secteur était en zone Naturelle et forestière (N), inconstructible. Ainsi, aucune habitation neuve n'a pu être construite aux abords de la Colline de Lascaux et du site.

▪ Equipements

La présence de nombreux équipements publics est à signaler à Montignac :

- Collège (400 élèves)
- Groupe scolaire maternelle et primaire (270 enfants)
- Gendarmerie
- Caserne de pompiers
- Perception
- Centre EDF-GDF
- Maison de retraite médicalisée (86 places)
- Services d'aides ménagères
- Crèche familiale
- Centre de Loisirs sans hébergements
- Halte-garderie – Garderie périscolaire
- Centre médico-social
- Bibliothèque
- Cinéma - Ludothèque

Habitat et équipements, les éléments à retenir :

- Le site se situe en lisière des zones résidentielles peu denses.
- Quelques fermes et pavillons encadrent le site.
- De nombreux équipements sont recensés pour une commune rurale

4.6 Réseaux et déplacements

Il est ici tenu compte des infrastructures routières et ferroviaires, des transports collectifs ainsi que des déplacements doux qui desservent le secteur d'étude.

Certaines des informations présentées ci-dessous sont extraites pour partie du Rapport de présentation (pièce n°1) du Plan Local d'Urbanisme de Montignac et de comptages routiers effectués par le Conseil Général de la Dordogne.

■ Infrastructures routières

Voiries existantes

Montignac est desservie par :

- La RD706 en provenance du Sud-Ouest, reliant Montignac aux Eyzies
- La RD704 en provenance du Sud-Est, reliant le Lardin, Sarlat et Périgueux
- La RD67 en provenance du Nord-Ouest, reliant Montignac à Périgueux

L'itinéraire RD704 est classé à grande circulation.

Le site du projet est desservi par la route départementale RD704^{E1}, appelée aussi avenue de Lascaux qui le traverse du Nord au Sud. Elle est construite sur des remblais.



Figure 127 - Carte des infrastructures routières au niveau de la zone d'étude
(Source : ATD24, Programme architectural, avril 2011)

Deux chemins ruraux bordent également les terrains au Nord :

- la route du Régourdou dessert la ferme de La Fageotte,
- le chemin rural CR207 ou rue du Barry qui assure la liaison Sud-Ouest avec le Bourg de Montignac.

Les différentes infrastructures routières sont représentées sur la photographie aérienne suivante.

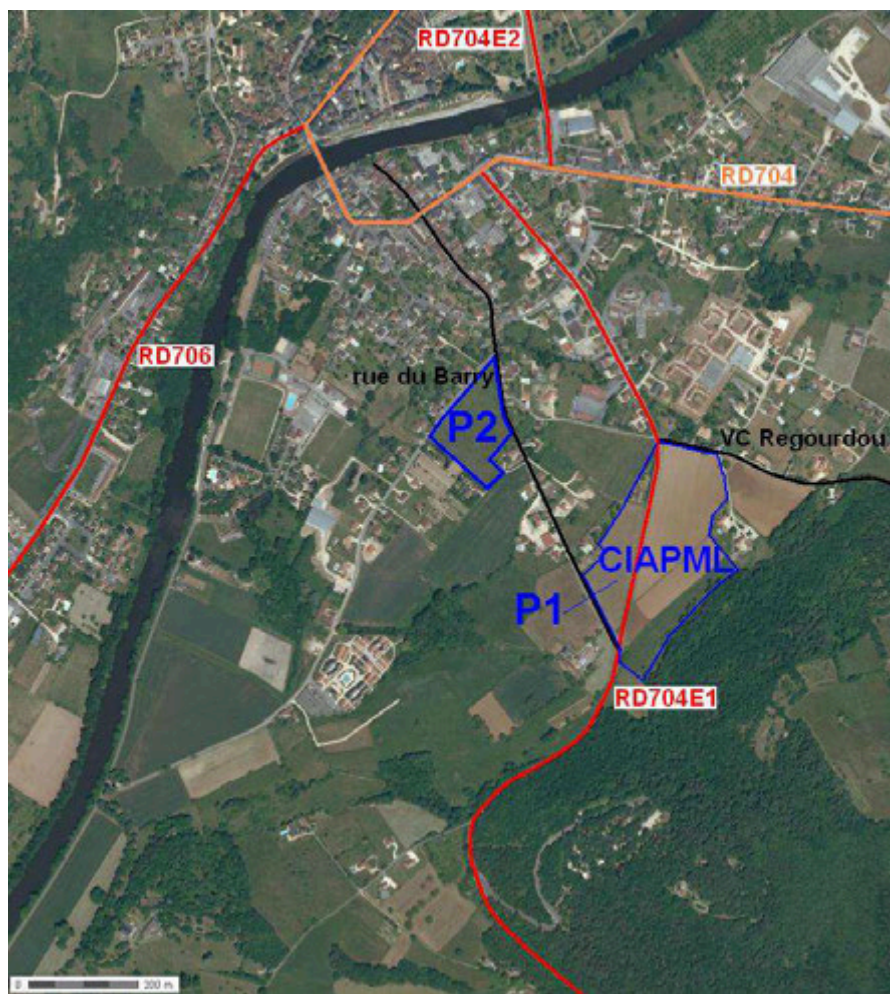


Figure 128 - Photographie aérienne des infrastructures routières principales au niveau de la zone opérationnelle (Source : Géoportail)



Figure 129 - Avenue de Lascaux, en provenance du Sud (Source : ALTO Ingénierie)



Figure 130 - Rue du Barry entre le CIAPML et le parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)

▪ Trafic routier

Des comptages routiers ont permis d'analyser la fréquentation des axes desservant la commune de Montignac.

La présente analyse se décompose en deux parties :

- La fréquentation des accès Sud de Montignac desservant le futur CIAPML
- La fréquentation des accès Nord et Ouest desservant le centre-ville de Montignac et ses différentes aires de stationnement

Au niveau du CIAPML

Cette première partie ambitionne d'évaluer la fréquentation des accès desservant le CIAPML et le parking P1, à savoir la route départementale RD704^{E1}, nommée avenue de Lascaux.

Le trafic routier des axes situés aux abords de la zone opérationnelle a pu être estimé grâce à des comptages routiers transmis par le Conseil Général de la Dordogne. Ces comptages ont été effectués en deux points sur la RD704^{E1}, en deux points sur les voies communales du Régourdou (l'une d'elles est appelée chemin Roger Constant sur la carte qui suit) et sur la voie 201 Fon Laroche, en période touristique, du 25 mai au 1^{er} juin 2011 et du 27 juillet au 3 août 2011.

Ces comptages permettent d'appréhender le niveau de trafic atteint en période moyenne (printemps) et haute (estivale).

Après analyse, on note sur toutes les voies, une augmentation considérable des flux routiers entre les deux périodes. Parallèlement, la part représentée par le flux poids lourds a tendance à baisser en période estivale sur les axes secondaires.

L'avenue de Lascaux (RD704^{E1}) desservant le site de Lascaux II et, à terme, le site du projet est la plus empruntée.

Sur la période du 25 mai au 1^{er} juin, le flux journalier moyen par sens enregistré sur cette voie est de 392 véhicules vers Lascaux et d'environ 345 véhicules vers Montignac.

En période estivale, le flux journalier moyen par sens enregistré sur cette voie est de 943 véhicules vers Lascaux et d'environ 902 véhicules vers Montignac.

En comparant les chiffres de ces deux périodes, on constate que le flux journalier triple au droit du site tout comme en aval de la zone d'étude.

Le chemin du Régourdou encercle le site du projet en amont et en aval et donne accès au site de Lascaux II.

Sur la période du 25 mai au 1^{er} juin, le flux journalier moyen par sens enregistré sur cette voie est d'environ 137 véhicules vers La Chapelle-Aubareil, de 288 véhicules vers Montignac et de 59 véhicules vers Lascaux. En période estivale, le flux journalier moyen par sens enregistré sur cette voie est d'environ 261 véhicules vers La Chapelle-Aubareil, de 481 véhicules vers Montignac et de 38 véhicules vers Lascaux.

En comparant les chiffres de ces deux périodes, on constate que le flux journalier double vers Montignac et vers La Chapelle-Aubareil mais baisse vers Lascaux. Ces augmentations de flux moins significatives s'expliquent du fait du caractère secondaire de ces voies, voire de leur dimension en partie pédestre (Chemin du Régourdou aval), en période estivale.

La carte des comptages routiers au Sud du CIAPML est disponible en annexe.

Au niveau du centre-ville

On s'intéresse ici à la fréquentation de la commune de Montignac en analysant le trafic en provenance du Nord et de l'Ouest.

Là encore, l'étude se base sur des comptages routiers, transmis par le Conseil Général de la Dordogne. Ces comptages sont représentés, tantôt par une moyenne journalière du trafic sur l'année avec la variation relative du trafic entre la période hivernale et estivale, tantôt par une moyenne journalière sur la période d'étude qui correspond à la basse-saison (Janvier-Avril).

A la lumière de ces données, les routes desservant le CIAPML semblent épargnées par le trafic routier de la rive droite de la Vézère : même en basse saison, les deux accès aux ponts traversant la Vézère et permettant

ainsi de joindre le centre-ville de Montignac, soit, la route départementale RD706 et la route départementale 704 au Sud du giratoire de Chambon, accusent un trafic dépassant les 4 000 véhicules (respectivement 4 400 et 5 235 véhicules) par jour tous sens confondus tandis que les accès Sud ne dépassent pas le millier de véhicules en haute saison.

Les données confirment par la même l'augmentation significative du trafic en période estivale. L'affluence des deux axes desservant les ponts franchit la barre des 7 000 véhicules en été (7 600 véhicules pour la RD706 et 7 300 véhicules pour la RD704). Par rapport à la basse saison, cette fréquentation représente une augmentation de 28% et 42% pour les accès, respectivement, Sud-Ouest et Nord.

Les poids lourds sont légèrement plus nombreux mais les données issues des comptages à l'échelle de l'avenue de Lascaux laissent à penser que la majorité des véhicules de type poids lourds longent la Vézère sans la traverser.

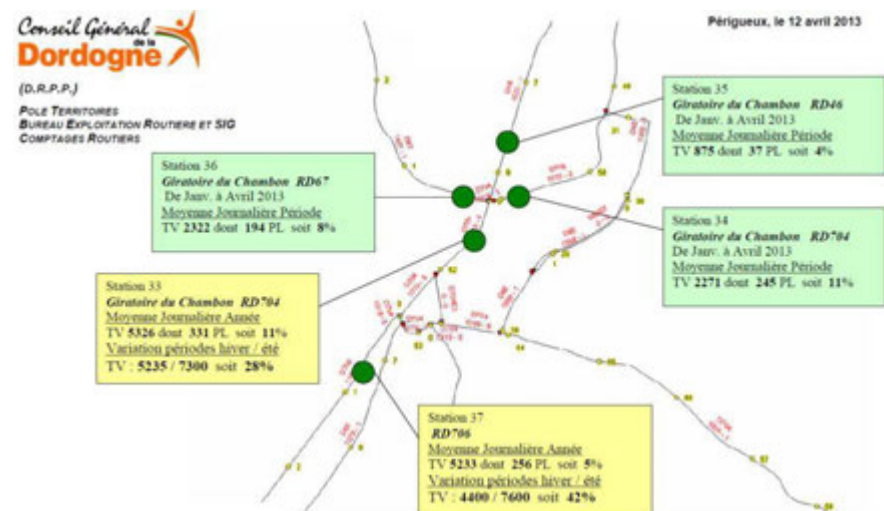


Figure 131 - Comptages routiers Nord (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Accessibilité

RD704^{E1}

La RD704^{E1} constitue la voie d'accès principale offrant deux entrées sur le site du CIAPML et du parking P1. Le gabarit de la voie est d'une fois 2 voies. Le profil suivant illustre son gabarit.

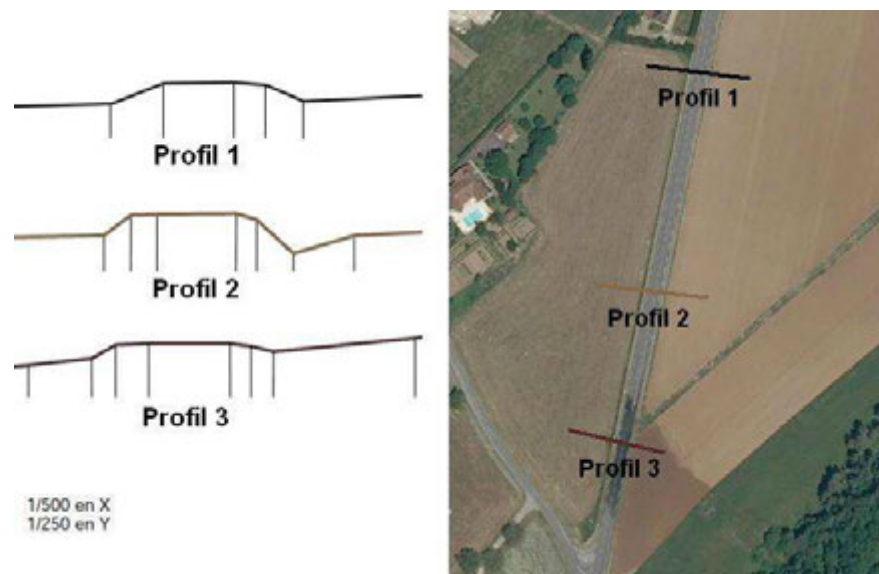


Figure 132 - Structure sommaire de la route départementale 704^{E1} au niveau de l'emplacement du projet (Source : OPTisol, fond de carte Géoportail)

Rue du Barry

La rue du Barry connecte le parking P2 au CIAPML et au centre-ville et aux différentes voies d'accès (ponts D706, D704).

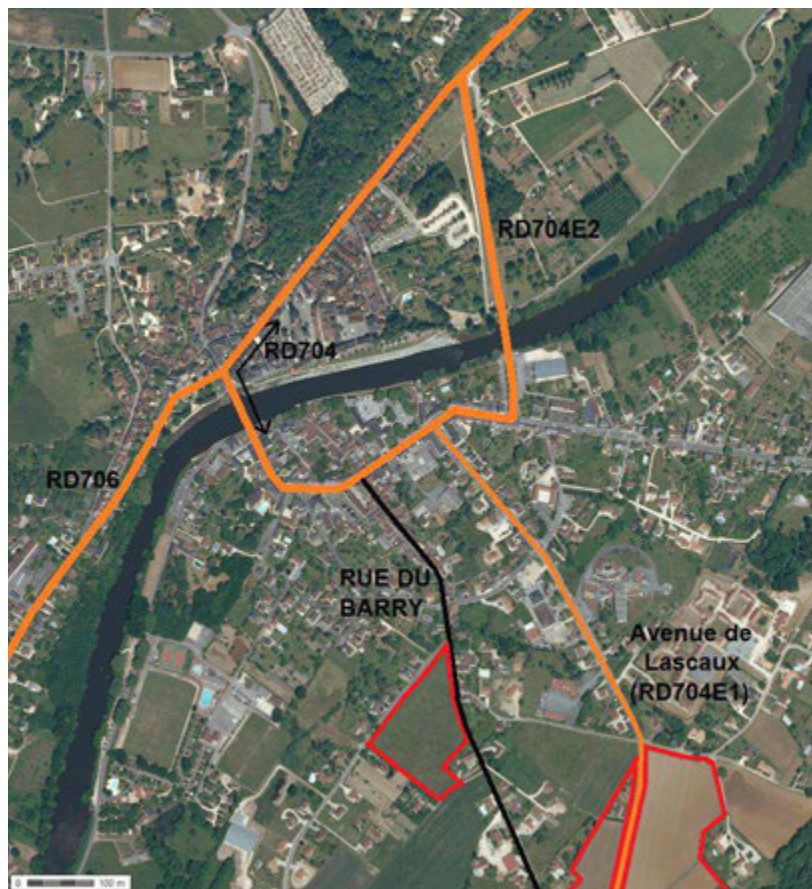


Figure 133 - Connexion entre la route du Barry et les axes principaux desservant Montignac (Source : Géoportail)

Cette rue demeure étroite et n'a vocation actuellement qu'à desservir les habitations de cette rue. L'axe utilisé aujourd'hui pour la traversée Nord-Sud de Montignac demeure l'avenue de Lascaux.



Figure 134 - Photographie de la rue du Barry en direction du centre-ville depuis le parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)

▪ Infrastructures ferroviaires

Au Nord-Est, à 10 km de la zone d'étude par la RD704, se trouve la gare de Condat le Lardin. Au Sud, à 24 km la gare de Sarlat est également joignable par la RD704

▪ Transports collectifs

Avion

Deux aéroports sont présents en Dordogne : à Bergerac (73 km au Sud-Ouest) et l'aéroport de Bassillac – Périgueux (37 km au Nord-Ouest). L'aéroport le plus proche est celui de Brive (32km par la route vers l'Est).

On notera aussi la présence de l'aérodrome de Condat (Condat sur Vézère) situé à 8 km au Nord-Est de Montignac.

Bus

Via le réseau *TransPérigord*, 3 lignes régulières desservent la commune de Montignac :

- Ligne 7a : 2 bus/jour dans les deux sens en semaine
Arrêts : Place de l'église et Place Tourny
- Ligne 7b : 2 bus/jour dans un sens, 1 bus/jour dans l'autre en semaine
Arrêt : Place Tourny
- Ligne 8 : 4 bus/jour dans un sens, 3 bus/jour dans l'autre en semaine
Arrêts : Mairie, Place de l'église, Place Tourny, Rond-point du Chambon

Le réseau a été mis en place pour des besoins scolaires principalement.

L'arrêt le plus proche est celui de la place Tourny qui est desservi par les 3 lignes de bus précédemment citées. Cet arrêt se trouve à 1 kilomètre du site, soit 12-15min à pied.



Figure 135 - Réseau TransPérigord (Source : Conseil Général de la Dordogne)



Figure 136 - Carte des arrêts de bus à Montignac (Source : Géoportail)

■ **Déplacement doux**

Un réseau de sentiers de randonnée existe à l'échelle de la Communauté de communes de la Vallée de la Vézère dans le cadre du Plan Départemental des Itinéraires de Promenades et de Randonnées (PDIPR). La commune de Montignac dispose du GR461 longeant la RD706, traversant la Vézère et longeant par la suite la RD704 vers Armand-de-Coly.

La zone d'étude est encerclée par des chemins ruraux rendant les déplacements piétonniers et cyclables aisés.

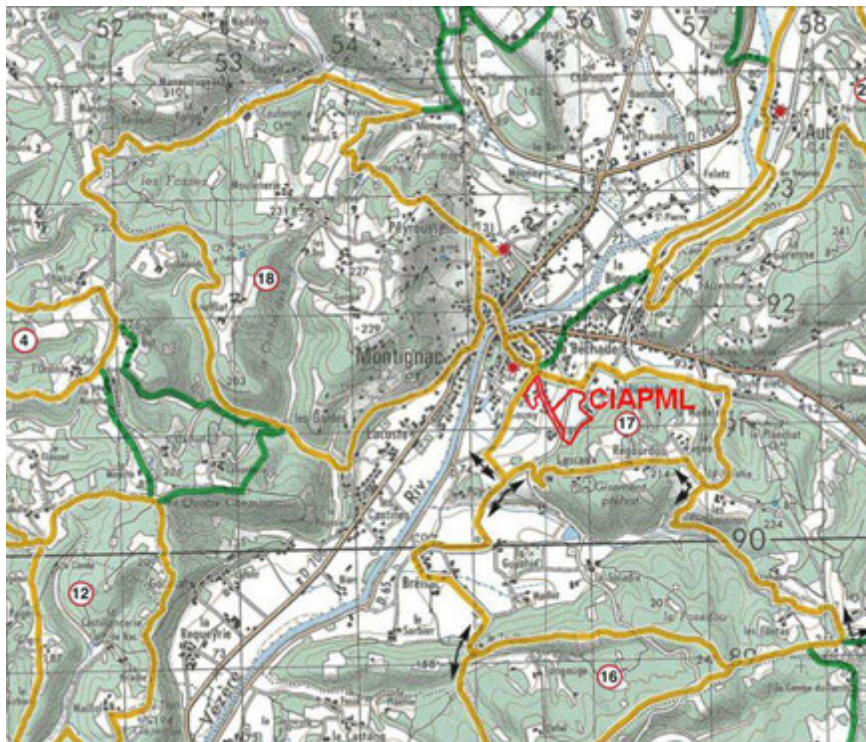


Figure 137 - Carte des chemins ruraux autour de Montignac (Source : Conseil Général – réalisé en collaboration avec la Communauté de Communes de la Vallée de la Vézère)

A l'échelle de Montignac, en dépit du cyclotourisme important dans la région, aucun aménagement n'a été spécialement mis en place pour améliorer la sécurité des cyclistes.

▪ **Stationnement**

Montignac dispose d'une capacité de stationnement de 600 places. Le stationnement est un problème récurrent et croissant en saison estivale du fait de l'attractivité touristique et de la configuration de la ville.



Figure 138 - Parkings du centre-ville (Source : Municipalité de Montignac)

A l'échelle de la zone d'étude, il n'y a actuellement aucun aménagement public destiné au stationnement.

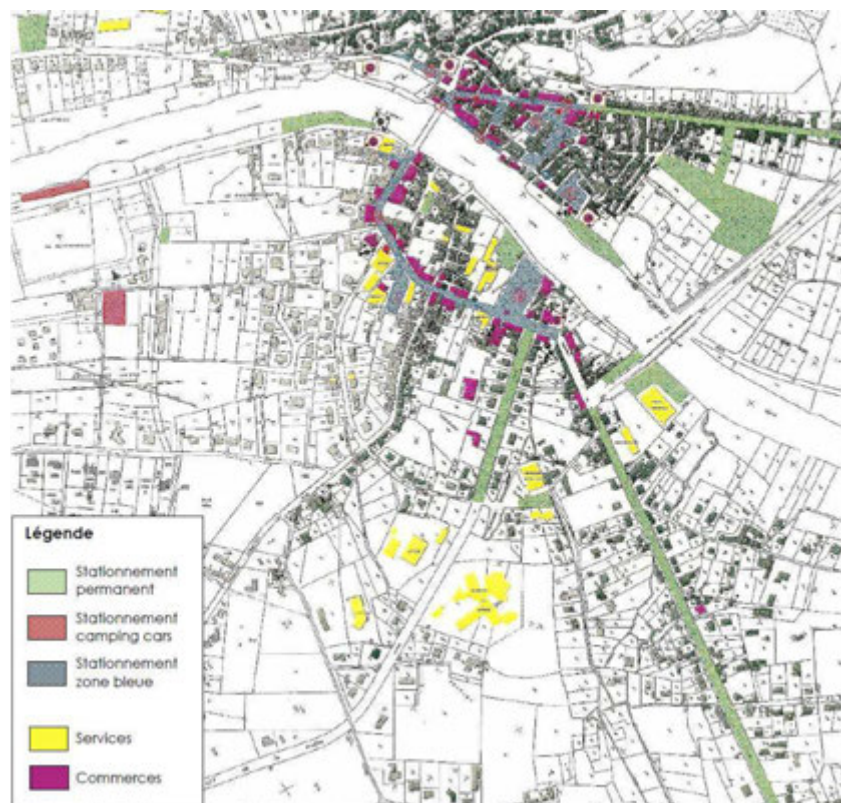


Figure 139 - Carte du stationnement en centre-ville de Montignac (Source : Direction Départementale de l'Équipement de la Dordogne)

Réseaux de transports et déplacements, les éléments à retenir :

- Bonne desserte par les infrastructures routières avec un trafic relativement dense en période estivale
- Desserte par les transports en commun peu développée
- Peu d'aménagements à destination des déplacements doux
- Problématique du stationnement centrale, particulièrement en période estivale

4.7 Réseaux secs

La détermination des réseaux secs résulte de la consultation des gestionnaires.

■ ERDF

Le site est desservi par un réseau d'électricité, sous forme de ligne EDF aérienne, située rue du Barry.

Un réseau sous-terrain basse-tension se trouve à environ 30 mètres des parcelles du futur parking P1 et du CIAPML.

Concernant le réseau haute-tension, des lignes aériennes se trouvent à 120 m du futur bâtiment.

Symbologie des principaux ouvrages des plans de masse et de détails			
Type de tension	Type de réseau	Représentation dans le plan de masse	Représentation dans les plans de détails
HTA	Souterrain	---	---
	Aérien	---	---
	Aérien torsadé	---	---
BT	Souterrain	---	---
	Aérien	---	---
	Aérien torsadé	---	---

Catégorisation des ouvrages souterrains des plans de détails au sens de la réglementation DT-DICT		
Classe des ouvrages	Éléments particuliers présents sur la symbolologie des ouvrages précités	Exemple appliqué à un tronçon de réseau BT souterrain dans un plan de détails
A		
B	Aucun élément particulier	
C	« ? » ou « Tracé incertain »	

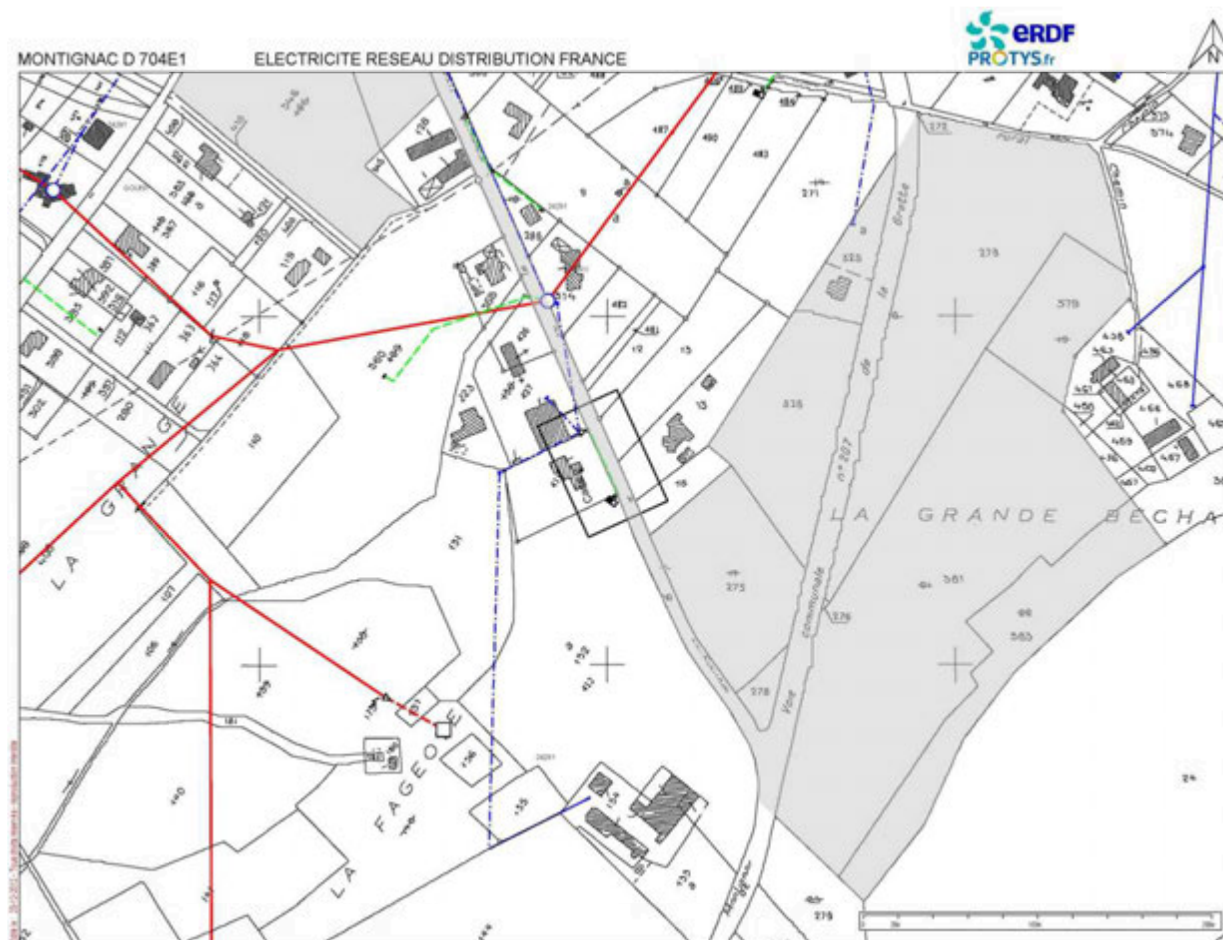


Figure 140 - Plan du réseau EDF à proximité du site du CIAPML (Source : ERDF)



Figure 141 - Plan du réseau EDF à proximité du futur parking P2 (Source : ERDF)

▪ Réseaux Télécom

Le site est desservi par un réseau de télécommunications.

La ligne France Télécom est localisée de façon tangente à la rue du Barry et à l'avenue de Lascaux. Au Nord, une conduite allégée alimente 3 lignes aériennes qui se prolongent dans les chemins ruraux de la route du Régourdou, dont celui reliant la ferme de la Grande Béchade.

Le parking P2 est également alimenté par un réseau longeant le chemin de Gouny.

La commune de Montignac dispose d'une couverture ADSL de bonne qualité. La création d'un point HOTSPOT est envisagée dans le centre-bourg.



Figure 142 - Réseau de télécommunications présent au Nord du CIAPML
(Source : France Télécom Orange)

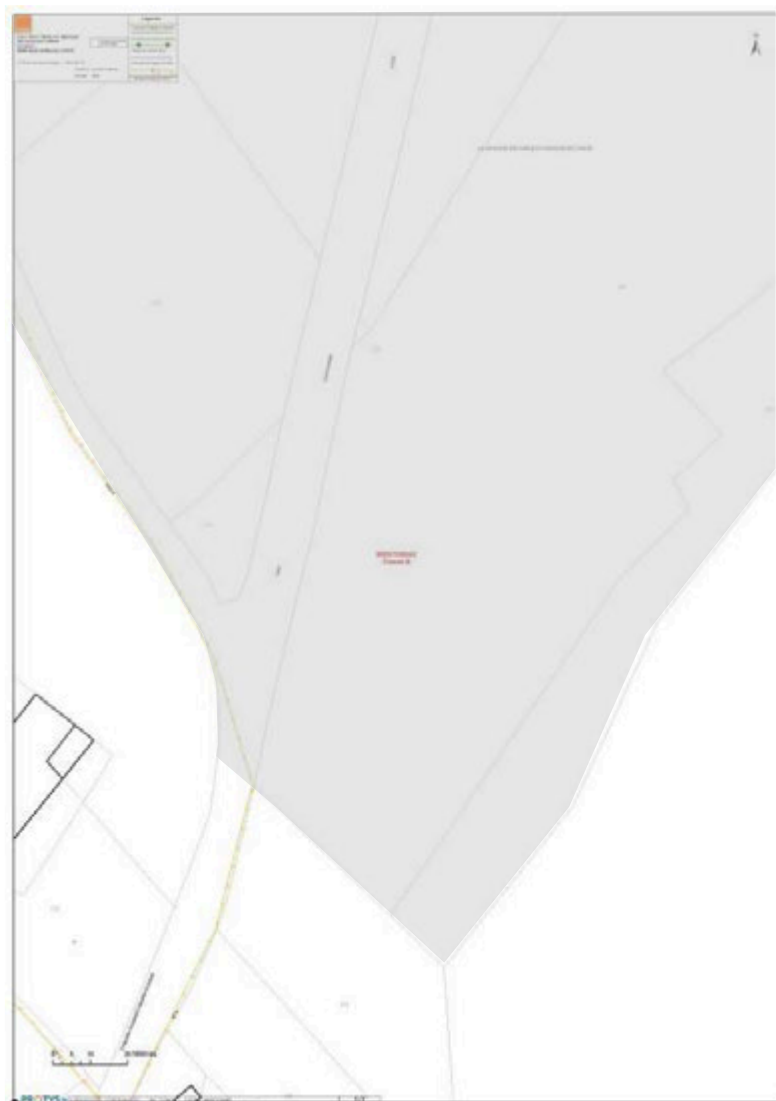


Figure 143 - Réseau de télécommunications présent au Sud du CIAPML
(Source : France Télécom Orange)



Figure 144 - Réseau de télécommunications présent au niveau du Parking P2
(Source : France Télécom Orange)

▪ Abduction gaz

Des canalisations de type PE 63 05 se trouvent le long de la rue du Barry et du chemin de Gouny ainsi qu'au Nord Des parcelles du site du CIAPML, le long de l'avenue de Lascaux et du chemin rural Route du Régourdou.

Il n'y a pas de canalisation à moins de 30 mètres de l'emplacement du projet de CIAPML.

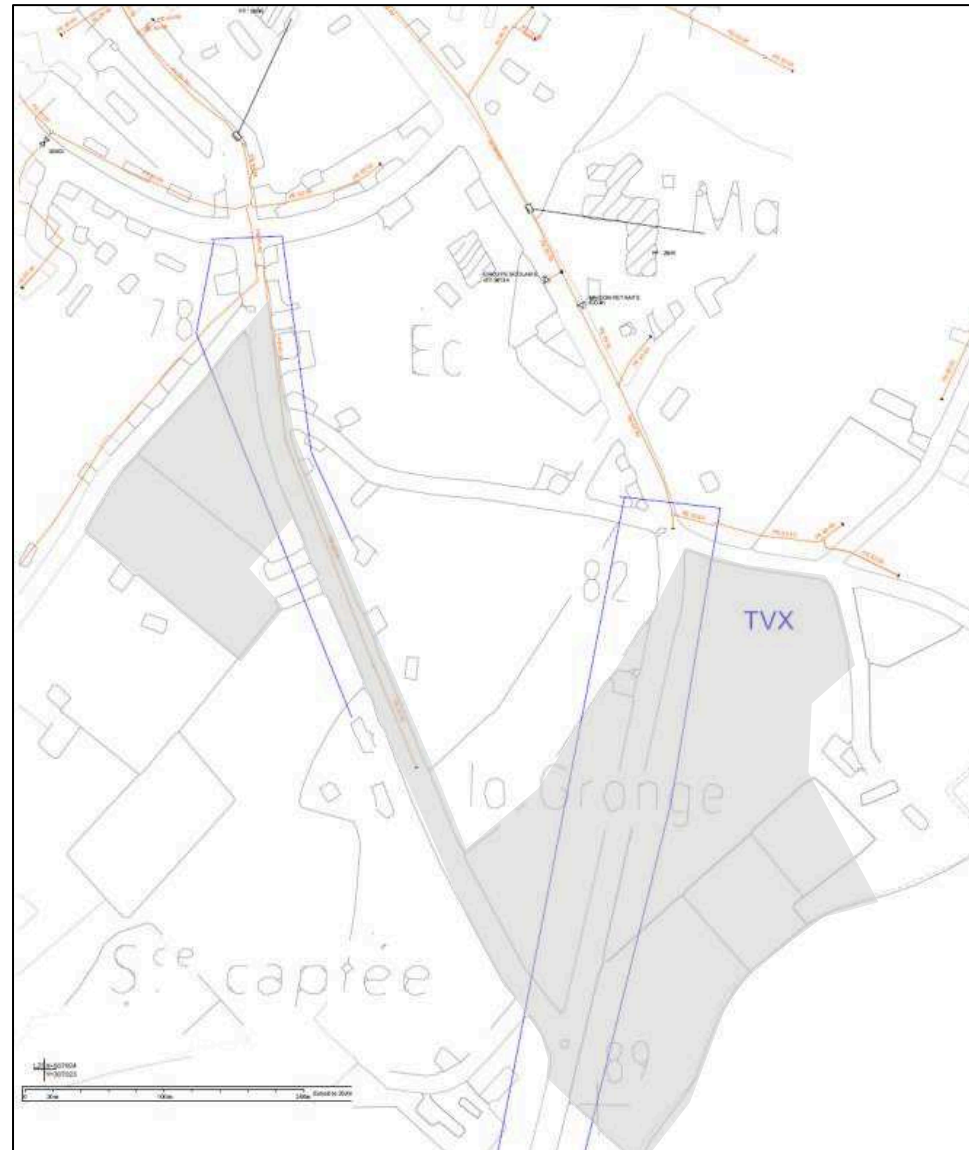


Figure 145 - Plan des conduites de gaz à proximité du périmètre (Source : GRDF)

4.8 Réseaux d'assainissement

▪ Eau potable

Une canalisation en fonte de diamètre nominal 150 est présente au droit des voies de circulation de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou.

Rue du Barry, une canalisation en PVC de diamètre nominal 32 est présente mais n'atteint pas la route départementale RD704^{E1}.

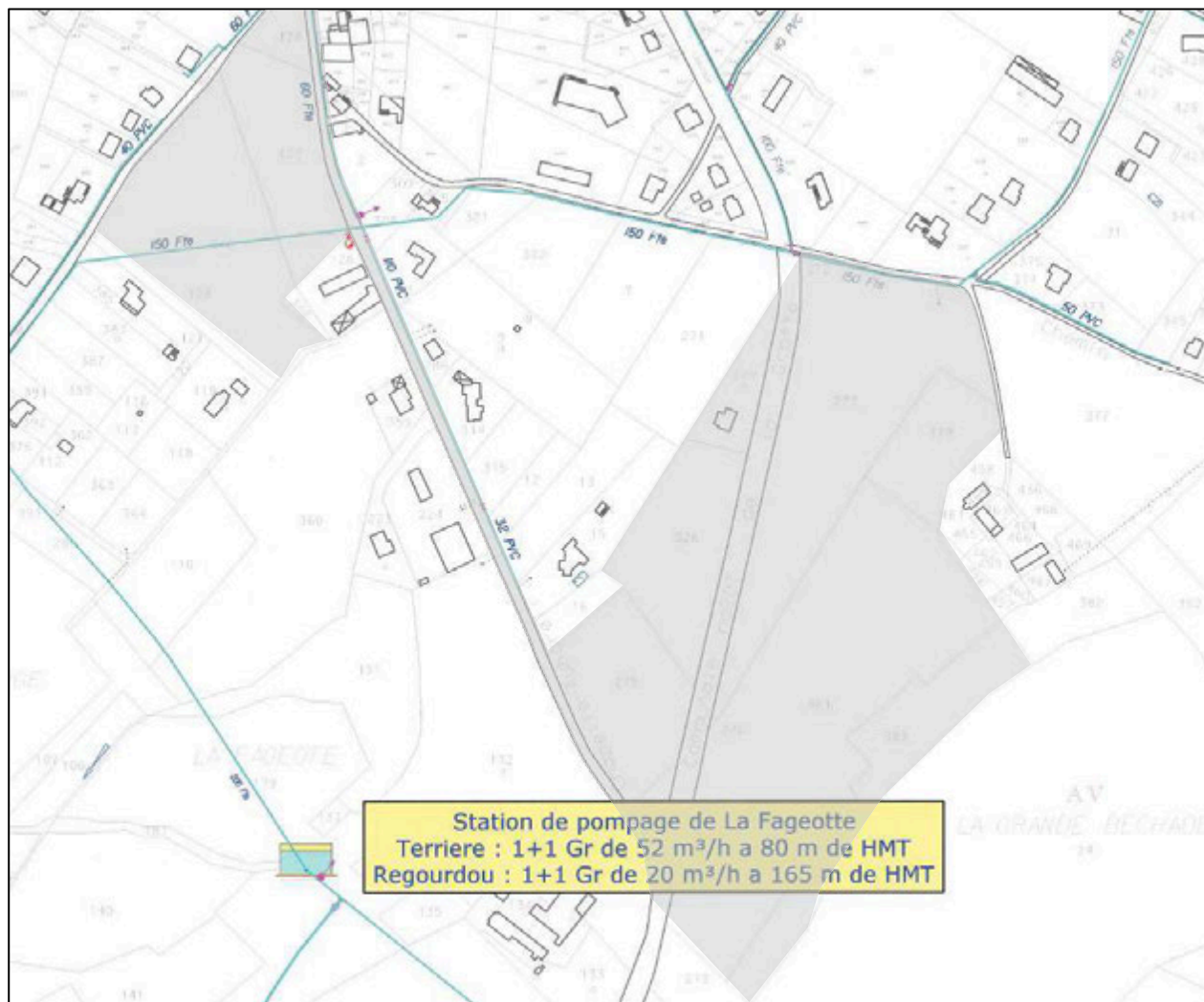
Le diamètre de la canalisation augmente en direction du centre-ville (diamètre nominal 110) puis passe en fonte (diamètre nominal 60).

Le chemin de Gouny laisse également passer une canalisation en PVC de diamètre nominal 40.

Le plus important à noter est une canalisation en fonte de diamètre nominal 150 qui traverse le lieu du futur parking P2 selon un axe Est-Ouest.

▪ Eaux pluviales

Le site du CIAPML n'est pas desservi par le réseau d'eaux pluviales présent le long de la rue du Barry et du chemin du Régourdou. Des aménagements sont programmés par la mairie de Montignac pour assurer la pleine desserte des futures installations.



▪ Eaux usées

Un collecteur des eaux usées de diamètre nominal 200 est présent sous l'intersection du chemin du Régourdou et de l'avenue de Lascaux.

Un réseau d'eaux usées de 150 mm de diamètre est présent sous la rue du Barry et le chemin de Gouny.

Une station d'épuration est localisée au lieu-dit « Bleu fond » à proximité de la Vézère. Exploitée par Veolia, elle a été certifiée conforme au 31/12/2012 en équipement et en performance.

Sa capacité nominale est de **4167 équivalents habitants** avec un débit de référence de **750m³/j**. En 2011, la charge maximale d'entrée fut de **2470 équivalents habitants** avec un débit moyen de **410m³/j**.

▪ Défense contre l'incendie

Des bornes à incendie sont présentes sur la canalisation de DN 150 en fonte, chemin du Régourdou ainsi que sur la rue du Barry, à proximité du futur parking P2.

Réseaux secs et d'assainissement, les éléments à retenir :

- Peu de réseaux atteignent aujourd'hui le site du CIAPML
- Les réseaux desservent le futur parking P2, ceci dû à la présence de nombreuses habitations tout autour et le long de la rue du Barry.





Figure 148 - Synthèse des réseaux aux abords du site (Source : Programme architectural, ATD 24)

4.9 Documents d'urbanisme

■ Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT)

Le site du projet n'est pas couvert par un éventuel périmètre de SCoT.

A l'échelle du département de la Dordogne, le SCoT Bergeracois est en cours d'élaboration tandis que le SCoT de Périgueux est en projet.

■ Plan Local d'Urbanisme de Montignac

Révisions et modifications du PLU

Le Plan d'Occupation des Sols (POS) de Montignac-sur-Vézère a été approuvé le 7 décembre 1983. Par délibération du 2 juillet 1999, la commune a prescrit la révision générale du POS afin d'élaborer un Plan Local d'Urbanisme (PLU). Le PLU a été approuvé le 30 août 2006 par la sous-préfecture de SARLAT.

Le PLU de Montignac-sur-Vézère a fait l'objet d'une révision simplifiée et deux modifications :

- révision simplifiée n°1 approuvé le 4 décembre 2009
- modification n°1 approuvée le 12 avril 2009
- modification n°2 approuvée le 4 décembre 2009

L'agence URBAM est en charge d'assister la commune dans ses démarches de révision et de modification. 4 procédures ont eu lieu :

- 2 révisions conjointes

- Révision simplifiée n°2 prescrite le 4 novembre 2011, Cette révision simplifiée concerne la réduction de l'Espace Boisé Classé (EBC) présent de part et d'autre de la route du Régourdou, sur un linéaire de 800 mètres. Elle est en lien avec le projet du CIAPML.

- Révision simplifiée n°3 prescrite le 26 octobre 2011, Cette révision simplifiée concerne d'une part l'extension de la zone UB du lieu-dit Lacoste sur une parcelle actuellement en zone Nt (le reste de la zone Nt actuelle étant reclassé en zone Naturelle N), d'autre part une

extension de la zone UY du lieu-dit Les Rives sur la zone Naturelle N limitrophe.

- **2 modifications conjointes**

- o Modification n°3

Cette modification porte sur l'ouverture à l'urbanisation de la zone « AUp », zone fermée à l'urbanisation, spécifiquement créée dans le cadre du PLU. Elle rend possible la réalisation du projet du CIAPML.

Pour les besoins de mise en œuvre du projet, la modification n°3 porte sur:

- Le classement de la zone AUp en secteur AUOp de la zone AU ouverte et sur la création d'une orientation d'aménagement de l'ensemble du site du projet.
- Le classement du projet de parking, actuellement en UB au PLU applicable, en secteur AUOp
- La création d'une orientation d'aménagement de l'ensemble du site du projet : secteur AUOp ;
- L'adaptation du règlement de la zone AU de manière à intégrer le secteur AUOp ;
- L'ajustement des emplacements réservés existants, permettant l'aménagement de la rue du Barry et les jonctions Nord et Sud avec les RD704 et 706.

Soit :

- Pour le CIAPML et le parking P1 : il s'agit des parcelles n°383, 381, 276, 379, 273, 278, 275, 326 section AV, pour une superficie de 7,32 ha passant d'un classement AUp en AUOp pour 7,12 ha et d'un classement de UB en AUOp pour 0,2 ha ;
- Pour le parking P2 : il s'agit des parcelles 346, 127, 126 section BE, pour une superficie de 2,25 ha passant d'un classement UB en AUOp, appartenant au Conseil Général et pour partie classée en emplacement réservé n°6-3 pour aménager le carrefour et le parc de stationnement.





○ Modification n°4

Cette modification a été lancée afin d'intégrer plusieurs évolutions du dossier de PLU applicable, liées à des opérations d'aménagement en cours sur plusieurs secteurs de la commune. Elle fait également un bilan des emplacements réservés et du règlement suite à l'expérience de son application.

Zonage du PLU

Le projet est intégralement situé en zone AU secteur, zone recouvrant des terrains à caractère naturel, destinés à être ouverts à l'urbanisation.

La zone AU comprend trois secteurs :

- AUy, affecté spécialement aux constructions à usage d'activités : commerces, artisanat, services, industrie,
- AUi, secteur correspondant à la zone inondable du PPRI
- AUop, correspondant au centre international d'art pariétal de Montignac

Ce secteur n'est pas concerné par un coefficient d'occupation du sol.

Le site est localisé au sein du secteur AUop, spécifiquement destiné au projet du CIAPML (plan de zonage cf. p 95).

Le périmètre du site est concerné par différents emplacements réservés, modifiés dans le cadre de la modification n°3 :

- **N°6-3 et 6-4** - Rue du Barry : élargissement de la voie ;
- **N°9-1** - Parking Nord du site donnant sur la rue du Barry : élargissement du site et accès ;
- **N°1-2** : Jonction avec la RD706 au Sud jusqu'à un rond-point à créer sur la RD706 ;
- **N°2-1 et 2-2** : Jonction avec la RD704 au nord : traverse de la zone agglomérée à l'Ouest de la RD704^{E1}
- **N°2-2** : Jonction avec la RD704 au Nord : traverse de la zone agglomérée à l'Est de la RD704^{E1}

Règlement du PLU

ARTICLE AU.0 - RAPPELS RELATIFS A CERTAINES OCCUPATIONS OU UTILISATIONS DU SOL

Occupations ou utilisations du sol soumises à autorisation ou à déclaration en raison de la mise en application du PLU

- 1) L'édification de clôtures est soumise à déclaration
- 2) Les travaux, installations et aménagements mentionnés
 - aux articles R421-19 à R421-22, sont soumis a permis d'aménager (R421-19 alinéa k : à moins qu'ils ne soient nécessaires à l'exécution d'un permis de construire : les affouillements et exhaussements du sol de plus de deux mètres de haut et sur une superficie supérieure ou égale à deux hectares ; R421- 19 alinéa j : les dépôts de véhicules de 50 unités ou plus ; ...)
 - mentionnés aux articles R421-23 à R421-25, doivent faire l'objet d'une déclaration préalable (R421- 23 alinéa f) : à moins qu'ils ne soient nécessaires à l'exécution d'un permis de construire : les affouillements et exhaussements du sol de plus de deux mètres de haut et sur une superficie supérieure ou égale à cent mètres carrés ; R421 23 alinéa e) : les dépôts de véhicules de 10 à 49 unités ; R421-23 alinéa h) : les travaux sur éléments identifiés en application de l'article L123-1-5 alinéa 7 ;).

ARTICLE AU 1 - OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL INTERDITES

Toute construction ou installation autre que celles visées à l'article AU 2 est **interdite**.

ARTICLE AU 2 - OCCUPATIONS ET UTILISATIONS DU SOL SOUMISES A DES CONDITIONS PARTICULIERES

A condition que les voies publiques et les réseaux d'eau, d'électricité et d'assainissement existant à la périphérie immédiate de chaque unité de la zone aient une capacité suffisante pour desservir les constructions à implanter dans l'ensemble de la dite unité **sont admis** :

- 1) Les constructions desservies par les équipements internes à la zone prévus par les orientations d'aménagement, au fur et à mesure de leur

réalisation, notamment celles **à usage d'habitation, d'équipement collectif, d'hôtellerie, de commerces, d'artisanat, de bureaux**, ainsi que leurs annexes.

2) Les opérations d'aménagement d'ensemble comprenant habitations, équipements collectifs, bâtiments annexes et locaux à usage d'activité qui leur sont directement liés (**commerces, artisanat**).

4) Les constructions à usage d'équipement collectif d'infrastructure (ouvrages techniques et travaux exemptés du permis de construire nécessaire au fonctionnement des divers réseaux).

6) **De plus, dans le secteur AUop sont autorisés les constructions et aménagements, les affouillements et exhaussements de sols à condition qu'ils soient liés au centre international de l'art pariétal de Montignac et qu'ils prennent en compte les « orientations d'aménagement » prévues**

7) A condition de faire partie des constructions ou opérations visées aux paragraphes ci-dessus :

- Les installations classées liées directement aux activités prévues dans l'opération ou aux besoins de constructions
- Les aires de stationnement citées à l'article R.442-2, alinéa b du code de l'urbanisme
- Les piscines
- Les antennes d'émission et de réception des signaux radio électriques
- Les clôtures

ARTICLE AU 3 - CONDITIONS DE DESSERTE DES TERRAINS PAR LES VOIES PUBLIQUES OU PRIVEES ET D'ACCES AUX VOIES OUVERTES AU PUBLIC

1) Voirie

Les caractéristiques des voies publiques ou privées desservant les opérations et constructions autorisées dans la zone doivent répondre aux besoins de ces dernières, en fonction de l'importance et de la destination des immeubles ou ensembles d'immeubles. Elles doivent notamment être adaptées à l'approche du matériel de lutte contre l'incendie.

Pour les voies publiques à créer, ces caractéristiques sont les suivantes :

- Les voies de desserte principale doivent avoir au minimum 8 mètres de plateforme
- Les voies en impasse desservant plus de trois logements doivent être aménagées à leur extrémité, pour permettre aux véhicules de faire aisément demi-tour (placette, tourne bride, etc.).

2) Accès

Les constructions et installations autorisées doivent avoir accès à une voie publique ou privée, soit directement, soit par passage aménagé sur les fonds voisins, éventuellement obtenu dans les conditions fixées par l'article 682 du code civil.

Ces accès doivent présenter les caractéristiques minimales définies ci-dessous :

- Leurs caractéristiques géométriques doivent répondre à l'importance et à la destination de l'immeuble ou de l'ensemble d'immeubles qu'ils desservent, pour satisfaire aux exigences de la sécurité, de la protection civile, et de la défense contre l'incendie.
- Leur raccordement sur les voies publiques doit être aménagé en fonction de l'importance du trafic des dites voies, en assurant notamment une visibilité satisfaisante vers la voie.

3) Les dispositions du présent article ne sont pas applicables aux voies desservant les ouvrages techniques ni aux travaux exemptés de permis de construire nécessaires au fonctionnement des divers réseaux.

ARTICLE AU 4 - CONDITIONS DE DESSERTE DES TERRAINS PAR LES RESEAUX PUBLICS D'EAU, D'ELECTRICITE ET D'ASSAINISSEMENT, AINSI QUE, DANS LES ZONES RELEVANT DE L'ASSAINISSEMENT NON COLLECTIF, CONDITIONS DE REALISATION D'UN ASSAINISSEMENT INDIVIDUEL

1) Alimentation en eau

Toute construction ou installation qui requiert une desserte en eau potable doit être alimentée par branchement sur une conduite publique de distribution de caractéristiques suffisantes, située au droit du terrain d'assiette. Toutefois, il peut être prévu un raccordement en application des dispositions relatives aux équipements propres établies par l'article L.332-15, 3ème alinéa du code de l'urbanisme. Il est rappelé que ledit raccordement ne peut excéder 100 mètres.

2) Electricité

Toute construction doit être alimentée en électricité dans des conditions correspondant à ses besoins.

Toutefois, il peut être prévu un raccordement en application des dispositions relatives aux équipements propres établies par l'article L.332-15, 3ème alinéa du code de l'urbanisme. Il est rappelé que ledit raccordement ne peut excéder 100 mètres.

3) Assainissement

a - Eaux usées

a-1 Disposition générale

Les eaux usées de toute nature doivent être évacuées par des canalisations souterraines au réseau public d'assainissement situé au droit du terrain d'assiette, dans des conditions conformes à la réglementation d'hygiène en vigueur.

Le schéma d'assainissement servira de guide à la définition de la filière à mettre en place.

a-2 Dispositions applicables dans les secteurs fermés

A défaut de pouvoir être évacuées au réseau public d'assainissement, les eaux usées de toute nature doivent être dirigées par des canalisations souterraines sur des dispositifs d'assainissement individuel conformes à la réglementation d'hygiène en vigueur. Le schéma communal d'assainissement servira d'orientation à la définition de la filière à mettre en place. L'autorité chargée de l'application de la réglementation sanitaire peut exiger, qu'une étude d'assainissement soit effectuée préalablement à toute autorisation.

b - Eaux pluviales

Les aménagements réalisés sur les terrains doivent garantir l'écoulement des eaux pluviales dans le réseau collecteur, s'il existe au droit du terrain d'assiette. A défaut, ils ne doivent pas faire obstacle à leur libre écoulement.

Recommandation :

Afin de ne pas aggraver l'écoulement naturel, les eaux de toitures et les eaux de pluies canalisées, seront captées et un système de stockage sera mis en place afin de pouvoir rétablir un régime hydraulique identique à celui qui préexistait

ARTICLE AU 5 - SUPERFICIE MINIMALE DES TERRAINS CONSTRUCTIBLES

Non réglementée.

ARTICLE AU 6 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX VOIES ET EMPRISES PUBLIQUES

4) En secteur AUOp, les constructions peuvent être implantées sur la limite du domaine public

ARTICLE AU 7 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS PAR RAPPORT AUX LIMITES SEPARATIVES

3) en secteur AUOp

Les constructions peuvent être implantées sur les limites séparatives.

L'orientation d'aménagement précise cependant les limites sur lesquelles les constructions ne peuvent être implantées. Dans ce cas, la distance comptée horizontalement de tout point d'une construction au point le plus proche de la limite séparative doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points, sans pouvoir être inférieure à 3 mètres.

ARTICLE AU 8 - IMPLANTATION DES CONSTRUCTIONS LES UNES PAR RAPPORT AUX AUTRES SUR UNE MEME PROPRIETE

Non réglementé en secteur AUOp

ARTICLE AU 9 - EMPRISE AU SOL DES CONSTRUCTIONS

Non réglementé en secteur AUOp

ARTICLE AU 10 - HAUTEUR MAXIMALE DES CONSTRUCTIONS

1) Définition

La hauteur d'une construction est la différence de niveau entre le sol naturel avant terrassement et l'égout du toit.

Sur terrain plat, elle est mesurée le long de chaque façade de la construction. Lorsque le terrain naturel est en pente, la hauteur est mesurée à la partie médiane de la façade le long de laquelle la pente est la plus accentuée.

2) Règle

La hauteur des constructions ne doit pas excéder 9 mètres. Elle n'est pas réglementée dans les secteurs AUy et AUOp.

ARTICLE AU 11 - ASPECT EXTERIEUR DES CONSTRUCTIONS ET AMENAGEMENT DE LEURS ABORDS AINSI QUE, EVENTUELLEMENT, PRESCRIPTIONS DE NATURE A ASSURER LA PROTECTION DES ELEMENTS DE PAYSAGE

3) non règlementé en secteur AUop

ARTICLE AU 12 - OBLIGATIONS IMPOSEES AUX CONSTRUCTEURS EN MATIERE DE REALISATION D'AIRES DE STATIONNEMENT

4) non règlementé en secteur AUop

ARTICLE AU 13 - OBLIGATIONS IMPOSEES AUX CONSTRUCTEURS EN MATIERE DE REALISATION D'ESPACES LIBRES, D'AIRES DE JEUX ET DE LOISIRS, ET DE PLANTATIONS

1) Espaces libres

Les espaces libres de toute construction ainsi que les délaissés des aires de circulation et de stationnement doivent être aménagés en espaces verts.

2) Plantations

En secteur AUop, les aires de stationnement intégreront des aménagements paysagers notamment aux abords des zones habitées et seront arborées. Ces aménagements seront cohérents avec les orientations d'aménagement établis pour le secteur AUop.

ARTICLE AU 14 - COEFFICIENT D'OCCUPATION DU SOL

Il n'est pas **non plus** fixé de COS pour les secteurs AUY **et AUop**.

Orientations d'aménagement

Le projet respecte les orientations du Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD) en tenant compte notamment de l'objectif n°2 relatif à l'activité touristique.

En effet, cet objectif indique que « *l'activité touristique de la ville de Montignac constitue un enjeu majeur porteur de développement économique. Aussi, la commune souhaite contribuer à un développement maîtrisé de celle-ci notamment en :*

- *Accompagnant le projet de sanctuarisation de la colline de Lascaux (exemples : gestion de l'accès automobile de la colline, système de navette centre-ville/grotte, création d'un cheminement piétons centre-ville/grotte) (...),*
- *Aménageant le centre de préhistoire situé sur le site de « La Maison Barrière ».*

Le site a déjà fait l'objet d'attentions et de prescriptions dans le cadre du PLU par la création d'une zone à urbaniser « AUop ». Le secteur, classé auparavant « AUP », était fermé à l'urbanisation.

Des orientations d'aménagement schématiques et programmatiques ont été formulées pour l'aménagement du site :

- Zone « tampon » avec les constructions au Nord-Est du site
- Zone de recul des constructions avec le rebord boisé du plateau au Sud-Est
- Aménagements de part et d'autre de la RD704^{E1} : paysagers et de sécurité
- Prise en compte de la gestion des eaux pluviales
- Aménagements et desserte du site et du parking sur la rue du Barry

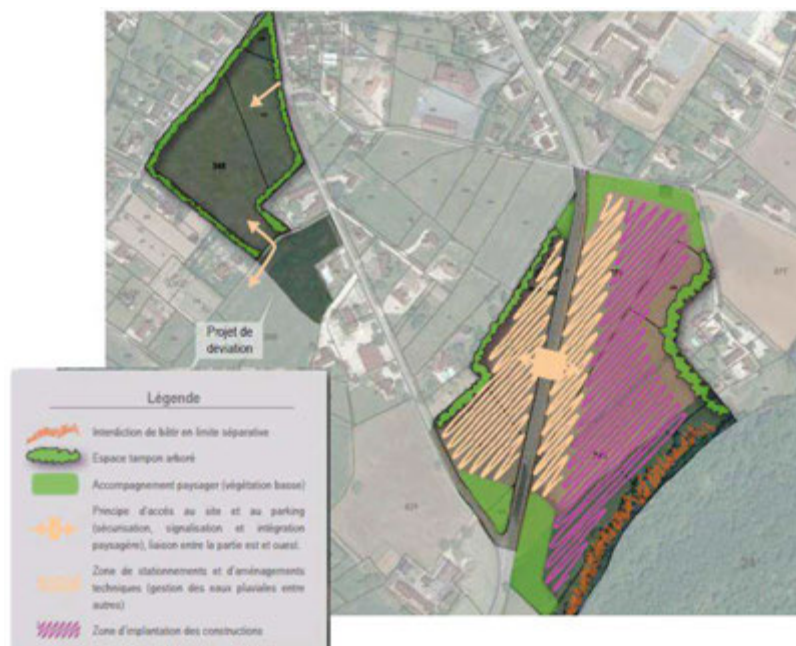


Figure 151 - Orientations d'aménagement schématiques et programmatiques
(Source : Modification n°3 du PLU de Montignac, Agence URBAM)

Recommandations architecturales

Du fait de l'inscription au sein d'un site inscrit et de la valeur paysagère intrinsèque du territoire d'ancrage, le STAP de la Dordogne, unité territoriale de la DRAC Aquitaine dans le département, a émis un certain nombre de réflexions visant à communiquer leur état d'esprit du projet, à savoir :

« [...] *Privilégier, l'intime, le dedans, le dissimulé et l'enfoui, au service du programme à révéler, à savoir l'art pariétal dans toutes ses dimensions,*

Adopter une éthique consistant précisément à définir un nouveau statut à l'objet créé, par simple humilité ou par convenance, tant la force symbolique de la colline sacrée apparaît prégnante.

Eviter la confrontation inutile préférant interioriser le programme pour faire naître une nouvelle image du site,

Privilégier le creusé sur le construit, sans pour cela exclure un signe-signal fort, au pied de cette colline sacrée.

Eviter la focalisation excessive sur l'objet architectural, alors que la grotte originale est là, quelque part sur la colline boisée.

Repenser la mise en scène de la colline par le programme, préférentiellement à la seule mise en scène de l'objet

Refuser la confrontation entre un site et un objet architectural émergeant lequel aussi flamboyant soit-il, risquerait de s'imposer artificiellement au déjà là.

S'abstraire de la tentation d'un volume signal émergeant, qui ne pouvant être banalisé du fait même de la nature du programme, se trouverait condamné au statut d'objet sophistiqué, avec le risque d'obsolescence rapide que cela sous-tend.

Reconnaître la difficulté à faire cohabiter dans un espace très contraint des formes architecturales en rupture, avec les formes traditionnelles héritées ou avec celles, plus récentes de la banalité.

Créer un lieu, porteur de sens, en osmose avec la nature des terrains constituant ce socle paysager de la colline.

Le projet doit bien au contraire, en refusant son statut d'objet, s'efforcer de renouer des liens avec le tissu paysager et bâti, en s'attachant à requalifier des abords bien malmenés ».

Ces réflexions sont à distinguer des prescriptions émises par l'Architecte des Bâtiments de France (ABF).

L'Architecte des Bâtiments de France a été consulté au stade de la programmation. Les premières prescriptions architecturales et d'insertion paysagère suivantes sont issues de l'Entretien du 4 avril 2012 donné par Philippe Rochas, Architecte des Bâtiments de France au STAP Dordogne :

« La présence de la colline de Lascaux en arrière-plan du terrain d'assiette, impose une intégration paysagère forte.

Le projet devra se fondre dans le paysage emblématique de Lascaux. Il faudra éviter une réalisation trop forte, son implantation devra suivre une logique de "défilement au pied de la colline". Ce ne sera pas un "objet architectural" dominant, bien au contraire, sa pertinence serait une immersion.

Il s'agit d'un projet relatif à un monde souterrain, la découverte de la grotte est liée à un univers secret, intime...

Ce projet aura un impact visuel fort depuis la Ville de Montignac et surtout depuis les coteaux de la rive opposée de la Vézère. La perception depuis les anciens remparts du château féodal, ou encore depuis les vieux quartiers de Montignac sur le futur centre, sera particulièrement soignée, avec le souci constant de s'intégrer à la colline.

Les contraintes liées au site, notamment la présence de la nappe phréatique, imposeront des choix pertinents. Le respect de la source de la Fageotte engage la santé publique de toute une commune. Le projet devra trouver le meilleur compromis.

L'émergence des bâtiments en co-visibilité avec la colline de Lascaux, site classé et protégé, devrait se limiter à une hauteur de 8 m maximum. Toutefois, si une zone particulière des volumes créés nécessitait une adaptation supérieure, les restrictions de hauteur ne seraient pas imposées. C'est l'utilisation du paysage qui fournira cette intégration, et même le traitement des façades extérieures.

Les moyens d'accès au site et leur traitement conditionneront également la perception sur le projet. Les accès Nord et Sud du terrain d'assiette seront intégrés en conséquence. L'implantation des zones de stationnement suivra cette même logique. Il faudra privilégier des poches de stationnement judicieusement réparties et intégrées, plutôt qu'un "étalement" de voitures. »

Documents d'urbanisme, les éléments à retenir :

- Absence de SCoT
- Présence d'un PLU approuvé le 7 décembre 1983, ayant récemment fait l'objet de deux révisions et de deux modifications
- Modification n°3 rendant possible la réalisation du projet du CIAPML
- Inscription au sein du secteur AUop
- Cohérence du projet avec le PADD du PLU de Montignac
- Respect des recommandations architecturales

4.10 Contraintes

▪ Servitudes d'utilité publique

Le site du projet est soumis à 3 servitudes d'utilité publique extraites du PLU de Montignac-sur-Vézère :

Protection des monuments historiques AC1

Les sites du CIAPML, du parking P1 ainsi qu'une section de la rue du Barry sont localisés dans le périmètre de protection (rayon de 500 m) de la grotte de Lascaux.

Une autre section de la rue du Barry ainsi que le parking P2 sont concernés par le périmètre de protection des monuments historiques du bourg de Montignac.

Effet de la servitude :

Une vigilance particulière doit être portée dans le champ de visibilité et co-visibilité du monument classé et du futur projet.

Protection des sites naturels inscrits et classés AC2

Le site du projet est localisé en limite de l'emprise du site classé de la colline de Lascaux et à l'extérieur du périmètre du site inscrit de la Vallée de la Vézère.

Le CIAPML et le parking P2 s'inscrivent au sein du périmètre du site inscrit de la colline de Lascaux

Effet de la servitude :

L'architecte des Bâtiments de France est appelé à donner son avis sur tous les projets d'aménagement ou de construction à l'intérieur des périmètres de protection.

Protection de la source de la Fageotte

La présence de la source de la Fageotte, ainsi que des coteaux de Lascaux et du Régourdou, engendrent des contraintes supplémentaires.

L'arrêté du 2 mars 2010 crée une servitude d'utilité publique forte dans le but de protéger la ressource en eau potable qui alimente la quasi-totalité de Montignac. Le périmètre de protection II correspond à une partie de

l'aire d'alimentation du captage dans laquelle la vulnérabilité de la source est élevée.

Le site du CIAPML et du parking P1 s'inscrit dans ce périmètre. Certaines sections de la rue du Barry se trouvent dans les périmètres de protection I (contraintes fortes) et III (contraintes liées au projet d'extension de la route départementale au Nord).

Effet de la servitude :

Une vigilance particulière doit être portée afin de préserver la qualité de la source des pollutions induites par le projet. Les eaux pluviales devront être dirigées hors des périmètres de la source via un réseau de collecte étanche. Les bassins de rétention devront être également étanches.

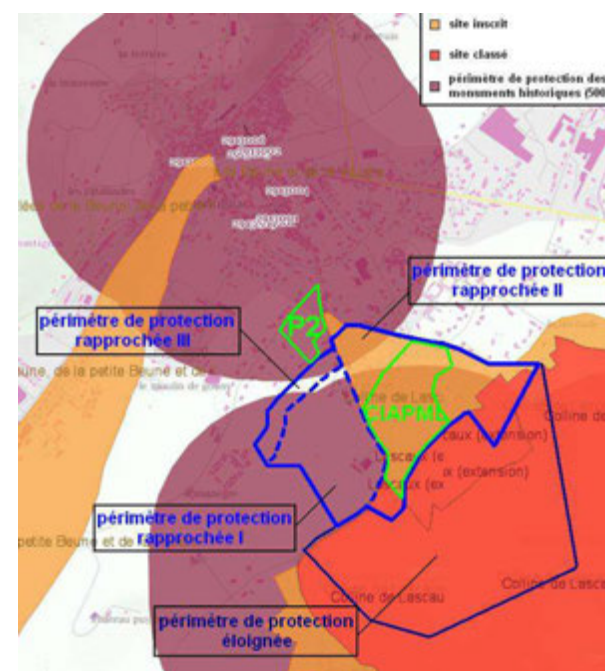


Figure 152 - Synthèse des servitudes d'utilité publique du site (Source : ALTO Ingénierie)

Plan de Prévention des Risques d'Inondation

Le site du projet est localisé au sein de la zone blanche, zone ne comportant pas de risque, identifiée au sein du PPRI de Montignac.

Les terrains du site ne sont donc pas concernés par les crues et par cette servitude.

■ **Protections environnementales**

Le site n'est concerné par aucune protection réglementaire, ni aucun classement environnemental de type ZNIEFF (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique), ZICO (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux), ZPS (Zone de Protection Spéciale)...

On peut néanmoins noter la présence de deux sites Natura 2000 à proximité :

1) Coteaux calcaires de la Vallée de la Vézère – FR 7200667

Situés à environ 4 km du site, ce site est classé au titre de la Directive Habitats.

2) La Vézère, directive Habitat – FR 72200668

Ce site Natura 2000 est situé à 400 m à l'Est et est classé du fait de la présence de poissons migrateurs et des potentialités pour la reproduction du saumon. Le classement concerne le lit mineur du cours d'eau, quelques forêts caducifoliées ainsi que des prairies semi-naturelles humides ou mésophiles. Le site est vulnérable du fait de la qualité de son eau qualifiée de moyenne, de la régression des frayères et des obstacles éventuels à la migration.

Le site ne jouxte pas la zone Natura 2000 de la Vallée de la Vézère. Il n'est pas soumis à ces deux zonages de protection.

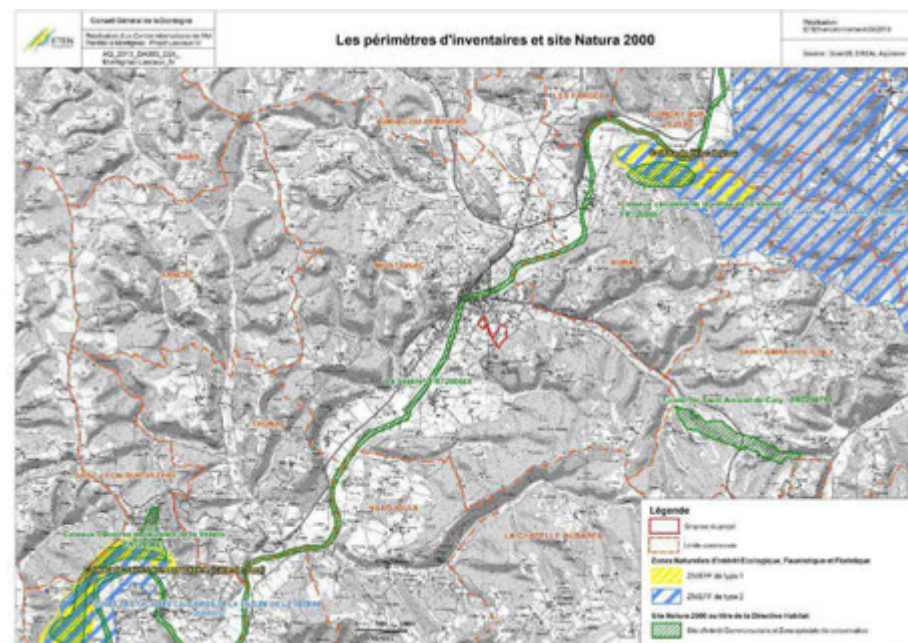


Figure 153 - Cartographie des périmètres de protection environnementale à proximité du projet sur la commune de Montignac (Source : ETEN Environnement, juin 2013)

Contraintes, les éléments à retenir :

- Soumission à la servitude AC1, AC2
- Inscription du site au sein des différents périmètres de protection de la source de la Fageotte
- Absence de soumission au PPRI
- Absence d'intégration au sein d'un périmètre de protection environnemental

5. RISQUES, NUISANCES ET POLLUTIONS

Cette cinquième section présente les risques, nuisances et pollutions identifiés sur la zone d'étude, c'est-à-dire :

- les risques naturels
- les risques technologiques
- les nuisances sonores
- la pollution atmosphérique
- la pollution des sols
- la pollution des masses d'eau
- la gestion des déchets

5.1 Risques naturels

▪ Risques Inondation

Le risque naturel est un événement dommageable, intégrant une certaine probabilité, conséquence d'un aléa survenant dans un milieu vulnérable.

La commune de Montignac est concernée par le risque naturel « Inondation » en raison de sa traversée du Nord au Sud par la Vézère. Il y a deux types de crues dans le bassin de la Dordogne :

- Les crues hivernales à montée lente
- Les crues printanières et estivales plus soudaines car causées par des précipitations orageuses

La commune de Montignac est concernée par le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) Vallée Vézère, approuvé par arrêté préfectoral le 20 Décembre 2000.

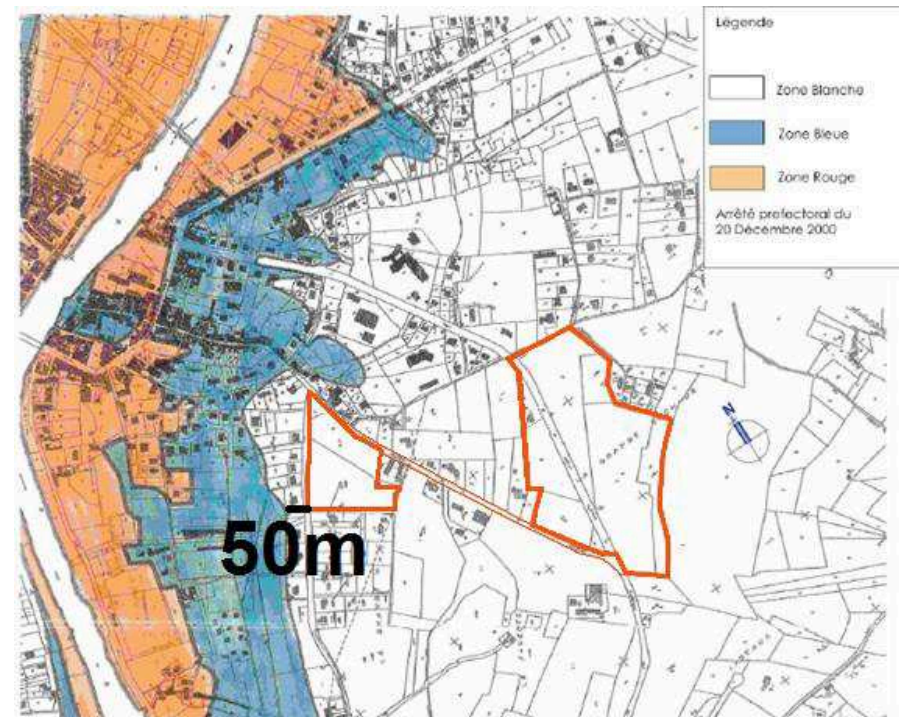
Cet arrêté instaure le périmètre de trois zones aux règlements différenciés :

- Zone rouge, à risque fort : la construction de nouveaux bâtiments y est interdite
- Zone bleue, à risque modéré : des prescriptions y sont imposées

- Zone blanche, sans risque : l'ensemble du périmètre du projet en fait partie

On note tout de même que l'emprise du parking P2 se situe au minimum à 50 m de la zone bleue à risque modéré.

Les différents sites ne sont pas concernés par les risques de crues.



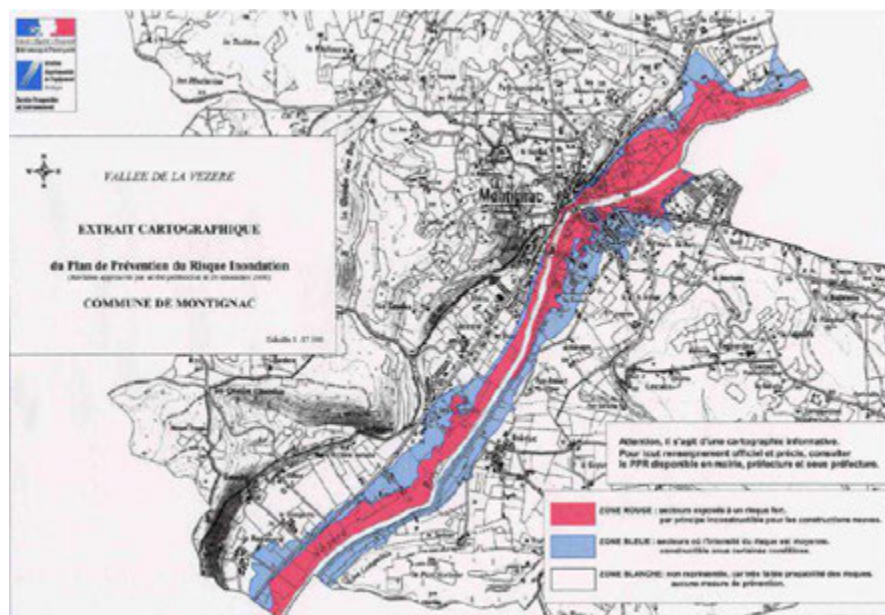


Figure 155 - Extrait du PPRI (Source : DDE 24)

Le parking P2 est concerné par un risque faible d'inondation par remontée de nappe. Le site du CIAPML, du parking P1 et la rue du Barry se trouvent en zone de sensibilité très faible.

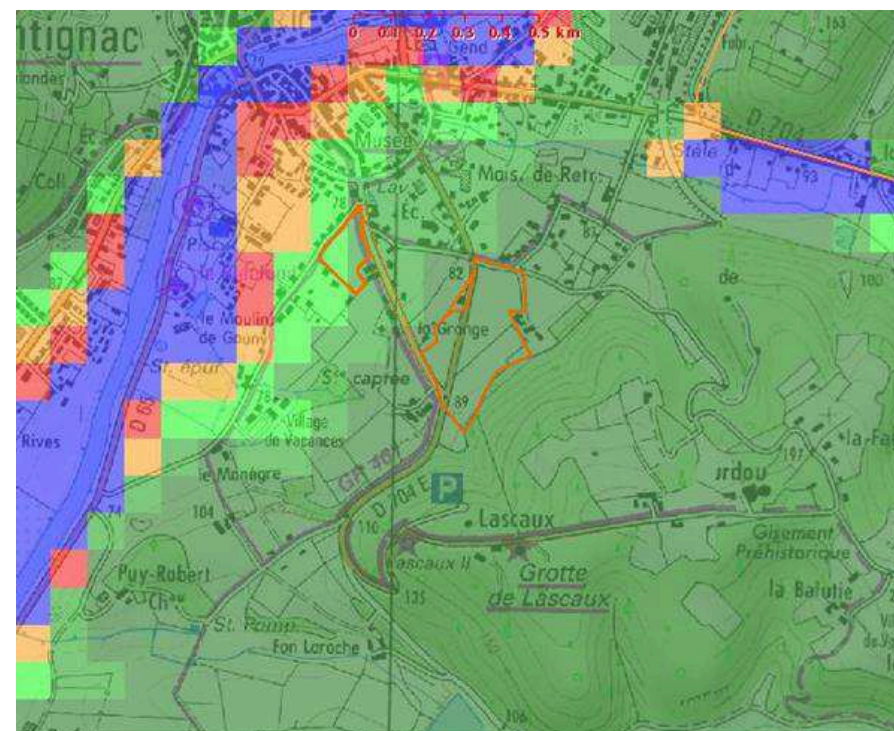


Figure 156 - Extrait de la carte du risque inondation par remontée de nappes (Source : inondationsnappes.fr)

- Nappe sub-affleurente
- Sensibilité très forte
- Sensibilité forte
- Sensibilité moyenne
- Sensibilité faible
- Sensibilité très faible
- Non réalisé

■ Mouvement de terrain

Les mouvements de terrains sont dus à des processus lents de dissolution ou d'érosion favorisés par l'action de l'eau et de l'homme.

Ce risque est localisé sur Montignac. Il concerne la falaise située en bordure de la route départementale dans le bourg sur la rive droite de la Vézère. C'est une falaise d'une dizaine de mètres de haut et d'environ 220 mètres de long, constituée de calcaires plus ou moins marneux très peu fracturés et assez érodables dans sa partie basse. Il en résulte le détachement, en hiver, de petites plaques.

Toute la commune de Montignac est concernée par ce risque en raison de la nature et de la disposition des couches géologiques du sous-sol.

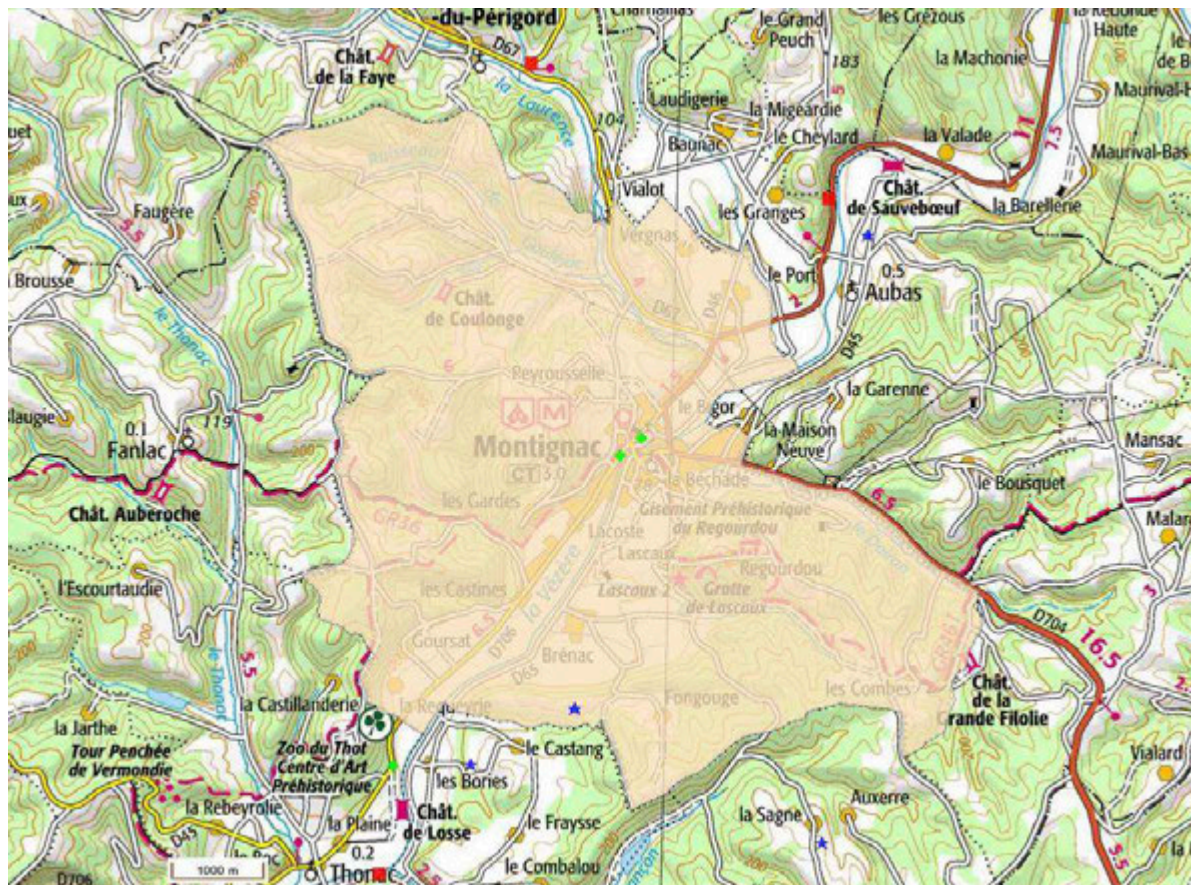


Figure 157 - Extrait de la carte des mouvements de terrain (Source : BRGM, MEDDTL)

- **Cavités souterraines**

Montignac est classé en « Cavités souterraines abandonnées non minières non localisées ».

La plupart des cavités sont naturelles, en particulier celles présentes sur la Colline de Lascaux. On note cependant la présence de quelques ouvrages civils, dont l'un se trouvant au Nord du site, de l'autre côté de la route départementale D704.

La présence de ces cavités engendre un risque de mouvements de terrains non négligeable.

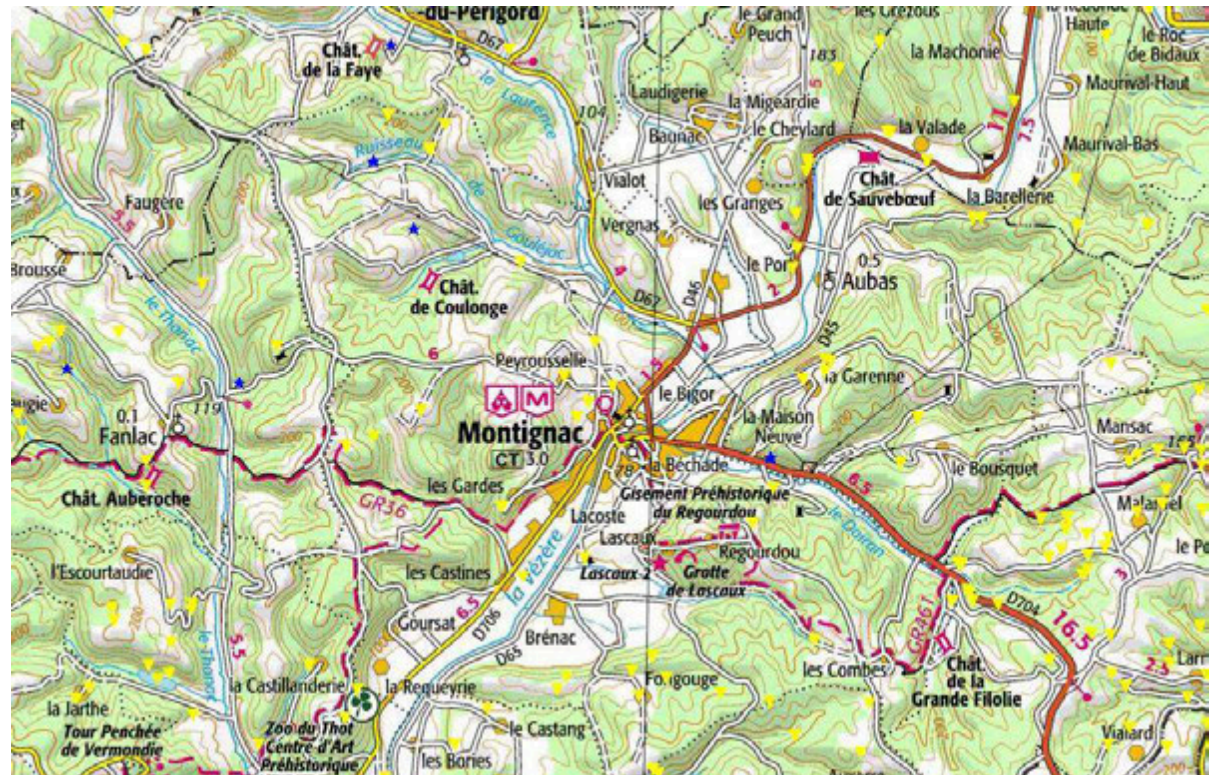
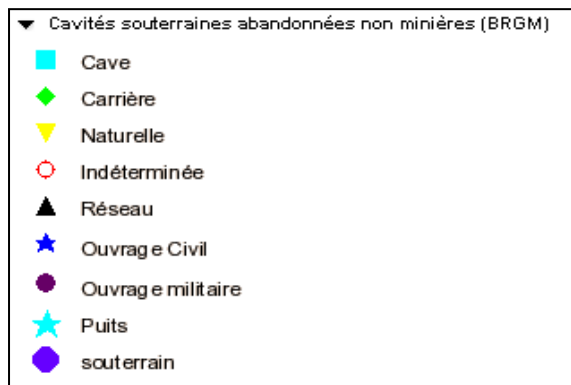
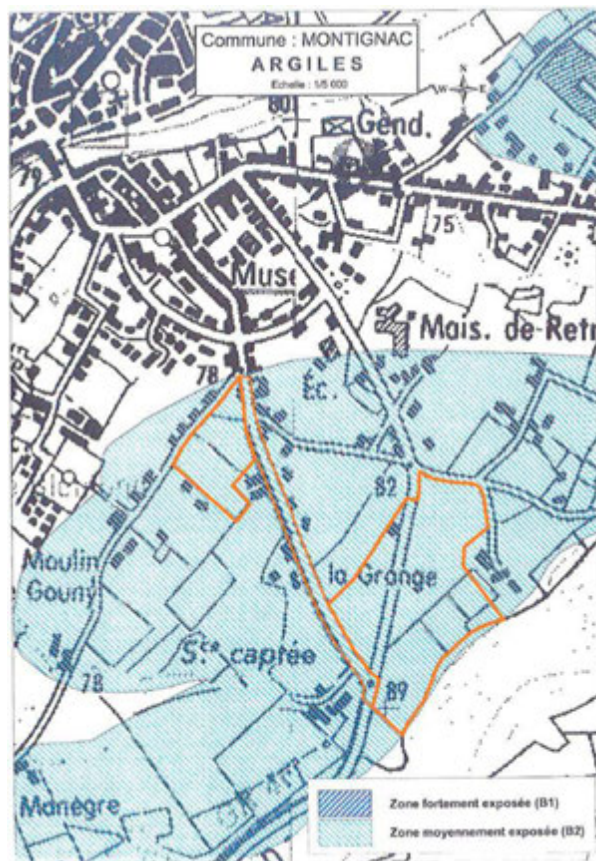


Figure 158 - Carte des cavités souterraines (Source : BRGM)

■ Retrait/gonflement d'argiles



Les différents sites sont localisés au sein d'une zone moyennement exposée à l'aléa de retraits/gonflements des argiles.

Toute la Dordogne, en particulier les vallées, est plus ou moins concernée par ce risque naturel. Ce phénomène provoque des tassements différentiels du sol qui se manifestent par des désordres affectant le bâti individuel.

Figure 159 - Carte des risques de retrait/gonflement des argiles (Source : BRGM)

Les sites se situent dans une zone d'aléas avérés des retraits et gonflements des argiles du sous-sol.

■ Sismicité

Montignac se situe en zone d'aléas très faible, premier niveau de l'échelle des risques.

Aucune norme parasismique n'est donc à appliquer.

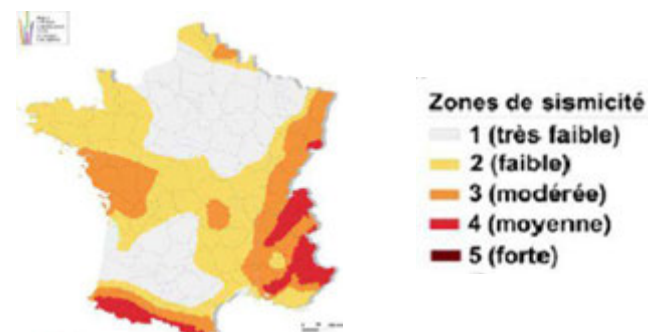


Figure 160 - Carte des aléas sismiques en France (Source : site internet du MEEDAT, février 2013)

■ Feux de forêts

Montignac n'est pas référencée comme étant une commune exposée à un risque de feux de forêt (Mars 2010) par le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM), mais quelques communes en Dordogne le sont.

Néanmoins, **ce risque existe dans le secteur de la grotte de Lascaux** bien qu'aucun incendie ne fut signalé ces dernières années. Des habitations dispersées, quelques fermes et le site Lascaux sont principalement exposés.

Une réserve d'eau (dans l'enceinte de la propriété de l'Etat), un pare-feu et des pistes d'accès pour le site de Lascaux ont été mis en place pour réduire ce risque et faciliter le travail des pompiers.

5.2 Risques technologiques

Les risques technologiques sont engendrés par l'activité humaine. Ils résultent de la manipulation, de la production, du stockage, du conditionnement ou du transport d'un produit dangereux.

A ce jour, il n'existe pas de Plan de Prévention des Risques Technologiques (PPRT) sur la commune de Montignac.

▪ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

Deux installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont référencées sur Montignac. Il s'agit de :

- Etablissement André Jérôme : Elevage de porcs de plus de 30kg (élevage, vente, transit...) - en activité
- Site du Régourdou : Présentation au public d'animaux d'espèces non domestiques sauf exclusions – en activité

Ces établissements ne sont pas soumis à la directive SEVESO. Ils ne se situent pas à proximité du site du projet.

Risques naturels, les éléments à retenir :

- Risque inondation : le secteur d'étude se situe en zone blanche, il n'est pas concerné par le risque de crues, il n'est pas non plus concerné par le risque inondation par remontée de nappe (niveaux de risque faible et très faible)
- Mouvements de terrain : l'ensemble de la commune est concerné par ce risque du fait de sa géomorphologie
- Cavités souterraines abandonnées non minières : présence de cavités naturelles
- Retrait/gonflement des argiles : le site se situe en zone d'exposition moyenne
- Sismicité : la commune se situe en zone d'aléa très faible
- Bien que la commune ne soit pas référencée comme étant exposée au risque de feux de forêt, ce risque est localisé dans le secteur de la grotte de Lascaux à proximité directe du périmètre du projet.

Les risques naturels identifiés sont globalement de niveaux faibles à modérés.

Risques technologiques, les éléments à retenir :

- Absence de PPRT sur la commune
- Présence de deux ICPE non SEVESO

La commune de Montignac n'est pas directement soumise à un risque technologique.

5.3 Nuisances acoustiques

L'environnement acoustique du périmètre d'étude peut être considéré comme peu nuisible. Néanmoins, plusieurs sources de bruits peuvent être repérées, il s'agit :

- Du trafic de la route départementale RD704^{E1}.
- De quelques activités agricoles ponctuelles ne représentant pas une gêne significative.

▪ Infrastructure de transport

La source susceptible d'engendrer des nuisances sonores est la route d'accès à la zone, la route départementale RD704.

Par application de la loi du 31 décembre 1992, le classement acoustique des infrastructures de transports terrestres distingue cinq catégories comme suit.

Catégorie de classement de l'infrastructure	Niveau sonore de référence L_{Aeq} (6h-22h) en dB (A)	Niveau sonore de référence L_{Aeq} (22h-6h) en dB (A)	Largeur des secteurs affectés par le bruit de part et d'autre de l'infrastructure
1	$L > 81$	$L > 76$	300 m
2	$76 < L \leq 81$	$71 < L \leq 76$	250 m
3	$70 < L \leq 76$	$65 < L \leq 71$	100 m
4	$65 < L \leq 70$	$60 < L \leq 65$	30 m
5	$60 < L \leq 65$	$55 < L \leq 60$	10 m

Figure 161 - Classement sonore des infrastructures de transport terrestre (Source : DDT de la Dordogne)

Après consultation du site de la Direction Départementale des Territoires de la Dordogne, il s'avère que la RD704 est inscrite au classement des infrastructures de transports terrestres en catégorie 3. Ce classement concerne une portion de la voie en amont au Nord du bourg de Montignac.

Une portion de l'axe RD704 a fait l'objet d'un classement par arrêté préfectoral du 29 octobre 1999 en voie bruyante et est concernée par des prescriptions d'isolation acoustique.

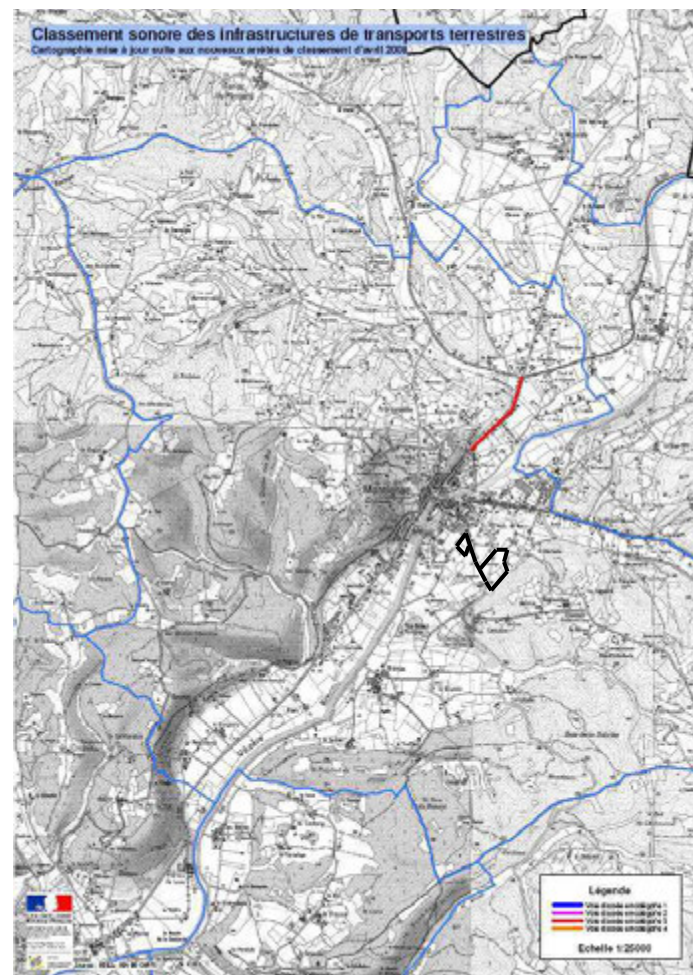


Figure 162 - Classement sonore de la RD704 (Source : DDT de la Dordogne)

■ Environnement acoustique mesuré

Pour estimer les nuisances sonores présentes au sein et autour du périmètre d'étude, il convient de mesurer la pression acoustique engendrée par le trafic de la route départementale RD704^{E1}.

Campagne de mesure du mercredi 22 et jeudi 23 Août 2012

La société ORFEA ACOUSTIQUE a réalisé une campagne de mesures acoustiques sur site et aux abords de longue durée du mercredi 22 août 2012 à 16h30 au jeudi 23 août 2012 à 16h30, conformément à la norme NF S 31-010 de Décembre 1996. Le ciel était dégagé, le sol sec et le vent faible. Ces mesures ont permis de qualifier le bruit de fond présent aux limites des parcelles du projet.

Le site environnant est caractérisé par sa dimension rurale (peu d'habitation, présence de champs et d'arbres à proximité) et sa localisation périphérique vis-à-vis du bourg de Montignac.

Les mesures ont été effectuées en limite de propriété des deux habitations les plus proches du site (M. Carrollian et M. Jacquot).

Unités utilisées

Pondération A : A la valeur du niveau sonore mesuré (en dB) est ajoutée la valeur de la pondération A qui permet de rendre compte de la sensibilité de l'oreille humaine, plus importante aux médiums qu'aux basses fréquences. Le niveau sonore est donc exprimé en dB(A).

L₅₀ : Représente le niveau de pression acoustique pondéré A qui est dépassé pendant 50% du temps de la mesure.

L_{Aeq} : Niveau de bruit équivalent obtenu par intégration sur une certaine période de la pression sonore pondérée A, permettant la comparaison d'événements sonores de durée et de caractéristiques différentes.

Pondération en temps F(125ms) et S (1000ms) : Permet de donner le niveau de pression acoustique maximal (ou minimal) pondéré en temps pendant un intervalle donné. Cette distinction permet de rendre compte de différents types de bruits.



Figure 163 - Localisation des points de mesure (Source : Rapport d'étude acoustique, ORFEA Acoustique)

	Configuration de la mesure	Bruit ambiant jour dB(A)	Bruit ambiant nuit dB(A)
Point de mesure 1	L _{Aeq}	43,0	33,0
	L ₅₀	39,5	28,0
Point de mesure 2	L _{Aeq}	53,5	40,5
	L ₅₀	39,0	28,5

Figure 164 - Tableau des résultats des mesures (Source : Rapport d'étude acoustique, ORFEA Acoustique)

On rappelle que les décibels sont mesurés sur une échelle logarithmique (un son à 30 dB est 100 fois plus fort qu'un son à 10 dB). Ainsi, bien que la route départementale RD704 soit un axe très emprunté, la gêne sonore est limitée. **La moyenne maximale est de 53,5 dB.**

Campagne de mesure du 15 Juin 2012

Commins Acoustics Workshop, en charge de la conception acoustique du CIAPML, a réalisé son propre diagnostic de l'environnement acoustique du site. Les mesures ont été effectuées de jour, par temps sec et sans vent à 5 et 30 mètres de la route départementale RD704^{E1}.

Le bruit de fond s'est avéré modéré.

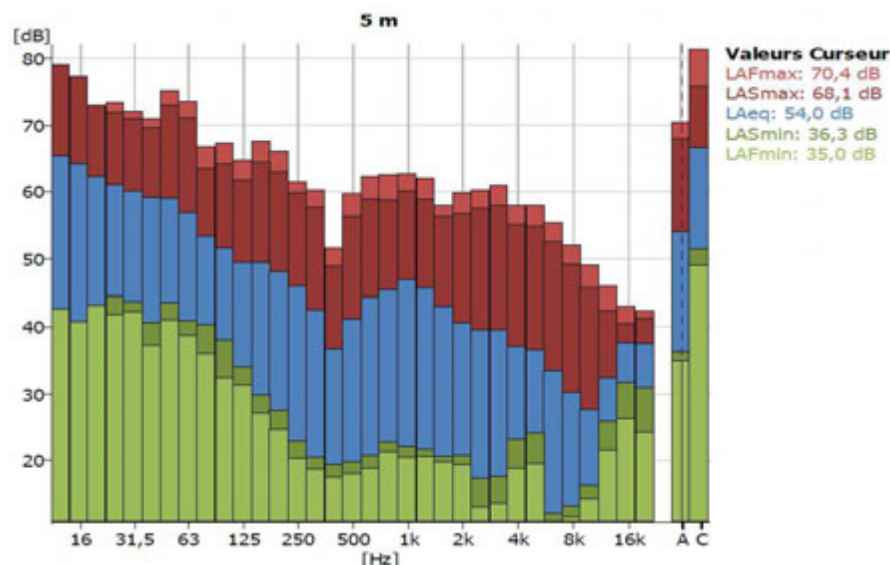


Figure 165 - Niveau de bruit diurne à 5m de la route (Source : Commins Acoustics Workshop)

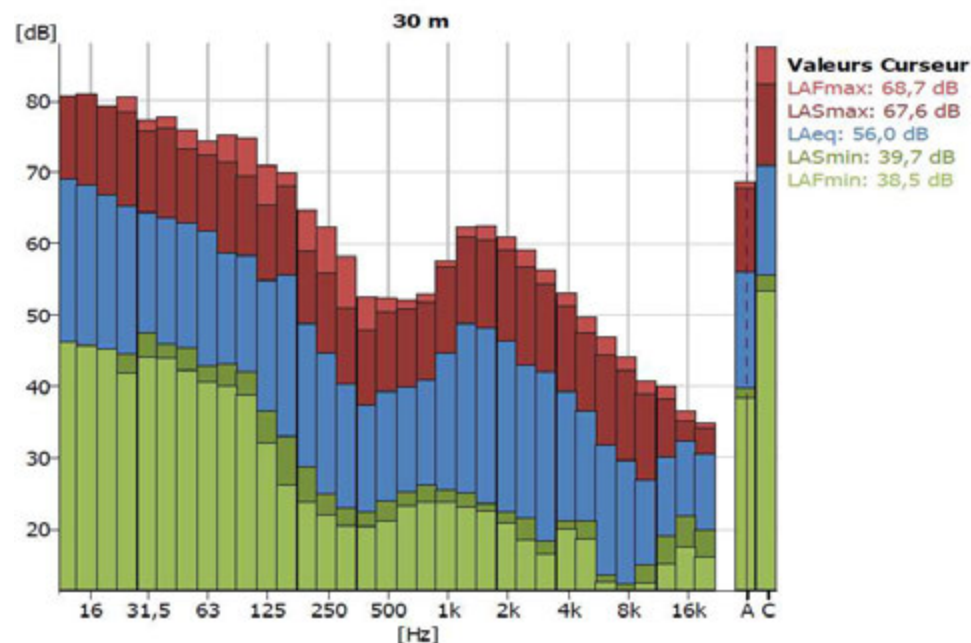


Figure 166 - Niveau de bruit diurne à 30m de la route en présence d'équipement agricole actif (Source : Commins Acoustics Workshop)

Ces résultats sont cohérents avec l'étude d'Orféa Acoustique.

Environnement acoustique, les éléments à retenir :

- RD704 : section classée en voie de catégorie 3
- Gêne sonore limitée de la RD704^{E1} en limite de parcelle
- Aucune autre source de gêne sonore particulière

5.4 Pollutions atmosphériques

La surveillance de la qualité de l'air est assurée en Aquitaine par l'association agréée AIRAQ.

L'AIRAQ utilise 2 techniques de mesures :

- Par échantillonnage passif, qui permet de réaliser des mesures sur des zones beaucoup plus vastes et de déterminer une distribution spatiale des polluants et ainsi de dresser des cartographies de pollution
- Une mesure par laboratoire mobile, qui mesure l'ozone, les oxydes d'azote, les particules fines et le dioxyde de soufre.

Aucune station de mesure n'est présente sur la commune de Montignac. Afin de pallier à cette absence, nous nous sommes référés aux données de Sarlat-la-Canéda, commune située à 25 km de Montignac.

Une évaluation de la qualité de l'air a été réalisée en 2009 durant la saison estivale. Un laboratoire mobile, équipé d'analyseurs automatiques mesurant en continu les teneurs de certains polluants réglementés, a été installé sur un parking du centre-ville.

Les résultats par polluant de la campagne de mesures, réalisée entre le 16 Juillet et le 9 Septembre figurent ci-dessous.

▪ Dioxyde d'azote

La moyenne de NO/NO₂ sur la période d'étude est de 7µg/m³ avec un maximum horaire de 56µg/m³ atteint à l'heure de pointe du trafic routier le matin. Cette valeur se situe bien en deçà de l'objectif de qualité annuel fixé à 40 µg/m³ par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS).

Le dioxyde d'azote est un polluant primaire dont les concentrations maximales sont observées en hiver. Une campagne hivernale menée en 2006 donnait une moyenne de 23 µg/m³. Cette valeur se situe sous le seuil de qualité.

▪ Ozone

Les données correspondent aux moyennes hautes de la présence d'O₃ en raison de l'intense activité photochimique estivale. La moyenne se situe à 50µg/m³ avec un maximum horaire de 130µg/m³.

L'objectif de qualité pour la santé humaine (en moyenne glissante sur 8h) de 120µg/m³ n'a pas été dépassé durant la campagne de mesure. Le seuil d'information et de recommandations à la population (valeur limite horaire de 180µg/m³) n'a pas été franchi non plus. Durant l'hiver 2006, la moyenne s'établit à 29µg/m³.

▪ Particules en suspension

Il s'agit ici des particules de type PM10. La moyenne sur la période d'étude se situe à 21µg/m³ avec une fluctuation irrégulière corrélée à la pluviométrie qui a pour principal effet de rincer l'atmosphère. Le maximum journalier est de 37 µg/m³.

Le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) recommande un seuil de 25µg/m³ (moyenne annuelle) en objectif de qualité. La réglementation fixe également une valeur limite de 50µg/m³ (moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. Cette norme n'a pas été dépassée.

▪ Indice de qualité de l'air

Pour chaque polluant, le réseau de surveillance de la qualité de l'air d'Aquitaine (AIRAQ) formule un indice de qualité situé sur une échelle de 1 à 10. 1 correspond à une qualité d'air très bonne et 10 correspond à un air de très mauvaise qualité. Cet indicateur qualifie la qualité globale de l'air à Sarlat de « bonne » à 88% (échelons 3 et 4) et « moyenne » à 10% (échelon 5).

Néanmoins, les données de Sarlat ne sont pas représentatives de la qualité de l'air à Montignac, pour plusieurs raisons :

- Sarlat compte 9 541 habitants, soit plus de 3 fois la population montignacoise (2 851) pour une densité de 202,4 hab./km² contre 76,7 hab./km² à Montignac

- La campagne de mesures a eu lieu en centre-ville, alors que le site du projet est situé en périphérie de Montignac

Les bons résultats de Sarlat-la-Canéda nous poussent à faire l'hypothèse d'une qualité de l'air relativement bonne à Montignac.

La qualité de l'air fera l'objet d'une sensibilité élevée lors de l'étude des incidences du projet sur l'environnement en raison de son état préservé.

Environnement acoustique, les éléments à retenir :

- Secteur rural préservé
- Le caractère rural de la Vallée de la Vézère influe de manière très positive sur la qualité de l'air qui plus est à l'endroit du site localisé à proximité d'espaces naturels végétalisés et en relative altitude par rapport au bourg de Montignac

5.5 Pollution des sols

Les données suivantes font suite à une recherche historique permettant d'évaluer le suivi de l'occupation de la parcelle ainsi que d'éventuelles sources de pollution.

L'intérêt de cette approche est de connaître l'évolution du site, de caractériser son état actuel et de prévoir le devenir de terres éventuellement polluées excavées et mises en décharge pour les besoins du projet.

Plusieurs bases de données référencent les sites à risques vis-à-vis de la pollution des sols et sous-sols.

■ Analyse historique

Depuis le 23 janvier 2009, date d'acquisition des terrains par le Conseil Général de la Dordogne, les terrains étaient globalement destinés à l'activité agricole extensive sous forme de parcelles plantées, de prairies. Cet usage a pu éventuellement conduire à l'utilisation de pesticides, de polluants.

■ Banques de données BASIAS et BASOL

La base de données BASIAS (Base des Anciens Sites Industriels et Activités de Service) répertorie les sites et anciens sites et activités de service. Cet inventaire est sous la responsabilité du BRGM.

D'après cet inventaire, 1 site est identifié dans un rayon de moins de 50 m et 5 autres dans un rayon de 500 à 700 m sur la rive gauche de la Vézère.



Figure 167 - Localisation des sites BASIAS à proximité du site (Source : BASIAS)

La base de données BASOL regroupe les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif.

Aucun site sur la commune de Montignac n'est référencé.

Par ailleurs, un lieu de manipulation des hydrocarbures sous forme de carburant a été identifié à moins de 50 m du site. Il ne représente cependant pas une menace directe s'il respecte les directives du code de l'environnement.

Référence site	caractéristiques
AQI2400539 Station-Service NERVOL depuis 1957 toujours en activité	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage) Garages, ateliers, mécanique et soudure Produits utilisés/générés : <ul style="list-style-type: none"> Hydrocarbures de type Carburant : fuel, essence, acétylène...
AQI2400537 Station-Service 1953 activité terminée	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Commerce de gros, de détail, de desserte de carburants en magasin spécialisé (station-service de toute capacité de stockage) Le site a été réaménagé en logement privé. Le BRGM considère le réaménagement « sensible ».
AQI2400913 Décharge Communale toujours en activité	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Collecte et stockage des déchets non dangereux dont les ordures ménagères (décharge d'O.M. ; déchetterie) Dépôt d'immondices, dépotoir à vidanges (ancienne appellation des déchets ménagers avant 1945)
AQI2400917 Dépôt de liquides inflammables 1926 activité terminée	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Dépôt de liquides inflammables Produits utilisés/générés : <ul style="list-style-type: none"> Hydrocarbures de type Carburant : fuel, essence, acétylène... Le site a été réaménagé en habitat. Le BRGM considère le réaménagement « sensible ».
AQI2400919 Dépôt de liquides inflammables 1928 activité terminée	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Dépôt de liquides inflammables Produits utilisés/générés : <ul style="list-style-type: none"> Hydrocarbures de type Carburant : fuel, essence, acétylène... Le site a été réaménagé en quincaillerie. Le réaménagement n'est pas considéré comme sensible par le BRGM.
AQI2400923 Ets Savard et Fils Depuis 1829/1928 Toujours en activité	Activités : <ul style="list-style-type: none"> Autres activités manufacturières d.c.a. (crin, brosse, duvet, horlogerie, objets et bijoux fantaisie,...) Fabrication d'articles de joaillerie, bijouterie, monnaies métalliques, et articles similaires

Figure 168 - Tableau des sites BASIAS à proximité du site (Source : BASIAS)

▪ **Agriculture**

Des élevages de type extensif se situent sur la commune de Montignac. Ils ne représentent pas une nuisance directe mais les enjeux environnementaux liés à l'agriculture doivent être pris en compte. Ceux-ci concernent principalement la maîtrise des effluents d'élevages, la réduction des intrants (engrais et pesticides) dans les zones sensibles, ainsi que la diminution des prélèvements en rivière et en nappe pour l'irrigation.

▪ **Pollution des sols mesurée**

Compte-tenu de l'usage agricole du site, une campagne de sondages a été réalisée par l'entreprise ANTEA Group en Avril 2013 au niveau des parcelles correspondant au futur CIAPML et parking P1 pour détecter d'éventuelles pollutions résiduelles. Les observations in-situ n'ont mis en évidence aucune anomalie particulière ou indice de contamination.

Les hydrocarbures totaux

La concentration des hydrocarbures est inférieure à la limite de quantification du laboratoire située à 20mg/kg de matière sèche pour l'ensemble des échantillons.

Les éléments métalliques

Les concentrations dosées se trouvent dans la gamme de valeurs des « sols ordinaires » définies par le bruit de fond de l'Institut National de Recherche Agronomique (INRA).

Exception faite pour l'arsenic qui a été détecté dans la gamme des « sols avec anomalies naturelles modérées » au niveau de 2 des 10 points de sondages.

Les pesticides

Les concentrations mesurées se trouvent en deçà des limites de quantification du laboratoire pour les organochlorés pour les 4 échantillons testés.

Ces analyses justifient la possibilité de réemploi sur place des futurs déblais ou leur élimination en Installation de Stockage des Déchets Inertes (ISDI).

Pollution des sols, les éléments à retenir :

- Usage agricole des terrains, des risques potentiels de pollutions par pesticide
- BASIAS : 6 sites référencés dans un rayon de 700 m, ils sont référencés sont situés hors du périmètre du projet
- BASOL : Aucun site référencé
- Sondages : pas de pollution résiduelle à l'exception de traces d'arsenic mineures, possibilité de réemploi sur place des déblais

5.6 Pollution des masses d'eaux

Les données suivantes sont issues des analyses réalisées par Veolia permettant d'évaluer les éventuelles pollutions des masses d'eaux souterraines, et en particulier de la source de la Fageotte.

L'intérêt de cette approche est de connaître l'évolution de la qualité de la source et de caractériser son état actuel.

▪ Mesures en continu

Conductivité

Entre le 1^{er} janvier 2005 et le 24 janvier 2013, la moyenne de la conductivité était de 552 $\mu\text{S}/\text{cm}$ avec une faible variation apériodique (écart type de 21), mettant en avant l'absence de saisonnalité. Il s'agit d'une eau relativement bien minéralisée.

La norme issue de l'arrêté du 11 janvier 2007, transposant la directive européenne n° 98-83 du 3 novembre 1998, fixe la conductivité d'une eau potable entre 180 et 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C.

Carbone Organique Total (COT)

La teneur en COT, mesurée entre le 20 Janvier 2005 et 10 Octobre 2012, met en évidence une pollution organique saisonnière des eaux de la source : la concentration est en général de 0 mg/L en hiver et a atteint les 1,2 mg/L en juillet 2011. Ce comportement témoigne de la forte activité biologique de la zone.

La norme de référence de qualité est fixée à 2 mg/L. L'eau est potable selon ce critère.

Indice d'Hydrocarbures Totaux (ICH2)

La teneur en hydrocarbures s'est révélée nulle au cours des prélèvements réalisés à diverses périodes de l'année entre le 4 octobre 2005 et le 25 août 2011.

La source n'est pas polluée par des hydrocarbures.

Turbidité

La norme fixe une limite de qualité à 1 NFU (Unité Néphélométrique de Turbidité) pour 0,5 NFU en référence de qualité.

Les relevés quotidiens effectués entre le 1^{er} juin 2012 et le 28 février 2013 indique deux tendances apparentes :

- Une turbidité de 0,03 en moyenne en saison hivernale dès le mois de septembre (exception faite de février 2013 à 0,05 NFU en moyenne)
- Une turbidité qui atteint 0,15 NFU de moyenne mensuelle en été et jusqu'à 2,50 le 16 juillet 2012

Il ne s'agit cependant que d'un paramètre organoleptique qui n'a pas de valeur sanitaire directe.

A noter aussi que lorsque la valeur de 2 NTU est atteinte, les pompes sont automatiquement stoppées.

▪ Analyse du 26 février 2013

L'eau de la source de la Fageotte a été analysée par le Laboratoire Départemental d'Analyse et de Recherche.

PARAMETRE	RESULTAT	SEUIL DE CONFORMITE*
Hydrocarbures (Indice CH2)	<100 $\mu\text{g}/\text{L}$	
Conductivité à 25°C	560 $\mu\text{S}/\text{cm}$	180 < x < 1 000
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	< 30 mg/L O ₂	

Figure 169 - Synthèse des résultats de l'analyse de la source de la Fageotte (Source : Veolia)

*selon l'arrêté du 11 Janvier 2007

La qualité de l'eau apparaît être conforme à la norme bien qu'il soit impossible de conclure vis-à-vis de la DCO étant donné que le pH et la température de l'échantillon sont inconnues.

Pollution des masses d'eaux, les éléments à retenir :

- L'eau de la source de la Fageotte apparaît consommable en sortie de source et vierge de toute pollution anthropique de type hydrocarbures ou métaux lourds
- L'hydrogéologue agréé par le Conseil Général, MJ Marsac-Bernède précise cependant « *la présence en faible nombres de bactéries d'origine fécale qui rend nécessaire la stérilisation avant distribution* ».

5.7 Gestion des déchets

La collecte et le traitement des déchets sont assurés par le Syndicat Mixte de Collecte et de Traitement des Ordures Ménagères (SICTOM) du Périgord Noir, qui est un syndicat de collecte et de valorisation des déchets créé en 1975 par arrêté préfectoral. Il s'agit d'un syndicat mixte depuis 2002 qui gère les déchets de 56 communes, soit 39 000 habitants.

■ Collecte des déchets

Le SICTOM est en charge de la collecte des déchets ménagers (ordures ménagères, emballages ménagers, verre, papiers, encombrants, bio-déchets et déchets verts).

Les déchets à Montignac sont triés de la façon suivante :

- Bac à couvercle vert (prélevé 5 fois par semaine en ville, 4 fois en campagne) : OM ordinaires (emballages souillés, ampoules électriques normales...)
- Bac à couvercle jaune (prélevé 1 fois par semaine) : emballages carton, plastiques en PET, PETc et PEHD, conserves et canettes (acier et aluminium)
- Conteneur bleu (collecteur en apport volontaire) : papier (journaux, magazines...)
- Conteneur à verre (collecteur en apport volontaire) : bouteilles, bocaux et pots en verre
- Composteur de biodéchets (prélevé une fois par semaine dans le secteur pavillonnaire)

La déchetterie municipale, dont le SICTOM est propriétaire, possède 6 bennes et dénombre 27 accès professionnels, elle récupère :

- Les huiles de vidanges usagées, les huiles de cuisine
- Les batteries de voiture
- Les néons et les ampoules basses tensions
- Le polystyrène, le carton ondulé, le papier kraft...
- Les piles, les DEEE et non-recyclables (aspirateurs, électroménager...)
- Les déchets de chantier (gravats, plâtre, ferraille, contreplaqué...)
- Les « monstres » (meubles, bois traités, sommier...)

- Les produits toxiques (peintures, solvants, produits phytosanitaires, acides...)

La déchetterie est située à 3 km du site.

▪ **Traitement des déchets**

Le traitement des déchets est de la compétence du Syndicat Département de Déchets de la Dordogne (SMD3) pour :

- les déchets ultimes
- les emballages ménagers
- les déchets verts
- les DASRI (seringues)
- les DEEE (Déchets électriques et électroniques dont les écrans et les claviers)
- les PSE (polystyrènes)
- les DMS (déchets ménagers spéciaux : restes de peintures et vernis et leur pot, produits phytosanitaires)
- l'amiante liée
- le verre.

Le traitement des déchets est de la compétence du SICTOM pour les autres déchets issus des déchetteries :

- les piles
- les néons et ampoules basse consommation
- les cartouches d'imprimantes
- le carton ondulé, le papier
- les huiles alimentaires
- les huiles de vidange
- les batteries
- les métaux mêlés
- les encombrants
- les gravats, le bois

Le SICTOM assure le traitement par compostage des boues de stations d'épuration. Les déchets collectés à Montignac sont valorisés s'ils peuvent l'être ou enfouis en ce qui concerne les ordures ménagères et les encombrants.

Gestion des déchets, les éléments à retenir :

- Le SICTOM est en charge de la gestion des déchets du site.
- Présence d'une déchetterie à 3 km du site

6. SYNTHÈSE DES ENJEUX

Dans cette section, une analyse de l'état initial du site et de l'environnement a été effectuée en identifiant puis en hiérarchisant les enjeux du site répertorié au fil de l'état initial. Elle est proposée sous forme de tableau thématique synthétique.

3 niveaux d'enjeux ont été définis.

Un enjeu fort (en orange foncé) concerne :

- Les paramètres de l'environnement qui auront une influence directe sur la conception du projet
- Les paramètres de l'environnement présentant une forte sensibilité ou un intérêt notable situés au droit ou à proximité immédiate du projet et avec lesquels le projet aura une interaction directe et/ou permanente
- Les paramètres de l'environnement nécessitant une maîtrise technique particulière

Un enjeu modéré (en orange) concerne :

- Les paramètres de l'environnement présentant une sensibilité moyenne ou un intérêt modéré situés au droit du projet
- Les paramètres de l'environnement présentant une sensibilité forte ou un intérêt notable mais situés dans un périmètre non rapproché
- Les paramètres de l'environnement présentant une sensibilité particulière avec lesquels le projet aura seulement une interaction indirecte et/ou provisoire
- Les paramètres de l'environnement nécessitant quelques adaptations techniques du projet

Un enjeu faible (en orange clair) concerne :

- Les paramètres de l'environnement présentant une faible sensibilité situés au droit du projet
- Les paramètres de l'environnement avec lesquels le projet aura une interaction indirecte et/ou provisoire

Dimension environnementale	Thématique environnementale	Nature de l'enjeu	Niveau et justification de l'enjeu
Environnement physique	Climatologie	Intégration des conditions climatiques dans le projet d'aménagement	Enjeu faible : - Ensoleillement important en moyenne, pluies importantes, gelées et brouillards réguliers - Prise en compte de ces aspects dans le projet d'aménagement
	Topographie	Préservation de la topographie existante	Enjeu modéré : - Pendage modeste à accentué sur le site du CIAPML, localisation à flanc de la colline de Lascaux - Pente faible au niveau des sites de localisation des parkings P1 et P2 et de la rue du Barry
	Géologie et géomorphologie	Préservation de la structure des sols	Enjeu fort : - Présence de formations globalement perméables sur le site du CIAPML et du parking P1 - Prise en compte de ces formations du fait de la vulnérabilité de la source de la Fageotte
	Hydrogéologie	Préservation de la nappe phréatique alimentant les sources d'eau potable de la commune	Enjeu fort : - Présence au droit du site du CIAPML et du P1 à 84 m NGF à l'Est et 80 m NGF à l'Ouest d'une nappe phréatique - Prise en compte de la fluctuation de la nappe entre les hautes et les basses eaux (2 m) - Inscription au sein d'un périmètre de protection de captage d'Alimentation en Eau Potable de la source de la Fageotte - Prise en compte dans la gestion des eaux pluviales - Présence de la source de la Haute Fageotte, à flanc de colline. Ne disposant pas d'exutoire, ses écoulements s'épandent au milieu de la parcelle 383 concernée par le projet.

	Hydrologie	Préservation de la rivière Vézère (classé site Natura 2000) et de ses affluents, le Doiran et le P4161010	Enjeu faible : - Absence du réseau hydrographique à l'échelle du site - Talwegs canalisant les eaux pluviales le long des voiries
	Etat des masses d'eaux	Préservation des masses d'eaux souterraines et superficielles	Enjeu fort : - Présence de quatre masses d'eaux souterraines en mauvais état global sous l'ensemble du périmètre d'étude, à l'exception des <i>Alluvions de la Vézère et de la Corrèze</i> - Présence de la source de la Fageotte au droit du site et de la source de la Haute Fageotte en surplomb de la zone d'étude - Bon état global des masses d'eaux superficielles - Prise en compte dans la gestion des eaux pluviales
	Usages des masses d'eaux	Préservation de la source de la Fageotte, point de captage d'Alimentation en Eau Potable	Enjeu fort : - Localisation du site du CIAPML, du parking P1 et des sections de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou au sein du périmètre de protection II, périmètre de vulnérabilité de la source de la Fageotte - Localisation d'une section de la rue du Barry au sein du périmètre de protection I et d'une autre section au sein du périmètre de protection III - Le site du parking P2 se situe en dehors de tout périmètre de protection. - Projet d'interconnexion avec la source de St Amand de Coly - Usage passé en tant qu'eau potable de la source de la Haute Fageotte par les habitants de la « Grand Béchade » - Source toujours en partie canalisée
	Documents cadres de gestion des eaux	Intégration des dispositions du SDAGE du Bassin Adour-Garonne 2010-2015	Enjeu modéré : - Prise en compte des documents cadres du fait de la proximité des masses d'eaux souterraines et superficielles du périmètre du projet

Figure 170 - Tableau de synthèse des enjeux (Environnement physique) (Source : ALTO STEP)

Dimension environnementale	Thématique environnementale	Nature de l'enjeu	Niveau et justification de l'enjeu
Environnement naturel	Périmètres réglementaires	Protection des zones reconnues d'intérêts écologiques	Enjeu faible : - Présence d'une Zone Natura 2000 « La Vézère » à 410 m du site. Pas de connexion hydrographique.
	Habitats naturels	Préservation de la biodiversité	Enjeu modéré à fort : - Présence d'un habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire, il s'agit de pelouses sèches-naturelles à Orchidées - Présence de milieux humides (fourrés, prairies mésophiles, chênaies acidiphiles...) abritant de nombreuses espèces florales et animale
	Flore	Préservation de la flore	Enjeu modéré: - Présence d'orchidées inscrits à la liste rouge des orchidées de France mais ne faisant pas l'objet d'une protection
	Faune	Préservation de la faune	Enjeu modéré : - Deux espèces d'intérêt patrimonial protégées mais communes .
Patrimoine et paysage	Patrimoine	Préservation du patrimoine archéologique et historique	Enjeu fort : - Présence de sites archéologiques au sein du périmètre de la zone d'étude - Présence de plusieurs monuments historiques à proximité - Inscription de l'ensemble du périmètre d'étude dans des périmètres de protection des monuments historiques - Inscription du CIAPML, du parking P1 et des sections de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou au sein du site inscrit de la Colline de Lascaux - CIAPML en limite de l'emprise du site classé de la Colline de Lascaux - Proximité directe du site classé UNESCO et Label Grand Site de la vallée de la Vézère
	Paysage	Valorisation des éléments à valeur patrimoniale et paysagère Intégration dans l'environnement rural Préservation des perspectives visuelles	Enjeu modéré : - Inscription du site au cœur des paysages ruraux de la vallée de la Vézère - Localisation du CIAPML et du parking P1 à flanc de la colline de Lascaux , à la transition entre les espaces boisés et le bourg urbanisé - Localisation du parking P2 au sein « d'une dent creuse » de la périphérie pavillonnaire de Montignac - Présence simultanée des boisements, des terres agricoles et des traces de l'architecture locale

Dimension environnementale	Thématique environnementale	Nature de l'enjeu	Niveau et justification de l'enjeu
Environnement humain	Démographie	Intégration du projet par les habitants	Enjeu faible : - Vieillesse et décroissance de la population - Proximité d'habitations et de fermes traditionnelles, en particulier au voisinage du parking P2
	Economie	Renforcement du dynamisme local Création d'un pôle touristique Amélioration sur le front du chômage Prise en compte de l'activité agricole	Enjeu faible : - Développement de l'offre d'emploi et réponse au chômage local des jeunes actifs sans emploi - Positionnement stratégique à la porte d'entrée de la vallée touristique de la Vézère - Renforcement du statut de Montignac de "Capitale de la préhistoire" - Présence de terres agricoles qui jouxtent la zone du projet
	Habitat et équipements	Respect de l'habitat existant Intégration du projet dans le tissu local	Enjeu modéré : - Localisation du site en lisière des zones résidentielles peu denses - Enrichissement du tissu d'équipements communal
	Réseaux de transports et déplacements	Qualification de la desserte Prise en compte des capacités de desserte du site et de l'accessibilité piétons	Enjeu fort : - Présence d'infrastructures routières structurantes, dont la RD704 ^{E1} , à flux importants - Présence de chemins ruraux à proximité du site (chemin du Régourdou, rue du Barry) - Augmentation considérable du trafic routier en particulier sur la RD704^{E1} en période estivale - Problématique importante du stationnement en période estivale - Peu d'aménagements à destination des déplacements doux
	Réseaux secs et d'assainissement	Prise en compte des réseaux existants Capacité des ouvrages	Enjeu modéré : Site actuellement desservi par - Le réseau télécom et ERDF - Présence d'une canalisation d'adduction en gaz à moins de 30 m du futur

		Dimensionnement des réseaux	<p>CIAPML, possibilité de raccordement</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de canalisations au droit de l'avenue de Lascaux, du chemin de Régourdou et de la rue du Barry de réseau d'adduction en eau potable et de collecteur en eaux usées n'atteignant pas le site du CIAPML, possibilité de raccordement - Présence d'une station d'épuration au lieu-dit "Bleu fond" - Impossibilité de raccordement, absence desserte au réseau d'eaux pluviales, aménagements programmés - Présence des bornes incendie sur le chemin du Régourdou et sur la rue du Barry, non suffisantes pour assurer la défense du site
	Documents d'urbanisme	Respect des dispositions du PLU en vigueur	<p>Enjeu faible :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification n°3 du PLU avec classement au secteur AUop pour la réalisation du projet - Prise en compte des recommandations architecturales
	Servitudes d'utilités publiques	Prise en compte des servitudes	<p>Enjeu modéré :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soumission des sites à trois servitudes d'utilité publique : Monument historique de la grotte de Lascaux, sites inscrits et classés de la colline de Lascaux, périmètre de protection II de l'AEP de la source de la Fageotte
	Protections environnementales	Préservation des habitats naturels d'intérêts et des continuités écologiques	<p>Enjeu modéré :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Présence de deux sites Natura 2000 : <i>Coteaux calcaires de la vallée de la Vézère (FR7200667)</i> situé à 4 km et <i>la Vézère (FR72200668)</i> situé à 410 m à l'Est du projet - Les sites ne sont pas soumis à ces zonages.

Figure 171 - Tableau de synthèse des enjeux (Environnement naturel/Patrimoine et paysage / Environnement humain) (Source : ALTO STEP)

Dimension environnementale	Thématique environnementale	Nature de l'enjeu	Niveau et justification de l'enjeu
Risques, nuisances et pollutions	Risques naturels	Intégration des risques naturels dans l'aménagement du site	Enjeu modéré : - Absence de risque inondation - Risque de mouvements de terrain avéré - Risque lié à la présence de cavités souterraines naturelles - Aléa de retrait/gonflement des argiles avéré - Risque sismique très faible - Risque de feux de forêt avéré - Prise en compte des risques dans le projet d'aménagement
	Risques technologiques	Intégration des risques technologiques dans l'aménagement du site	Enjeu faible : - Absence de PPRT sur la commune - Présence de deux ICPE non SEVESO n'étant pas à proximité du site
	Nuisances acoustiques	Lutte contre les nuisances sonores	Enjeu modéré : - Bien qu'un tronçon de la RD704 soit classé en voie de catégorie 3, une gêne sonore limitée est présente en limite des parcelles. - Absence de source de gêne particulière
	Pollutions atmosphériques	Préservation des pollutions atmosphériques	Enjeu faible : - Secteur rural de la vallée de la Vézère préservé
	Pollutions des sols	Préservation des pollutions des sols	Enjeu faible : - Usage agricole des terrains mais sans anomalies résiduelles, possibilité de réemploi de déblais - 6 sites référencés BASIAS dans un rayon de 700 m - Absence de site BASOL

	Pollution des masses d'eaux	Préservation des pollutions des masses d'eaux	Enjeu faible : - Absence de pollutions anthropiques de type hydrocarbures, métaux lourds des eaux
	Gestion des déchets	Limitation de la production de déchets et tri	Enjeu faible : - Présence d'une déchetterie à 3 km du site

Figure 172 - Tableau de synthèse des enjeux (Risques, nuisances et pollutions) (Source : ALTO STEP)

II – JUSTIFICATION ET PRESENTATION DU PROJET RETENU ET DES VARIANTES ENVISAGEES

Cette partie a pour objectif :

- De présenter les différentes propositions formulées par les quatre équipes concurrentes à destination du Conseil Général de la Dordogne
- D'exposer les raisons pour lesquelles le projet a été retenu au regard des contraintes techniques, économiques et environnementales afin d'évaluer l'acceptabilité environnementale du projet.

1. OBJECTIFS DU PROJET DU CIAPML

Le projet consiste à créer un Centre International d'Art Pariétal sur la commune de Montignac ayant vocation à présenter le fac-similé complet de la grotte de Lascaux.

Le Centre International de l'Art Pariétal de Montignac Lascaux (CIAPML) a l'ambition de devenir le centre de référence dans le domaine de l'Art Pariétal. Destiné au grand public, il permettra de valoriser la grotte ornée de Lascaux ainsi que la Vallée de la Vézère pour laquelle le CIAPML constituera une « porte d'entrée ». Inscrit au pied de la Colline de Lascaux, il pourra accueillir 400 000 visiteurs par an.

Les objectifs globaux poursuivis sont de proposer un projet exemplaire en termes de valorisation d'un site international connu, de concourir à la diffusion d'éléments de connaissance et d'interprétation sur l'art pariétal et d'enrichir l'offre culturelle et touristique de la Vallée de la Vézère avec un équipement de rayonnement international.

Le parcours de visite devra permettre d'accueillir 300 à 400 personnes par heure tout en préservant la qualité de la visite. Un large public est attendu, de tous âges, reflet de l'universalité du sujet.

Le CIAPML possédera le label « Tourisme & Handicap » qui garantira l'accessibilité des installations pour les personnes déficientes visuelles, mentales, motrices et auditives.

1.1 Sanctuariser la Colline de Lascaux

La grotte de Lascaux, découverte le 12 Septembre 1940, fut classée au titre de monument historique puis en octobre 1979 au patrimoine mondial de l'Unesco. Il s'agit d'un patrimoine fragile : de multiples crises climatiques ou bactériologiques ont obligé le ministère des affaires culturelles à interdire l'accès à la grotte de Lascaux au grand public en avril 1963. En juillet 1983, le fac-similé « Lascaux II » ouvre ses portes afin de permettre au public de visiter une partie représentative de la grotte.

Suite au besoin d'améliorer la protection de la grotte et de la colline de Lascaux, le Conseil Général de la Dordogne se prononça à l'unanimité pour la sanctuarisation de la Colline de Lascaux en 2007. Pour y parvenir, le Conseil Général assura la maîtrise foncière de la zone via l'acquisition de terrains au pied du site.

1.2 Faire comprendre l'Art Pariétal par une expérience multi-sensorielle innovante

Lascaux II reproduit 90% des peintures de la grotte originale : la Salle des Taureaux et le Diverticule Axial. Exhibée pour la première fois en 2008, l'exposition itinérante Lascaux III reproduit la nef et le puits.

Dans cette perspective, le CIAPML a pour objectif de recréer intégralement la grotte de Lascaux telle que découverte en 1940.

Au-delà de cette simple reproduction et grâce à une scénographie innovante, le CIAPML permettra de donner les clés de lecture aux visiteurs pour comprendre l'art pariétal et son influence sur la construction de la Préhistoire ou sur l'art du XX^{ème} siècle. Cette réalisation à la pointe des techniques numériques de projection interactive s'adressera à tous les âges. Les systèmes de médiation permettront le dialogue entre visiteurs afin de garantir une expérience conviviale tout en permettant une approche personnelle : des espaces de contemplation permettront de faire naître des émotions, des questions et des réflexions chez le visiteur à propos de l'Homme et de sa destinée.

1.3 Promouvoir et structurer l'offre culturelle de la Dordogne

Lascaux n'est pas le seul gisement préhistorique de la région. En effet, la Vallée de la Vézère, surnommée « La Vallée de l'Homme » regorge de sites extrêmement riches qui constituent un tissu culturel et touristique attractif pour les visiteurs.

Le CIAPML constituera un pôle majeur parmi les équipements structurants de la Vallée de Vézère. Ce réseau est géré par le Pôle International de la Préhistoire (PIP), chaque centre apportant un éclairage différent sur l'univers de la Préhistoire.

Le CIAPML a l'ambition de devenir le point de départ qui permettra aux visiteurs d'organiser leur voyage à travers la Préhistoire au cœur de la Vallée de la Vézère. Figure de proue au rayonnement national et international, le CIAPML structurera l'offre proposée.

2. JUSTIFICATION DE LA NECESSITE DU CIAPML

A la lumière des différents objectifs décrits précédemment, il est aisé de justifier la nécessité pour la commune de se doter de cet équipement culturel.

L'offre culturelle et touristique de la Vallée de la Vézère manquait d'un phare pour soutenir son attractivité alors que le développement du tourisme dans cette région est devenu un véritable frein à l'exode rural et permet de restaurer et de sauvegarder le riche patrimoine du Périgord.

Un équipement de prestige sur le plan de l'architecture et sur le plan technologies-innovations permettra de valoriser l'héritage de Lascaux mais surtout de le sauvegarder pour les générations futures.

Paradoxalement, construire sur la Colline de Lascaux est un des meilleurs moyens de la protéger par une rationalisation des espaces : il y aura ceux destinés au public et ceux qui seront destinés à demeurer mystérieux au cœur de la forêt épaisse de Montignac.

Par ailleurs, le projet de CIAPML représente une source d'emplois providentielle pour la jeunesse du canton, frange à taux de chômage plutôt élevé.

2.1 Localisation et périmètre du projet

■ Localisation du projet

La localisation du projet du CIAPML et des deux parcs de stationnement a été fortement influencée par l'acquisition en 2009 de la majeure partie des parcelles cadastrales par le Conseil Général de la Dordogne.

Ces parcelles situées à flanc de colline, de part et d'autre de l'avenue de Lascaux, permettaient du fait de leur proximité avec le site originel et avec le site de Lascaux II de mettre en évidence la filiation évidente du futur centre.

Les parcelles du parking P2 n'ont été acquises qu'en 2012.

Construire un nouveau fac-similé à proximité de la Colline de Lascaux semblait indispensable afin d'insuffler au projet l'identité particulière du site.

Par ailleurs, il était aussi question de sanctuariser la Colline comme souhaité par l'Architecte des Bâtiments de France. La localisation des parcelles à l'interface entre la colline et le centre-ville de Montignac permettait justement de préserver le massif boisé en limitant le mitage des terres et de mettre ainsi un terme à l'exploitation du site Lascaux II non loin immergé au sein des boisements.



Figure 173 - Implantation du projet par rapport à l'urbanisation du territoire
(Source: Géoportail)

Enfin, du fait de la proximité au centre-bourg, cette localisation rendait possible des retombées économiques pour la ville et les commerces de Montignac.

Parallèlement, le Conseil Général de la Dordogne, avec l'appui de l'Agence Technique de la Dordogne ont synthétisé les contraintes environnementales du secteur et mis en relief les opportunités d'aménagement de la zone qui ont principalement influencées sa localisation plus fine, à savoir :

- la présence de la source de la Fageotte et du captage d'eau potable à l'Ouest
- la présence de la source de la Haute Fageotte
- l'existence de plans d'eau ou bassins de rétention naturels

La carte qui suit fait état de ces contraintes. Leur énumération a justifié la nécessité d'implanter le bâtiment en fond de parcelle au Sud-Est et d'installer des bassins de retentions de part et d'autre de l'avenue de Lascaux.



Figure 174 - Implantation du projet (Source : Programme architectural, ATD 24, avril 2012)

■ Périmètre du projet

Depuis la découverte de la grotte, la ville a attiré sans cesse de nouveaux habitants jusqu'aux années 80. Le tissu urbain, alors cantonné au bourg, s'est étiré au détriment des terrains agricoles de la plaine alluviale. Seules les collines environnantes ont pu conserver leur enveloppe forestière.

Les terrains au pied Nord-Ouest de la Colline de Lascaux furent acquis par le Conseil Général de la Dordogne en 2009 dans le but de limiter l'étalement urbain et de conserver la maîtrise foncière de la zone. Ces terrains situés aux lieux dits « La Grande Béchade » et « La Grange » représentent environ 8,5 hectares.

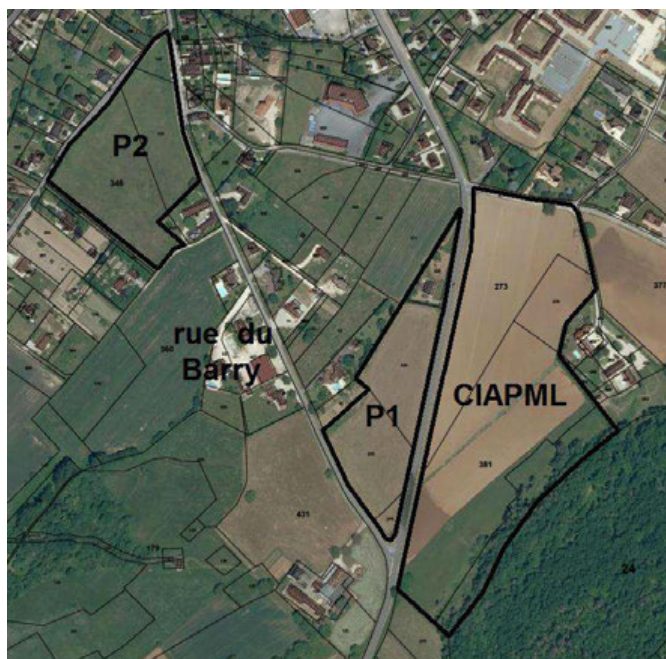


Figure 175 - Dimensions des terrains d'implantation du projet (Source : Géoportail, photographie aérienne, plan cadastre)

2.2 Implantation du projet

La stratégie pour la volumétrie du centre est de s'inscrire dans le relief, en pied de Colline afin de n'être que le témoin de la majesté de celle-ci. Des recommandations ont été faites afin de limiter la taille de l'édifice et contraindre son emplacement en fond des parcelles au pied des bois.

Les recommandations géotechniques avaient préconisé de réaliser le fac-similé souterrain le plus au-dessus du niveau des hautes eaux de la nappe du Turonien possible, soit 82m NGF à l'Est du site et 80m NGF à l'Ouest. Si le fac-similé venait à intercepter la nappe, il devrait être réalisé perpendiculairement aux écoulements, selon la direction Ouest-Est. Ainsi, et en plus de la présence de karst dans la zone, le fac-similé est conseillé d'être construit en pied de colline.

En cas de concept de grand bâtiment engendrant de fortes sollicitations, la solution de fondations profondes ancrées dans le substratum calcaire devrait être privilégiée. Dans ce cas, le bâtiment devrait être implanté au maximum vers le talus et la zone boisée afin de limiter la fiche de ces fondations profondes.

3. CHOIX DU PROJET

Un appel à projets a été arrêté le 4 mai 2012 par le Conseil Général de la Dordogne. 4 équipes de maîtrise d'œuvre ont été admises à concourir : Auer & Weber, Mateo Arquitectura, SNØHETTA et les Ateliers Jean Nouvel.

Les équipes ont remis leur prestation le 14 Septembre 2012.

3.1 Les critères du concours

Par convention signée le 23 décembre 2011, l'Agence Technique Départementale de la Dordogne (ATD24) avait été missionnée par le Conseil Général de la Dordogne pour rédiger un document de programmation architecturale du futur CIAPML. C'est à partir de ce programme que les équipes ont élaboré individuellement leur projet.

Rappel des principaux éléments du programme

Le but du CIAPML est de présenter, non seulement un fac-similé de la grotte Lascaux à l'échelle 1, mais aussi un projet scénographique innovant intégrant des technologies numériques de pointe et permettant d'atteindre l'objectif de 400 000 visiteurs par an.

L'intégration paysagère et environnementale du projet est une attente du maître d'ouvrage, les candidats étant bien au fait des différents enjeux humains et environnementaux qui pèsent sur le projet.

Enfin la maîtrise des coûts est un critère également important.

Critères du jugement

30% Qualité architecturale du bâtiment en accord avec son environnement.

30% Qualité scénographique et muséographique du projet.

20% Adéquation du projet avec le programme, organisation fonctionnelle, qualité du plan de masse et de l'organisation d'ensemble (desserte, liaison, abords), pertinence des choix techniques, respect de l'enveloppe prévisionnelle.

20% Aptitude du projet à souscrire aux problématiques environnementales (choix des matériaux et systèmes constructifs, bilan ou empreintes carbone, considération des effets du dérèglement climatique, utilisation des apports naturels, etc...), pertinence des choix techniques en fonction des coûts de fonctionnement (Maîtrise des consommations, raisonnement en coût global sur 20 ans, facilité de maintenance, etc...) et aptitude du projet à respecter les contraintes calendaires.

3.2 Présentation des propositions formulées par les quatre équipes concurrentes

1 - Projet de l'équipe de SNØHETTA

Le projet retenu sera décrit en détail dans la partie suivante. On retiendra qu'il se veut être une métaphore d'une grotte, incision discrète dans la Colline de Montignac.





Figure 176 - Projections en phase concours du projet SNØHETTA (source : SNØHETTA)

2 - Projet de l'équipe de Mateo Architectura

L'équipe de Mateo Architectura est partie du caractère primaire et imposant du centre donnant lieu à la conception d'un bâtiment parallélépipédique massif, ayant l'apparence d'un bloc de béton.

Allant à l'essentiel, sa conception offre au visiteur la possibilité d'une déambulation à travers une longue descente menant sous le sol du site.

Le choix de matériaux bruts, le béton ou le bois, a vocation à matérialiser le temps qui passe.

Deux salles sont consacrées à la compréhension de la grotte de Lascaux et de l'Art pariétal. La première, longue de 35 mètres et dénuée de poteaux répond au besoin de déambulation des visiteurs. La seconde salle se décompose en six théâtres creusés dans le sol. Elle s'ouvre ensuite sur l'espace détente accueillant une boutique et un restaurant.

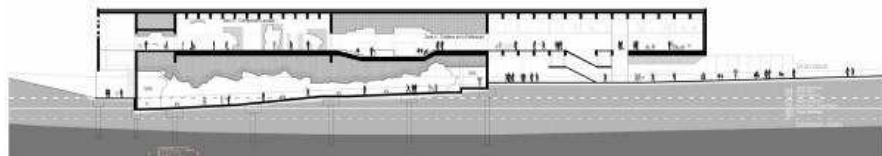


Figure 177 - Volumétrie du projet de Mateo Architectura (Source : Mateo)



Figure 178 - Projections de projet de Mateo Architectura (Source : Mateo)

3 - Projet de l'équipe d'Auer & Weber

L'équipe d'Auer & Weber a pensé la réalisation d'un bâtiment de forme trapézoïdale, vêtu d'une peau lamellée calcaire. Ce dernier s'inscrit le long de la pente du terrain, dans la vallée, face au centre-bourg de la commune de Montignac.

La colonne vertébrale du projet est matérialisée par une rampe d'accès faisant le lien entre différents espaces du site. Elle mène le visiteur du patio central, au fac-similé en passant par les différents services offerts.

Les peintures sont gravées au laser sur des panneaux de verre, suspendus au plafond de la salle d'exposition. Le projet se distingue par la conception d'une salle 3D à 360°.



Figure 179 - Projections du projet d'Auer & Weber (Source : Auer Weber)

4 - Projet de l'équipe des ateliers Jean Nouvel

L'équipe des Ateliers Jean Nouvel a envisagé le projet comme un élément paysager, une faille vivante, chaude et mystérieuse creusée dans la Colline de Lascaux. A l'image de la grotte de Lascaux, le projet ne conduit pas au décaissement du pied de la colline mais repose sur un creusement dans la roche naturelle.

La proposition des Ateliers Jean Nouvel constitue une alternative au programme architectural de base. En effet, le projet est conçu de façon plus sobre et solennelle. Ainsi, le restaurant est remplacé par un laboratoire de Lascaux et les dernières étapes du musée qui rassemblent le théâtre de la préhistoire, les boutiques, l'université de l'art et le tour du monde de l'art pariétal seraient supprimés au profit d'une seule salle immersive.

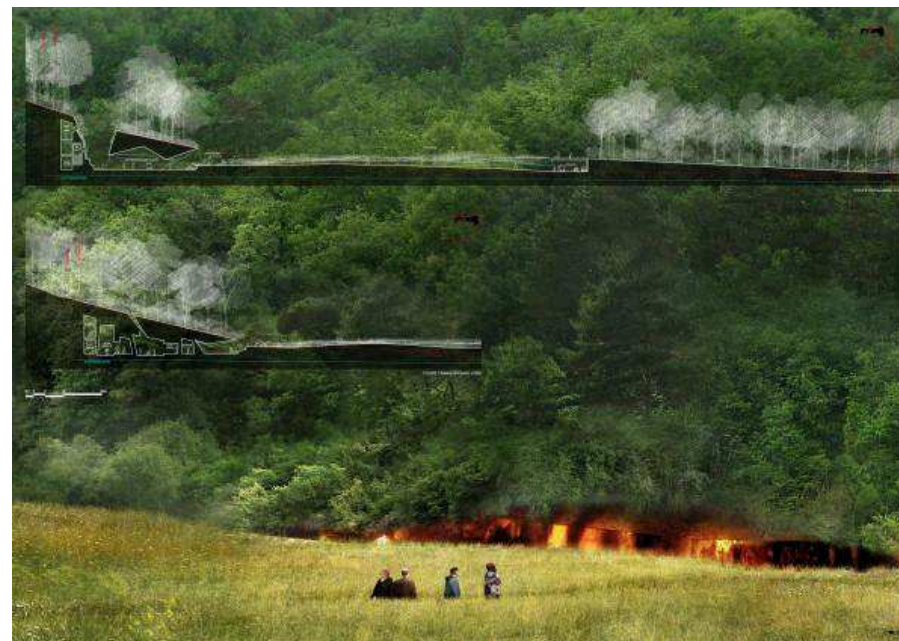


Figure 180 - Projections du projet des Ateliers Jean Nouvel (Source : AJN)

Récapitulatif des 4 projets


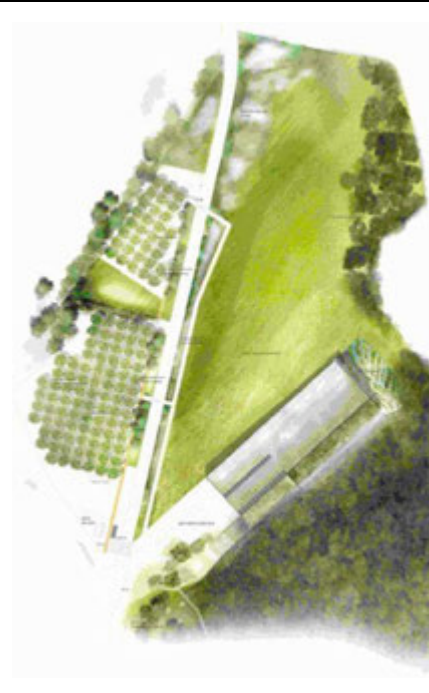


	1 SNØHETTA	2 MATEO	3 A&W	4 AJN
Chiffres	<i>Emprise du bâtiment : 11 400 m² Linéaire : 190 m Epaisseur moyenne du bâtiment : 60 m Hauteur (parvis) : 11 m</i>	<i>Emprise du bâtiment : 5265 m² Linéaire : 117 m Epaisseur du bâtiment (moyenne) : 45 m Hauteur (parvis) : 14 m (max : 17 m)</i>	<i>Emprise du bâtiment : 6660 m² Linéaire : 180 m Epaisseur moyenne du bâtiment : 37 m Hauteur (parvis) : 11,20 m</i>	<i>Emprise du bâtiment : 8000 à 9000 m² Linéaire : 200 m Epaisseur moyenne du bâtiment : 40 à 45 m Hauteur (parvis) : 14 m</i>
Budget Total	34,0 M€	34,0 M€	34,0M€	33,95M€
Vue				

Figure 181 - Récapitulatif des données quantitatives des projets proposés (Source : ATD24)

3.3 Résultats du concours

Le projet retenu est celui du groupement SNØHETTA. Il est apparu être le plus innovant et le plus intéressant en terme de contenu mais aussi un des plus respectueux de son environnement.

Son intégration originale au site est au service de la Colline et de son cadre naturel et contribue à les mettre en valeur et à les préserver.

Le jury a, de plus, particulièrement apprécié le parti paysager « sublimant les qualités intrinsèques de la vallée avec le parterre d'agriculture » et la « sobriété des jardins qui accompagnent l'émotion ». Les graphismes caractéristiques du Land Art participent à l'identité du projet.

Gestion environnementale du site proposée dans chacun des projets

		SNØHETTA	MATEO ARQUITECTURA	AUER & WEBER	ATELIERS JEAN NOUVEL
GESTION ENVIRONNEMENTALE DU SITE	Eaux pluviales	Il est prévu de minimiser le rejet des eaux de pluies grâce à des bassins tampons paysagers cités dans le chapitre "Jardins". Les installations prévues permettent de tendre vers <u>un débit nul de rejet d'eaux pluviales vers les réseaux</u> .	Le projet prévoit la réalisation de bassins et de noues de rétention des eaux pluviales étanchées à hauteur de 1450 m3 (collecte des eaux de ruissellement bâtiment, chemins piétons, parking et voirie). Ces noues et bassins auront pour exutoire des puisards d'infiltration des eaux pluviales à créer en dehors du projet et du périmètre de protection de la source de la Basse Fageotte. Les eaux de pluies du bâtiment seront récupérées par une bâche pour être réutilisées. Une surverse aura comme exutoire le réseau d'assainissement. Les eaux de ruissellement des voiries transiteront par un séparateur à hydrocarbures.	Elles sont collectées dans 4 bassins de rétention disposés en cascade. Les deux plus grands, étanches, possèdent comme exutoire une noue paysagée conduisant à un 5ème bassin aux abords du parking P2, en dehors de la zone de protection de la source de la Fageotte. Les matériaux drainants sont largement proposés (allées piétonnes, stationnement sur herbe) afin de limiter les imperméabilisations.	La gestion des eaux de pluies est prévue avec la construction d'une noue le long du parking et d'un bassin étanche au Nord de la parcelle, destiné à la lutte incendie. La conception du projet, qui prévoit un minimum d'imperméabilisation, est perçue comme un gage de respect des écoulements naturels de l'eau.
	Gestion des sols	<u>Gestion des terres</u> : le projet permet d'équilibrer déblais et remblais minimisant ainsi l'impact sur l'environnement et l'impact financier.	Des systèmes de drainage sont prévus tout au long du chantier pour protéger la nappe. Le niveau 82 NGF (niveau moyen de la nappe) est atteint pour la construction du fac-similé dans la partie extrême Nord de celui-ci. L'enjeu de la protection de la nappe lors du chantier, compte tenu de la grande excavation prévue, c'est la non intrusion des eaux de ruissellement dans celle-ci. Pour ce faire un canal de drainage longitudinal est prévu pendant la phase chantier. Il n'est pas évoqué la destination des déblais de la construction du centre. Par contre il est précisé que les déblais des aménagements extérieurs seront réutilisés sur place, tout comme les terres végétales qui seront scrupuleusement réutilisées.	Le bâtiment utilise au mieux le calcaire pour se fonder. Sa position à flanc de colline permet une excavation dans le rocher ainsi qu'un report des charges sur la couche calcaire, côté versant Vézère peu de fondations profondes.	Les terrassements sont optimisés en déblais/remblais pour réutilisation complète des volumes de déblais. Un calage altimétrique du projet a été prévu pour ne pas impacter l'hydrogéologie. Mais on ne connaît pas la hauteur de l'excavation car les coupes schématiques ne précisent aucune altimétrie.
	Protection de la forêt	Le projet précise un impact sur la forêt qui sera limité à sa frange. Mais le projet prévoit des plantations de cicatrization.	La forêt est préservée. Seule une aire de pique-nique au Sud Est du CIAPML s'insinue dans le boisement pour intégrer cette fonction récréative.	Le sujet n'est pas abordé.	La forêt est sublimée dans ce projet qui prévoit de la prolonger.
	Protection de la source de la Fageotte	Non abordé	Un soin extrême sera apporté à la source de la Basse Fageotte qui sera surveillée en phase chantier, en raison du risque de surverse des eaux de pluies de la colline, dans la fosse profonde de l'extrémité Nord du bâtiment. Le captage de source de la Haute Fageotte sera réaménagé. Une pompe de refoulement sera mise en place et desservira les propriétaires. Le trop plein de cette réserve sera canalisé vers une fosse étanche dont l'exutoire se déversera dans le réseau d'eaux pluviales.	Les mesures de protection sont : - Position du projet à 84,50 du niveau des plus hautes eaux - Test d'injection d'eau avec injection de béton dans les micro-pieux - Sondages et analyse des couches de calcaire rencontrées - Souti de la qualité des eaux de captage turbidité en continu) avec analyse des hydrocarbures de la DCO (demande chimique en oxygène) et de la conductivité. - Dérivation, collectes et rejet à l'aval du site des eaux de ruissellement du chantier.	La source sera captée pour réalimentation des riverains en eau d'usage agricole. Pendant la phase chantier, le périmètre de protection sera préservé grâce au captage des eaux de ruissellement qui seront évacuées hors du périmètre.
SYNTHÈSE		- Les enjeux de développement durable sont satisfaisants pour la gestion des eaux pluviales, des sols et de la forêt. Par contre la protection de la source de la Fageotte n'est pas évoquée.	- La complexité du travail de la fondation conduit à des précautions particulières au regard du niveau bas de la nappe de la source de la Fageotte qui est atteint. - Tous les sujets sont abordés dans le détail au regard de ce projet "intrusif"	- Une approche détaillée des objectifs de développement durable qui est liée à l'importance des emprises traitées.	- L'impact dans la colline n'est pas apprécié alors que la masse d'excavation semble énorme dans le contexte d'une paroi berlinoise.

Figure 182 - Observations concernant la gestion environnementale du site (Source : Rapport de la Commission Technique, ATD24)

Performances du bâtiment proposées dans chacun des projets

		SNØHETTA	MATEO ARQUITECTURA	AUER & WEBER	ATELIERS JEAN NOUVEL
PERFORMANCES DU BÂTIMENT	Matériaux	<ul style="list-style-type: none"> - Semi enfouissement du bâtiment dans la colline qui limite les déperditions - gestion des déblais/remblais en équilibre - Impact minime sur la forêt - Matériaux locaux privilégiés. 	<ul style="list-style-type: none"> - L'architecture offre de nombreuses zones abritées du vent, pluie ou soleil. - Le peu de surfaces vitrées est équipé de vitrages performants. - Isolation thermique de 15 cm en façades et 25 cm en toitures - La configuration semi-encroûtée contribue à la réduction des besoins énergétiques - Parements extérieurs en pierre locale. - Chantier à "faibles nuisances" 	<ul style="list-style-type: none"> - Conception architecturale compacte. - Forte inertie structurelle - La colline offre une protection solaire naturelle (simulation de l'ensoleillement). - Brise-soleil administration en lames de bois fixes ou réglables. - Recherche d'équilibre entre déblais et remblais 	<ul style="list-style-type: none"> - Equilibre déblais et remblais - "L'incrustation" du bâtiment dans la colline permet de limiter les échanges thermiques avec l'extérieur (déperditions). - L'emploi du béton pour la structure se veut d'être une solution robuste, durable, recyclable et assurant une forte inertie de l'enveloppe.
	Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> - Utilisation de l'éclairage naturel zénithal (faîlle verticale zone orientation jusqu'à la sortie du faîtière). 	<ul style="list-style-type: none"> - Chauffage bois en variante de la chaufferie gaz. - Utilisation de l'éclairage naturel par 2 grands jardins intérieurs "à ciel ouvert" 	<ul style="list-style-type: none"> - Chauffage bois 	<ul style="list-style-type: none"> - Page 24 : " mise en œuvre de 300 m2 de panneaux photovoltaïques " (?) - Chauffage bois - L'éclairage naturel zénithal par un "gouffre" végétalisé - le recyclage de l'eau de pluie pour alimenter les sanitaires a été apparemment étudié, mais jugé finalement inapproprié (p.24). En revanche, il est prévu un bassin de stockage des E.P. étanche et une récupération pour l'arrosage des espaces végétalisés. - Citerne E.P. pour défense incendie.
	Installations techniques	<ul style="list-style-type: none"> - Etude d'impact sonore du chantier sur le voisinage. - Préconisation de la géothermie 	<ul style="list-style-type: none"> - Production de froid et de chaud par pompes à chaleur avec COP > 3,5. - Récupération de calories sur air extrait. 	<ul style="list-style-type: none"> - Appareil sanitaires équipés de limiteurs de débit. - Régulation/arrêt automatique des éclairages en fonction de l'intensité de la lumière naturelle et de l'occupation des locaux. - Pilotage général par régulateurs et automates (G.T.C.). - Récupération/stockage de l'E.P. pour alimenter les chasses d'eau WC (distribution repérée) - Un des 2 groupes froids est équipé d'une récupération de chaleur pour le circuit primaire E.C.S. - Les C.T.A. sont équipées d'une récupération de calories haute efficacité entre air extrait et air neuf. - Ensemble de sous-comptages (eau, électricité, chauffage, froid) permet de suivre les consommations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de récupération de calories sur l'air extrait et sur les condenseurs des groupes froids. - Proximité des locaux techniques avec les espaces à desservir.
SYNTHÈSE		<p>Points faibles :</p> <p>La géothermie risque de modifier la température de la nappe phréatique et ne semble donc pas adaptée au projet.</p>	<p>Points faibles :</p> <p>L'équipe met en avant "l'importance primordiale de la facilité d'exploitation" du centre, ce qui n'apparaît pas convainquant dans le projet</p>	<p>Points faibles :</p> <p>Nombreuses parois vitrées toutes dimensions (entretien?) contrairement à ce qui est avancé "conception limitant les parois vitrées". Il est précisé que les parois vitrées sont accessibles au moyen de perches ou nacelle élévatrice. Chauffage bois non repérée.</p>	<p>Points forts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intégration au site et inertie du bâtiment. - Chauffage bois (valorisation filière bois) - Récupération / Stockage de l'eau de pluie - Récupération de calories sur air extrait et condenseurs <p>Points faibles :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dispositifs d'apports de lumière naturelle compliqués. (pas de détails convaincants). - Le peu de lumière naturelle en façade ouest + faible pénétration, doit être compensé par un éclairage artificiel conséquent. - Aucunes informations sur matériaux ou ensembles venant en complément du béton.

Figure 183 - Observations concernant les performances du bâtiment (Source : Rapport de la Commission Technique, ATD 24)

4. PRESENTATION DU PROJET RETENU ET DES VARIANTES ENVISAGEES

Les aménagements décrits correspondent au projet en phase d'Avant-Projet Définitif (APD).

4.1 Parti architectural

Le CIAPML entend s'insérer dans la colline de Lascaux en tirant parti du relief du paysage telle une discrète incision qui dévoilerait les entrailles et les secrets de celle-ci.

Le parterre végétalisé du centre permet de faire la jonction entre la Vallée de la Vézère agricole et la colline densément boisée. Ce parterre à vocation de devenir un jardin public de Montignac, idéal pour les pique-niques.



Figure 184 - Rendu de l'architecture en phase concours, vue depuis le château (Source : SNØHETTA)



Figure 185 - Projection de l'insertion du centre dans le site en phase d'APD, vue depuis le parking P1 (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)

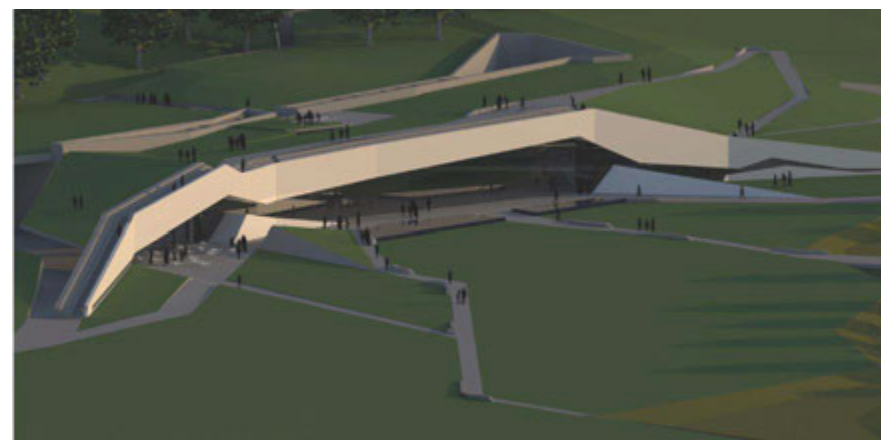


Figure 186 - Projection de l'insertion du centre dans le site en phase APD, vue depuis l'avenue de Lascaux (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)

La carte ci-dessous fait apparaître le plan de masse du projet. Les arbres nouveaux figurent en noir et blanc, ceux existants en couleur.

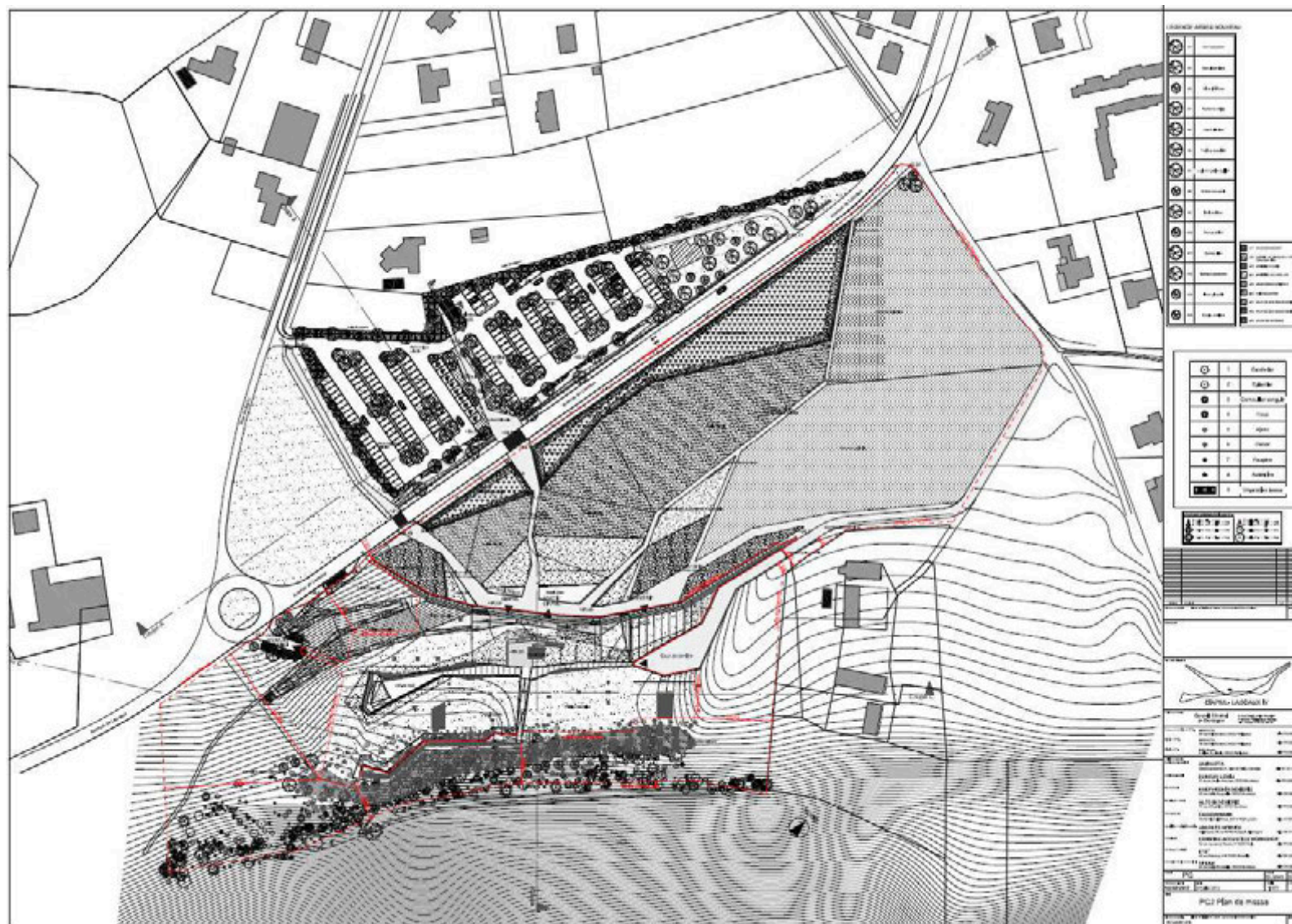


Figure 187 - Plan de masse du projet (Source : SNØHETTA)

Le CIAPML ne présente que 2 façades :

- La façade en verre dévoilant l'entrée du centre et jouant avec la lumière au rythme des heures
- Le toit végétalisé



Figure 188 - Façade principale (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)

Les sols et façades seront en béton.

Le projet prévoit la mise en place d'un **système de ruissellement d'eau sur les parois internes du jardin de la Grotte**, alimenté par le réseau d'eau potable.

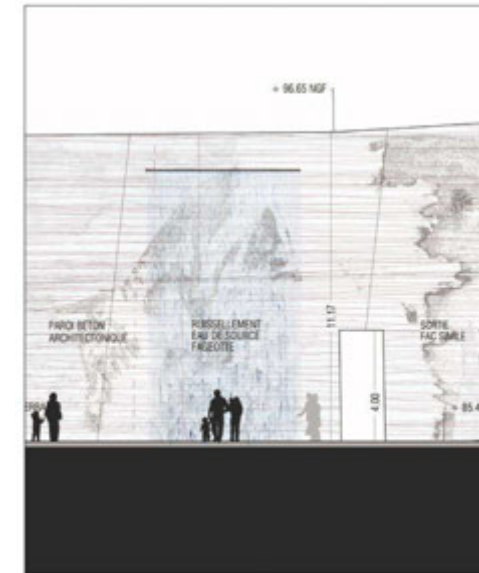


Figure 189 - Zone d'orientation, système de ruissellement de l'eau sur les parois (Source : Notice architecturale APD, SNØHETTA)

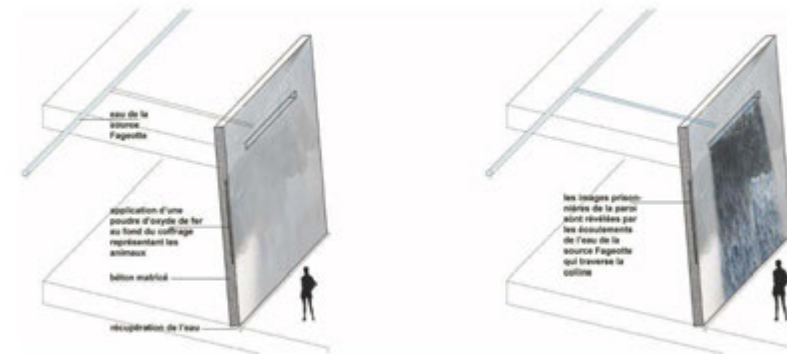


Figure 190 - Zone d'orientation, détail de la paroi (Source : Notice architecturale APD, SNØHETTA)

4.2 Parti paysager

Les différentes zones végétalisées seront traitées de la façon suivante :



Figure 191 - Projection du CIAPML (Source : SNØHETTA)

Lien avec la colline de Lascaux – Végétation existante

Pour le rapport avec la lisière de la forêt, un renforcement avec :

- Chêne vert
- Chêne
- Acacia
- Châtaignier
- Noisetier
- Pins Sylvestre
- Merisier

Pour les végétations basses et arbustives en rapport avec la lisière de forêt :

- Genévrier
- Églantier
- Cornouiller sanguin

- Fougères
- Buis
- Houx
- Ajonc
- Genet
- Bruyère
- Mousse
- Lierre

Pour les végétaux qui se trouvent dans le mur de soutènement de la paroi à l'entrée du fac-similé, constitué en roche :

- Fougère (Capillaire venustum, aurea, capillaire pedatum, Pylstic setiferum)
- Mousse
- Orchidées sauvages
- Buis
- Lierre
- Fougère Plumosa
- Roscoea humeana

Parterres agricoles

Les parterres agricoles représentent une grande partie du projet (12 000 m²). Eco-compatibles, une rotation des cultures offrira aux visiteurs une expérience tout au long de l'année et assurera une utilisation saine des sols. Les cultures envisagées sont les suivantes :

- Cultures d'été : lin, tournesol, moutarde, artichauts, pommes de terre, seigle, blé, orge, avoine
- Cultures d'hiver : seigle, blé, orge, chou, colza

Prairies

Les prairies permettront à la toiture du bâtiment de s'intégrer dans l'environnement. Les prairies conviennent bien pour les zones en pente sur le site. Elles seront réalisées à partir de mélanges locaux de semences soigneusement sélectionnées.

Deux grands types de prairies sont suggérés pour le site : prairie naturelle et prairie fleurie. Les prairies fleuries sont créées dans les surfaces ouvertes devant le bâtiment, tandis que les prairies naturelles recouvrent la toiture et les zones adjacentes à la forêt et à la végétation existante. Celles-ci ne nécessiteront que peu de maintenance et seront tondues une ou deux fois par an, ou en utilisant des animaux domestiques.

Zones humides

Des plantations résistant à l'eau et à la sécheresse le long des bassins de rétention contribuent à retenir et à filtrer l'eau. Des plantations robustes le long de l'eau préviennent également les problèmes d'érosion et d'algues dans les plans d'eau. Les plantes sélectionnées sont :

- Caltha palustris
- Carex panicea
- Iris spuria
- Juncus compressus Jacq.
- Myosotis scorpioides
- Ranunculus flammula L.
- Aster tripolium
- Carex rostrata
- Iris pseudacorus
- Juncus articulatus L.
- Lythrum salicaria

Haies bocagères

La haie bocagère est une caractéristique familière et importante de la végétation dans la vallée de la Vézère. Le mélange varié d'arbres et d'arbustes a une importance écologique marquée et constitue un élément important dans le paysage de la vallée. La haie bocagère entoure la zone de parking et délimite le parking par rapport aux propriétés adjacentes. La haie est plantée en espèces locales, avec des plantations basses, moyennes et hautes.

Plantations du parking – arbres et arbustes

Les arbres dans la zone de parking doivent ressembler aux vergers proches. Le parking est planté d'arbres robustes qui sont bien connus dans le paysage culturel de la région : chêne vert, érable, châtaignier, noyer et merisier.

Massifs de vivaces et graminées ornementales

Des plantations plus décoratives seront plantées à l'entrée du CIAPML. Des plantations robustes sont suggérées. Ces zones supposeront également une maintenance supérieure aux prairies naturelles plus éloignées du bâtiment.

Les mélanges pour prairies fleuries pérennes (composées de fleurs vivaces) peuvent s'implanter purs ou s'associer avec des graminées. La couverture végétale reste de qualité et l'effet produit s'apparente aux prairies naturelles.

Jardins de la grotte

La végétation suggérée est un mélange de plantes grimpantes et de plantes suspendues dans des petits conteneurs dans la paroi.

Espaces bleus

Des bassins d'eau seront utilisés pour stocker les eaux ruisselantes. Ils seront étanchés conformément à l'avis de l'hydrogéologue agréé. Ces installations permettent de tendre vers un débit nul de rejet d'eaux pluviales vers le réseau communal.

Les bords des bassins seront agrémentés avec des plantes appréciant ce genre de milieu. Des barrages divisent les bassins en niveaux légèrement différents afin que l'eau s'écoule tout au long de l'avenue.

Au niveau du parking P2, la solution d'un bassin à ciel ouvert est également envisagée.



Figure 192 - Plan général du paysage (Source : SNØHETTA)

Aires de stationnement et de circulation

Le sol des parkings sera réalisé en béton désactivé pour les voies de desserte et enherbé pour les zones de stationnement.

Le stationnement sera traité en revêtement végétalisé à partir de la technique *Terre/Pierre*. Cette technique permet de créer une fondation portante, fertile, drainante et hydro rétentrice.

Des arbres seront plantés afin de dissimuler les voitures et protéger celles-ci du soleil en période estivale.

L'utilisation d'une chaussée à structure réservoir et de géomembranes isolant les couches géologiques superficielles des couches préservées en profondeur permet d'empêcher toute infiltration qui pourrait contaminer la nappe phréatique.

Les structures de chaussées des voies de dessertes du parvis, permettant l'accès au site des véhicules pompiers seront de type voiries lourdes avec un revêtement en béton. Le parvis sera large d'au moins 8m et les voies d'accès de minimum 4m.

Une voie de desserte sera réalisée depuis le chemin du Régourdou pour permettre l'accessibilité aux zones techniques du projet. La structure de la voie sera de type voirie lourde, un réaménagement et un élargissement de la voie existante sont prévus.

Accès au site

Plusieurs sentiers gravillonnés à travers les parterres cultivés convergent jusqu'à l'entrée du site. Les allées piétonnes menant à l'entrée principale sont également praticables en véhicules en cas d'événement spécial (invités VIP, PMR, maintenance).

Ces cheminements seront réalisés en béton désactivé. Toutes les allées piétonnes auront une pente longitudinale inférieure à 4% et une pente transversale inférieure à 2% pour respecter les normes et réglementations PMR et UFR (Usagers en Fauteuils Roulants). Les cheminements au Sud-Ouest ainsi que ceux d'accès au site seront équipés de bandes d'éveil pododactiles.

Les circulations de services pour le bâtiment sont situées sur une route séparée passant par le Nord via le chemin du Régourdou.

La largeur du parvis de 5 mètres permet de garantir l'accès à la façade du bâtiment aux véhicules de secours. De même, les pompiers possèdent un accès au bâtiment par la voie de service partant du Chemin du Régourdou et par la courte allée menant directement au fac-similé partant du futur giratoire au Sud.

Plan d'éclairage

Au niveau des parkings, seules des bornes basses éclaireront les allées principales et les passages piétons à l'aide d'optiques asymétriques qui orientent le flux des lampes vers le sol sans créer de pollution lumineuse ou d'éblouissement. Un éclairage associé aux arbres sera disséminé sur la zone de garage pour créer des repères visuels.

Les allées menant au centre sont éclairées par une lumière rasante jaillissant de failles ponctuelles se soulevant du sol allant jusqu'à composer des assises pour les visiteurs.

Des éclairages seront intégrés en bordure de bassin pour produire des effets lumineux en surface.

Seule une ligne de lumière intégrée à un détail architectural du garde-corps éclairera les abords et les escaliers en étant orientée directement vers le sol.

Aucun n'éclairage n'est prévu est lisière de boisements.

Clôtures, portails, mobilier urbain

Une clôture métallique en treillis soudés en panneaux sur sous-bassement maçonné au droit de la voie d'accès sera mise place ainsi que des portails et des portillons en entrée de zone technique.

Des bancs seront présents le long des cheminements piétons ainsi que des poubelles à inter-distances régulières sur tout le site.

4.3 Programme et occupation des niveaux

Le CIAPML est conçu pour accueillir 400 000 visiteurs annuellement. Le programme est calibré pour des groupes de 25 personnes qui pénètrent le fac-similé toute les 5 minutes. Ceci permet de répondre à l'exigence en termes de capacité d'accueil de 300 à 400 personnes par heure en haute saison.

Le bâtiment s'organise majoritairement sur un seul niveau. Seule l'administration se situe dans un étage. L'administration, en connexion directe avec les espaces d'accueil et la zone d'orientation dispose d'un accès privé et indépendant à la zone de service. Schématiquement la visite s'organise de cette manière :

Accueil

Dans un large espace vitré se trouvent la billetterie principale (en cas de forte affluence estivale, une billetterie pourrait-être installée sur le parking), la boutique ainsi qu'une brasserie ouverte sur le jardin.

Zone d'orientation

Ce secteur assure la transition vers les espaces d'exposition plus sombres. Le caractère spirituel de cette zone permettra au visiteur de se préparer à vivre un voyage à travers l'Histoire de l'Homme.

Zone verticale (Z0)

C'est un grand volume permettant au visiteur de s'élever au niveau supérieur, vers le fac-similé. Une plate-forme élévatrice permet de monter 32 personnes simultanément. C'est aussi un moyen de réguler le flux de visiteurs. Il est aussi possible d'emprunter un mince escalier semblant taillé dans la paroi. Durant ce temps, le guide peut introduire la visite. En contrebas se trouvent des services d'accueil, des vestiaires (où le visiteur est prié de déposer ses accessoires du XXI^{ème} siècle et de s'équiper d'une cape d'explorateur et d'une torche-guide multimédia), des toilettes et un point de contrôle des billets. Sur ces billets est indiquée l'heure à laquelle le visiteur pourra accéder au fac-similé.

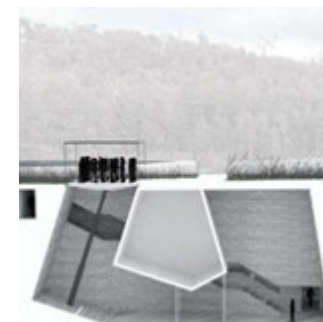


Figure 193 - Schéma de principe de la zone verticale en phase APD (Source : SNØHETTA)

Belvédère (Z01)

Vaste terrasse discrète offrant une vue sur Montignac et la Vallée de la Vézère accessible depuis la plate-forme élévatrice, l'escalier ou simplement par le parvis. Le public sans billet a accès seulement à la zone le long de la façade.



Figure 194 - Projection de l'entrée du CIAPML en phase APS (Source : SNØHETTA)

Fac-simile (Z02)

Les conditions spatiales et climatiques de la grotte sont reproduites afin que le visiteur entre dans la peau des tous premiers montignacois qui ont découvert la grotte de Lascaux en 1940.

L'accès au fac-similé se fait depuis le belvédère, en passant par une ambiance de forêt afin de reproduire l'expérience des premiers découvreurs de la grotte.

Comprendre Lascaux (Z03)

Il s'agit d'une grande salle où flottent des fragments des peintures rupestres telle une galerie d'art. Cette zone apporte les éclairages sur la genèse de Lascaux, le savoir-faire des Hommes préhistoriques et le sens de l'œuvre.

Théâtre de l'art pariétal (Z04)

Trois salles successives reprennent l'histoire de l'interprétation de l'Art Pariétal et de l'évolution de l'Homme à travers des reconstitutions de débats entre scientifiques à différentes époques.

Tour du monde de l'art pariétal (Z05)

Une salle de cinéma permet de découvrir l'art pariétal sur plusieurs continents.

Lascaux & l'art du 20^{ème} siècle et création contemporaine (Z06 et Z07)

Il s'agit d'une archive d'art numérique où le visiteur peut comparer et sentir l'influence de l'art pariétal sur l'Histoire de l'Art.



Figure 195 - Plan du RDC du CIAPML (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)

4.4 Précis technique

Gros œuvre et fondations

Le projet prévoit la construction d'un bâtiment semi-enterré à rez-de-chaussée, dont la terrasse est une terrasse accessible au public.

Le bâtiment est prévu ancré au pied de la Colline de Lascaux avec un niveau moyen fini du plancher bas à environ 85,50 NGF ; le niveau haut fini du plancher haut au droit de la paroi arrière du bâtiment correspondant au niveau du terrain naturel le long de cette paroi.

On note que la paroi arrière du bâtiment se situe à la limite de la zone boisée de la colline de Lascaux. Cette zone étant un espace protégé, il n'est pas possible de réaliser des terrassements ou talutage au-delà de la paroi arrière du bâtiment.

Une galerie à ciel ouvert est également prévue, permettant d'accéder à la zone du facsimilé de la grotte. Cette galerie, dont le plancher bas varie entre le niveau 94,50 NGF jusqu'à rejoindre le niveau du plancher bas de la zone du facsimilé à environ 91,50 NGF, comprendra de part et d'autres des parois de soutènement contre terre plus ou moins inclinée.

Ainsi, des terrassements sont prévus par le projet, en pleine masse jusqu'au fond de fouille afin de réaliser les ouvrages enterrés. Ces fouilles seront réalisées :

- Soit à l'abri du talus, lorsque la surface talutée ne se situe pas au droit d'une zone naturelle protégée telle que la zone boisée en fond de parcelle
- Soit à l'abri de parois de soutènement en béton armé réalisées en conditions particulières, avec butonnage provisoire comprenant liernes horizontales métalliques et butons inclinés métalliques fondés sur des massifs en béton armé.

Le projet envisage une gestion des terres équilibrée permettant de minimiser les impacts environnementaux et financiers du CIAPML : les déblais issus de ces excavations seront conservés sur site afin d'être réutilisés ultérieurement.

Des terrassements complémentaires seront effectués pour la réalisation des fondations, de fosses, des cuvettes d'ascenseur ou d'ouvrages divers enterrés (réseaux...). Les déblais issus de ces excavations complémentaires seront évacués en décharge.

Les travaux comprennent :

- La réalisation des forages nécessaires à la réalisation des pieux
- La mise en œuvre de cages d'armatures en acier H.A.
- La mise en œuvre de béton jusqu'à l'arase de coulage permettant le recépage de ces pieux d'au moins 60 cm
- Le recépage des pieux, selon les spécifications du DTU 13.2
- La mise en œuvre de massifs en béton armé sur les têtes de pieux.

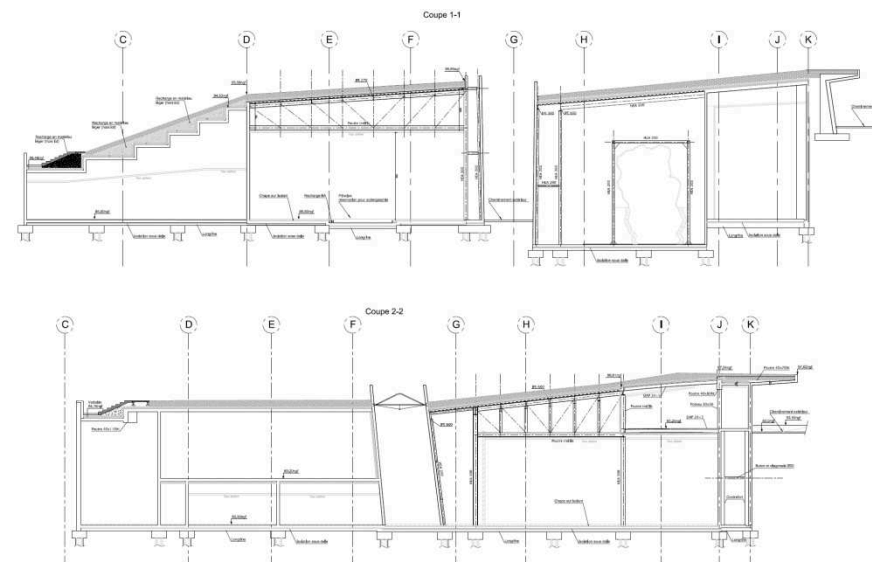


Figure 196 - Profils de structure du CIAPML (Source : KHEPHREN Ingénierie)

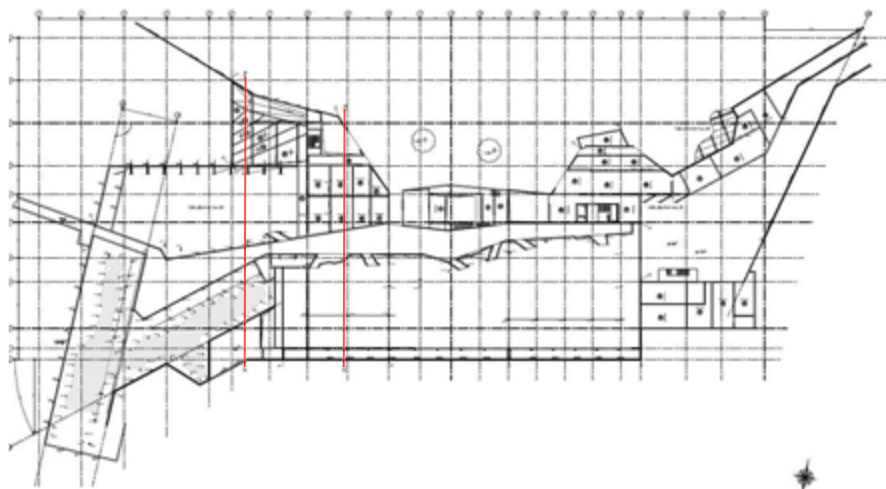


Figure 197 - Structure du CIAPML (Source : KHEPHREN Ingénierie)

Chauffage Ventilation Climatisation (CVC) et plomberie

Les prestations du lot CVC comportent les travaux suivants :

- Production calorifique commune au fac-similé par raccordement au réseau de chaleur communal (à créer) et PAC réversible à condensation par air
- Production frigorifique bâtiment et fac-similé par groupes de froid, à condensation par air
- Réseaux hydrauliques chaud, froid et réversibles
- Climatisation tout air du fac-similé et de sa coque technique
- Traitement tout air des espaces muséaux,
- Traitement tout air et contrôle hygrométrique de la zone muséale 7
- Chauffage et rafraîchissement par plancher rayonnant ou ventilo-convecteurs des autres espaces
- Chauffage par aérotherme ou radiateur selon le volume des locaux,
- Climatisation des régies par armoire de climatisation
- Rideaux d'air chaud au droit des entrées principales
- Ventilation double flux des autres espaces
- Traitement des locaux techniques
- Désenfumage mécanique

- Régulation et alimentations électriques des équipements.

Les prestations du lot Plomberie – Sanitaires comportent les travaux suivants :

- Les réseaux de distribution d'eau froide sanitaire ;
- Les productions décentralisées et réseaux d'eau chaude sanitaire ;
- Les réseaux d'évacuations des eaux en élévation, dans l'emprise du bâtiment, les relevages afférents ;
- Les colonnes de ventilation primaire des réseaux d'évacuations ;
- Les appareils sanitaires et leurs robinetteries
- Les armoires et les coffrets électriques de ses équipements ;
- Les extincteurs, les colonnes sèches et les plans de sécurité.

Les puissances calorifiques et frigorifiques, prenant en compte les surpuissances, la récupération et la redondance, à mettre en œuvre sont :

	Puissance Chaud	Puissance Froid
Bâtiment hors fac-similé	385 kW	510 kW
Zone 7	5 kW	35 kW
Fac-Similé	30 kW	155 kW
TOTAL	420 kW	700 kW

Figure 198 - Puissance calorifiques du bâtiment en phase d'APD (Source : ALTO Ingénierie)

Chaufferie bois

Dans le cadre du projet, il est également prévu la construction d'une chaufferie bois, sous maîtrise d'ouvrage communale. La filière bois est très développée dans la région. La production thermique à partir d'une chaufferie bois permettra de valoriser la ressource et contribuer au dynamisme économique local.

Une chaudière bois eau chaude de 220kW répondra à la moitié des besoins totaux en chauffage. Le complément sera réalisé par une chaudière à gaz de même puissance.

Cette chaudière bois alimentera en priorité l'école communale ainsi que l'EHPAD (Etablissement d'Hébergement pour Personnes Agées

Dépendantes) de Montignac. Au final, le CIAPML sera alimenté de façon limitée par la chaudière bois.

Le projet n'a pour l'instant été soumis qu'à une étude de pré-faisabilité. Cependant, on peut avancer de manière certaine son implantation sur la pointe du parking P1, au lieu de la parcelle cadastrée AV-125.



Figure 199 - Implantation de la chaufferie bois (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)

Réseaux d'assainissement

Le réseau d'assainissement sera réalisé en système séparatif et raccordé au réseau communal.

Eaux pluviales

Deux systèmes de régulation des eaux pluviales seront mis en place et raccordés au réseau communal :

- Des bassins secs et des noues successives imperméabilisées par une géomembrane. Ce système permet de recueillir les eaux ruisselant sur les toitures, le parvis et la route départementale. Un ouvrage de régulation et un séparateur à hydrocarbures seront mis en place au point bas de l'ouvrage avant raccordement au réseau communal. Cet ouvrage aura une capacité de rétention de 1 293 m³ et un débit de fuite de 44,55 L/s
- Un complexe équipé de drains permettant la régulation des eaux météoriques du parking. Les eaux collectées seront également traitées dans un séparateur à hydrocarbures avant rejet vers l'exutoire.

Ces systèmes permettent de protéger les différentes sources situées à proximité du projet (en particulier la Fageotte et la Haute Fageotte). L'exutoire correspond au réseau séparatif de Montignac rejetant les eaux pluviales dans la Vézère.

Eaux usées

Deux réseaux de raccordements aux eaux usées seront réalisés dans le cadre du projet :

Un premier réseau récupérera les eaux usées en pied de façade du bâtiment pour les acheminer jusqu'à l'exutoire situé à l'intersection du chemin du Regourdou et de l'avenue de Lascaux. Ce réseau sera équipé d'un séparateur à graisses/fécules en sortie de cuisine. Une pente de 3% minimum sera observée sur la canalisation de raccordement de l'ouvrage afin d'éviter tout colmatage par les graisses.

Un second réseau reprendra les eaux usées des toilettes publiques du parking P1 pour les acheminer jusqu'à l'exutoire se trouvant sur la rue du Barry.

Réseau d'eaux pluviales communal

Le bureau d'études SOCAMA Ingénierie est en charge des études de faisabilité relative à l'extension du réseau d'eaux pluviales communal. 6 scénarios ont été proposés. Le scénario 5 a été retenu.

L'assainissement du parking P1 et du CIAPML s'effectue via l'avenue de Lascaux jusqu'à La Vézère, avec un débit de 120L/s, ce débit est dû à la reprise des précipitations météoriques, tombant sur la colline de Lascaux II.

L'assainissement du parking P2 s'effectue par une buse n°B4, soit un débit de 14L/s.

Ces dispositions permettent de rejeter les eaux pluviales dans le milieu naturel en respectant le seuil des 3L/s/ha, pour une période de retour de 30 ans.

Ce scénario a l'avantage de préserver les zones humides présentes à l'Ouest. Il contribue à centraliser les aménagements au niveau de l'avenue de Lascaux.

Par ailleurs, il permet de faire en sorte que l'aménagement du réseau d'eaux pluviales soit soumis à la réalisation d'un Dossier Police de l'eau en déclaration. Ce DLE est distinct de celui réalisé dans le cadre du projet du CIAPML.

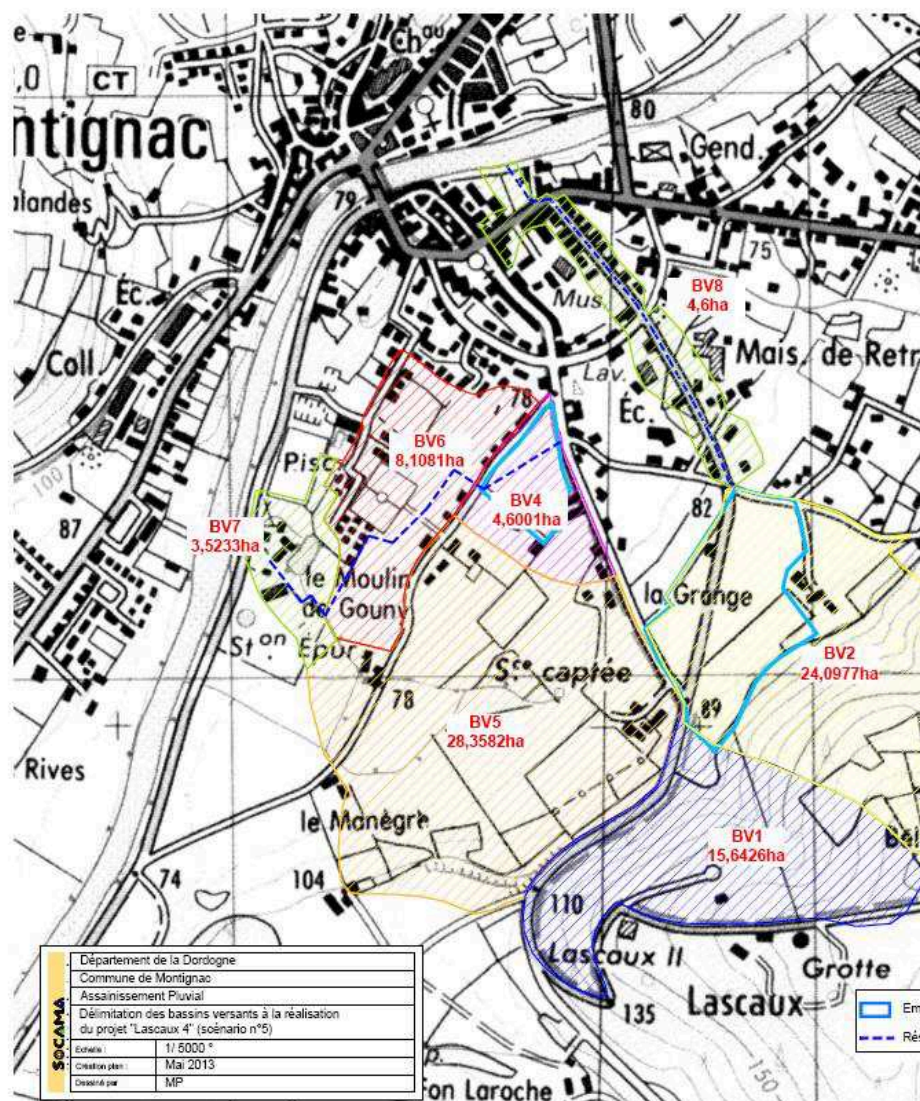


Figure 200 - Délimitation des bassins versants à la réalisation du projet Lascaux 4 Scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)

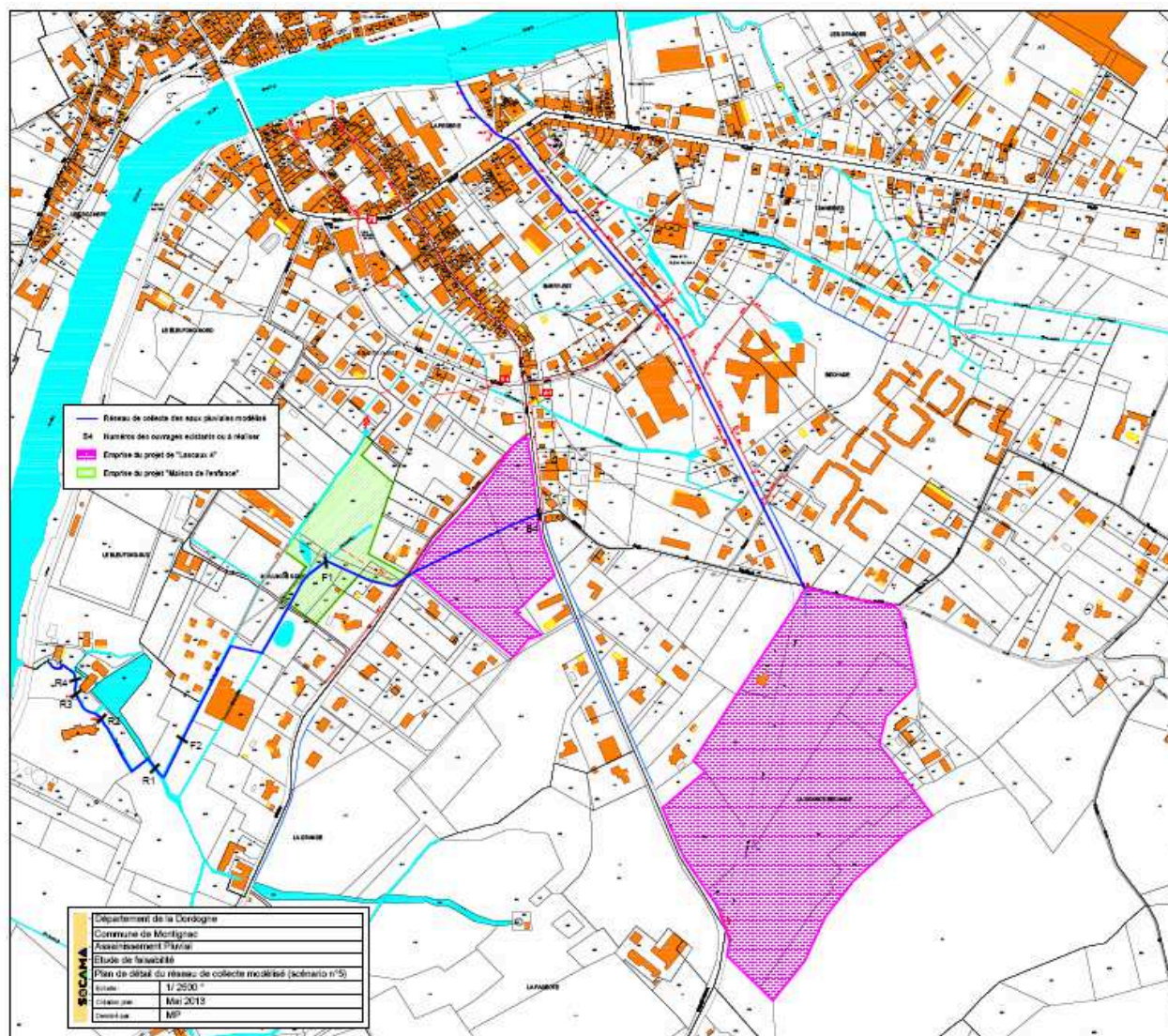


Figure 201 - Plan de détail du réseau de collecte modélisé scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)

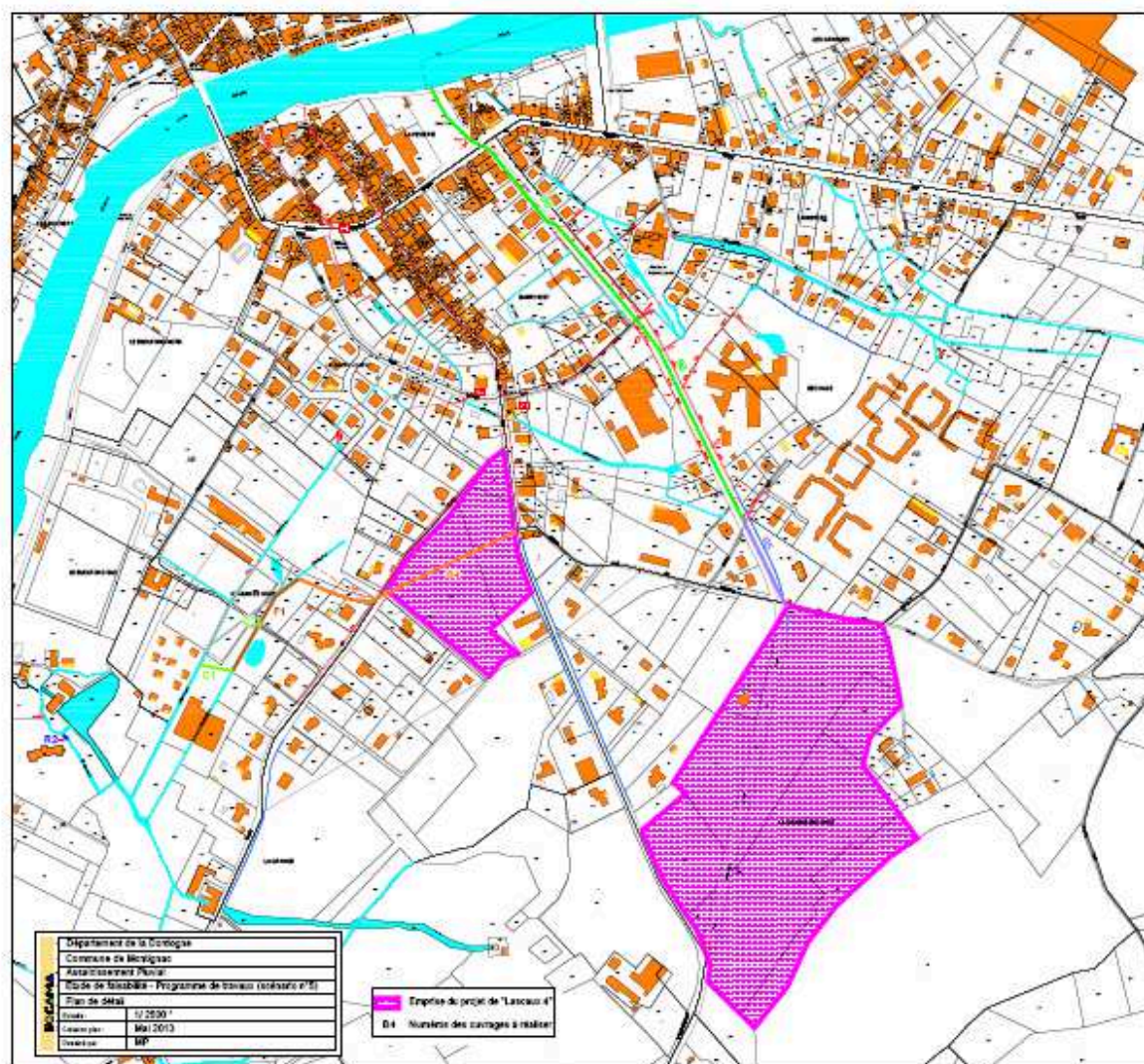


Figure 202 - Programme de travaux scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)

Evolutions volumétriques

Une possibilité d'évolution majeure du site réside dans l'espace laissé pour bâtir un fac-similé Lascaux V. La construction pourrait s'effectuer sans perturber la visite du fac-similé en activité. Cette possibilité laissée permet de garantir la qualité de l'expérience et d'inscrire le CIAPML dans le long terme.



Figure 203 - Coupe du CIAPML avec 2 fac-similés (Source : SNØHETTA)

L'entrée pourra s'effectuer à proximité immédiate du parvis d'accès du premier fac-similé, et la sortie pourra elle aussi s'effectuer par le jardin de la grotte.

Dans cette hypothèse, la zone suivante (zone 3 sur le schéma) devra être agrandie pour éviter les phénomènes de congestion. Aussi, les aménagements devront intégrer des murs de soutènement prenant en compte les nouvelles hauteurs du terrain proche de l'avenue de Lascaux.

4.5 Aménagements urbains

Création de deux aires de stationnement et organisation du stationnement à l'échelle de la commune

Deux aires de stationnements sont prévues à proximité du projet, représentant un total de 397 places.

Parking P1

Le parking P1 sera aménagé sur la rive Ouest de l'avenue de Lascaux. Il comportera 167 places enherbées. Le stationnement comprendra un point d'information, un bloc sanitaire ainsi qu'un chemin d'accès dans l'axe de l'entrée principale.

Ce parking sera aménagé pour l'accueil des Personnes à Mobilité Réduite (9 places dites PMR). Seront également présents un bloc comprenant des sanitaires et des bornes de billetterie automatique.

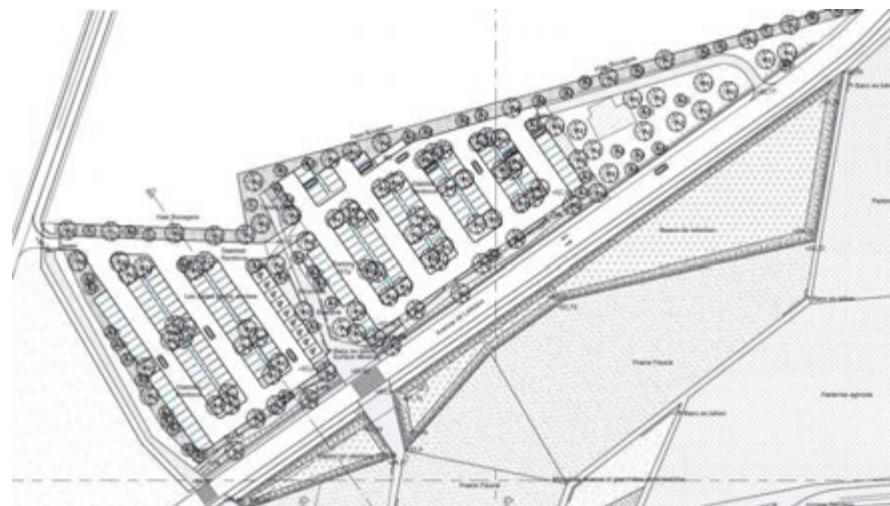


Figure 204 - Parking P1 en phase d'APD (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)

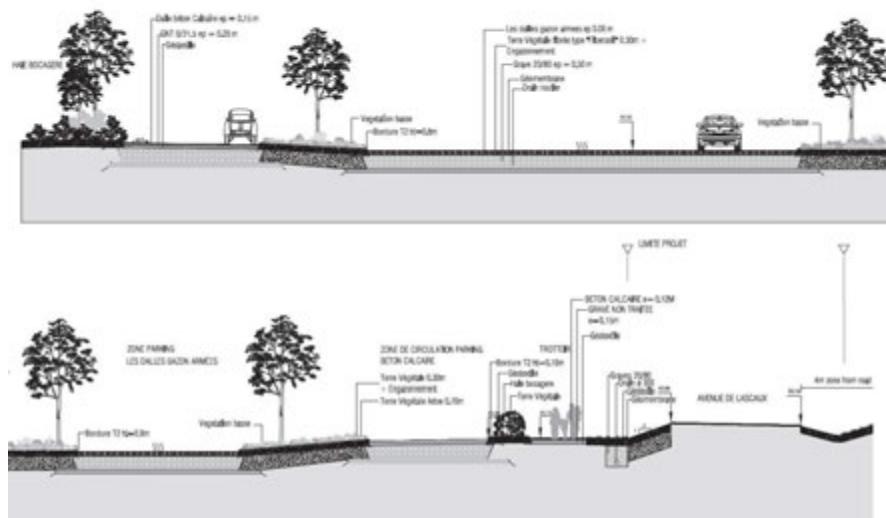


Figure 205 - Coupes du Parking P1 en phase d'APD (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)

Parking P2

La seconde aire de stationnement (P2) aménagée sur la rive Ouest de la rue du Barry comportera 230 places. 6 places seront réservées aux handicapés.

Une distribution piétonne sous forme d'un chemin de 2 mètres de large permettra de rejoindre d'une façon lisible la rue du Barry et son axe piétonnier vers le CIAPML.



Figure 206 - Parking P2 (Source : DRPP du Conseil Général de la Dordogne)

Les eaux de surface sont dirigées vers des "nœuds" végétales étanches puis collectées vers le réseau communal de la rue du Barry. Un espace au point bas est réservé, si l'étude hydraulique met en évidence la nécessité de créer un bassin d'orage tampon. On rappelle que toute pollution du site Natura 2000 « La Vézère » due à la circulation routière est empêchée par la mise en place de filtres à hydrocarbures sur les collecteurs d'eaux pluviales.

	(a)	(b)	(c)	(d)
Niveau desherbes végétales sans drap	0,50m	Variable	0,50m	0,50m
Zone de stationnement pour vélos			0,50m	0,50m
Zone de stationnement pour voitures				0,50m

Coupe AA

Aménagement de voies de circulation

L'implantation du CIAPML nécessite de repenser les voiries et leurs aménagements en raison de l'augmentation des flux routiers, aux abords du site et sur les voiries en liaison avec le centre-bourg de Montignac.



Figure 208 - Plan de circulation (Source : Conseil Général de la Dordogne)

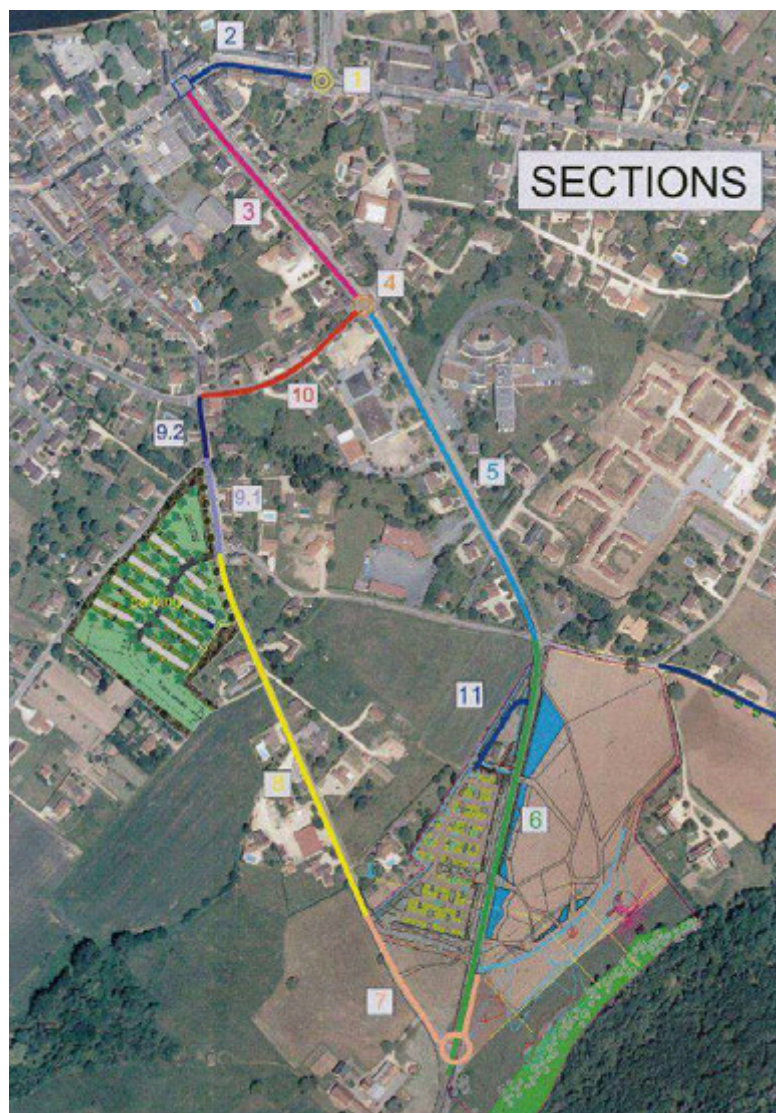


Figure 209 - Sections de route requalifiées (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Section 6 – avenue de Lascaux au droit du centre d'art pariétal

Concernant l'avenue de Lascaux, celle-ci sera aménagée pour permettre une circulation dans les deux sens avec un trottoir. Une strate arbustive sera mise en place sur les accotements avec un couvert végétal au niveau des talus. La délimitation de la chaussée ne sera pas marquée par une bordure pour éviter un rappel trop urbain et favoriser ainsi l'intégration de la voirie dans un site à dominante agricole. Ce choix résulte d'une demande de l'Architecte des bâtiments de France. Une lisse bois de la hauteur de la strate arbustive mis en place sur les accotements empêchera le stationnement sauvage des véhicules (hauteur environ 20 cm). La chaussée sera traitée en béton bitumeux.

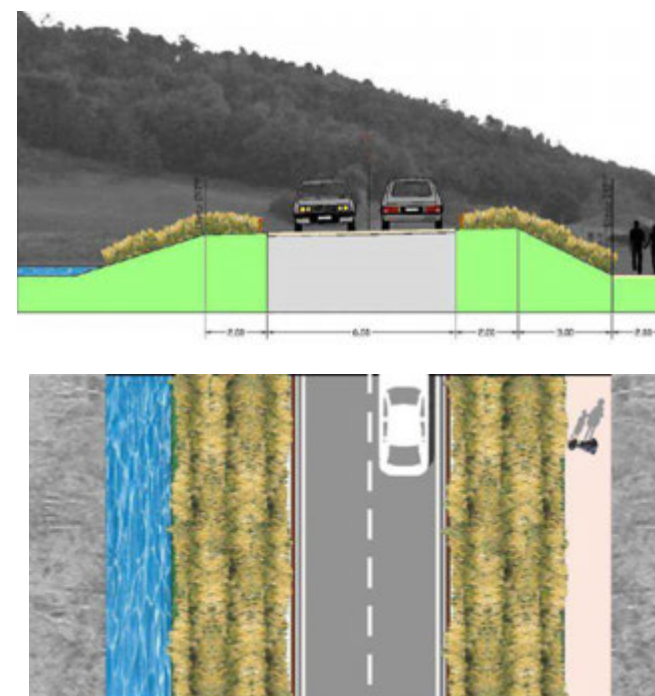


Figure 210 - Requalification de l'avenue de Lascaux (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Section 7 – création d'un carrefour giratoire a l'intersection de l'intersection de l'avenue de Lascaux et de la rue du Barry – arrêt minute pour bus

Il est prévu de créer un giratoire à l'intersection de la rue du Barry avec l'avenue de Lascaux. L'îlot sera végétalisé. Les bus utiliseront ce giratoire afin d'accéder à l'aire de dépose aménagée en bordure de l'avenue de Lascaux, du côté du bâtiment. Le cheminement piéton demeurera parallèle au parking P1 pour limiter la distance parcourue par les visiteurs stationnés sur le parking P2.



Figure 211 - Requalification de la section 7 (Source : Conseil Général de la Dordogne)

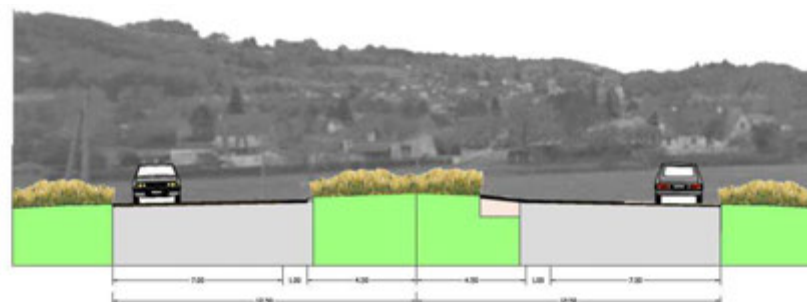


Figure 212 - Profil du futur giratoire à l'angle de l'avenue de Lascaux et de la rue du Barry (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Section 8 – rue du Barry- accès au parking p2

Le projet propose d'aménager la rue du Barry avec une voie de circulation douce pour piétons et cyclistes sur un trottoir distinct. Ceci aura pour effet de rendre la route à sens unique (en direction du bourg de Montignac).

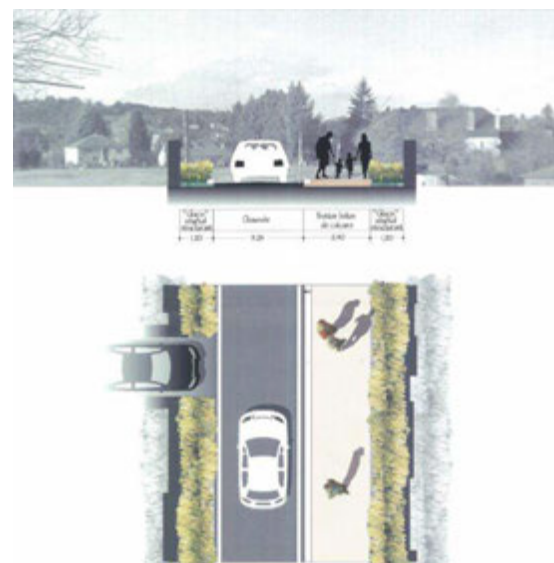


Figure 213 - Aménagement de la rue du Barry entre le CIAPML et le parking P2 (Source : Conseil général de la Dordogne)

La trame végétale n'est constituée que d'une essence : une graminée résistante à la sécheresse et ne nécessitant que peu d'entretien. Ce choix "mono spécifique" permettra de créer du lien spatial et une unité de perception forte, contre balançant la multitude des signes visuels.

Section 9 – rue du Barry parking – face parking p2

La rue du Barry redevient à double sens entre le P2 parking et le bourg de Montignac. La continuité de liaison piétonne se fera sur l'emprise du parking à l'arrière d'une trame végétale.

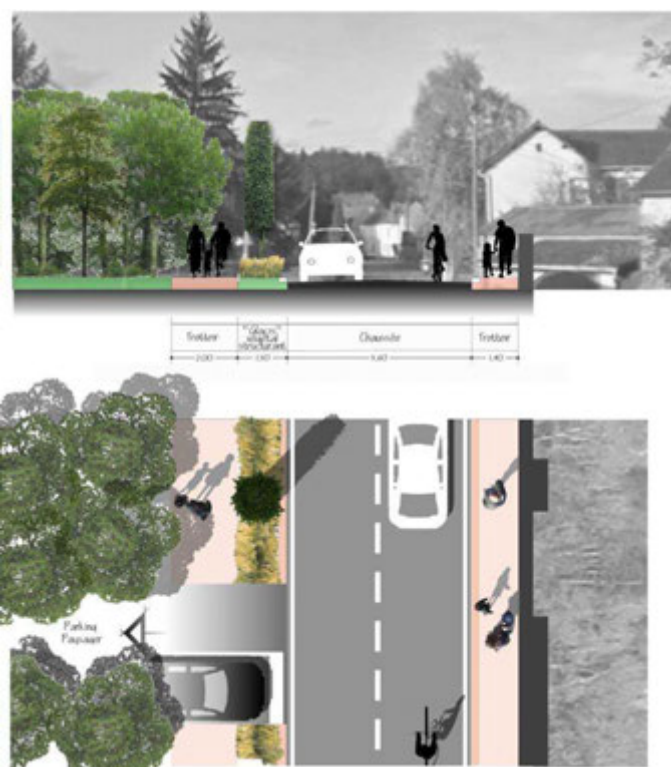


Figure 214 - Aménagement de la rue du Barry à l'embranchement du parking P2 (Source : Conseil général de la Dordogne)

Aménagement des réseaux viaires en dehors du site

Une réflexion sur le fonctionnement de ces aménagements avec les infrastructures de la commune a été menée par les services du Conseil Général de la Dordogne et de la Mairie de Montignac. Les pistes étudiées sont représentées sur la figure suivante.



Figure 215 - Aménagements étudiés (Source : Conseil Général de la Dordogne)

A proximité du projet, il est important d'évoquer les aménagements annexes non compris dans projet, sous maîtrise d'œuvre communale, mais qui sont la conséquence directe des besoins engendrés par le projet en termes de desserte routière. Il s'agit du réaménagement des sections 5 et 10 repérées sur le plan des requalifications de voiries :

Section 5 – avenue de Lascaux de la rue de la fontaine des Pères jusqu'à la voie communale du Regourdou

Le choix des matériaux et de la ligne paysagère s'inscrit dans la réflexion générale d'harmonisation et de sécurisation des voies du secteur pour tous les modes de transports. Ainsi ces aménagements se trouvent

réalisés dans la continuité de la section 6 desservant le CIAPML directement.



Figure 217 - Situation de la propriété bâtie à l'angle des rues de la Fontaine des Pères et du Barry (Source : Conseil Général de la Dordogne)

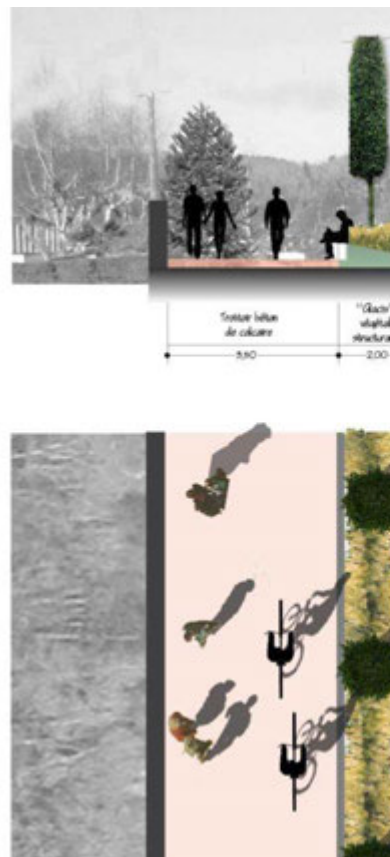


Figure 216 - Aménagement de l'avenue de Lascaux en dehors du périmètre du l'étude d'impact (Source : Conseil Général de la Dordogne)

Section 10 – rue de la fontaine des Pères

La propriété bâtie à l'angle des rues de la Fontaine des Pères et du Barry (parcelle cadastrée section AS n°550, en rouge sur la figure ci-contre) a été acquise par le Conseil Général afin de rénover la liaison actuelle vers le quartier urbanisé de la rue Emile Lajunias et de la plaine des sports, permettant également un accès vers la route de THONAC (RD 65). Cette acquisition rend possible la finalisation des aménagements urbains.

Cette intégration permet de conserver la circulation à double sens tout en aménageant et en sécurisant les abords.

Tous ces aménagements permettent de lier le CIAPML avec le centre-ville et les différentes aires de stationnement qui viendront suppléer les parkings P1 et P2 de manière cohérente.

Le périmètre de protection de la source de la Fageotte implique une création limitée d'emplacements de parking aux abords du site et permet *in fine* de préserver la perception visuelle sur la colline sanctuarisée.

Par conséquent, en addition du parking P1 et du parking P2, des aires de stationnements déjà existantes sont intégrées à la stratégie de globale de gestion des flux :

- **Le parking avenue de la gare (P3)** d'une capacité d'une centaine de places. Situé à proximité de la zone d'activités artisanales, il peut accueillir des transports collectifs tels que les autocars de tourisme. Ce parking se situe à environ 1,3 km des portes du CIAPML.
- **Le parking des Sagnes (P4)** dispose de 300 places. Il se situe sur la rive droite de la Vézère, en contre bas du Pont de la Paix et est actuellement sous-utilisé. Cette aire se situe à environ 1,3 km du CIAPML.

Ses aires ne sont pas destinées à être utilisées par les visiteurs mais elles peuvent suppléer aux aires P1 et P2 en cas d'affluence exceptionnelle. En revanche, ces aires accueilleront les autobus après que ceux-ci eurent déposé leurs passagers au CIAPML.

L'ensemble des parkings offre environ 800 emplacements. Les places situées en centre-ville sont majoritairement en zone temporaire bleue et destinées aux commerces de proximité du cœur de ville.

5. CADRAGE ENVIRONNEMENTAL

5.1 Gestion des eaux pluviales

Les bassins tampons paysagers permettent de minimiser le rejet des eaux pluviales vers les réseaux d'assainissement : le site du CIAPML se trouvant dans le périmètre de la source de la Fageotte, il n'est pas possible d'infiltrer ces eaux. Ces aménagements ont l'avantage de diminuer la pression sur la station d'épuration de Montignac en plus de protéger la ressource en eau potable de la commune.

De plus, cette réserve peut être exploitée pour les besoins des installations en eau en phase d'exploitation (ex : arrosage des espaces verts).

5.2 Gestion des déblais et des remblais

La stratégie de gestion des masses visant à harmoniser l'usage des déblais/remblais devrait permettre de réduire le coût financier et environnemental de la construction en évitant des opérations d'extractions et d'enfouissements ou des trajets de poids lourds.

Au vu des chiffres actuels, l'ensemble des remblais seront constitués à 64% de déblais qui seront tous exploités.

Plate-forme	Volumes (m ³)		Décapage
Décaissement	Total des déblais	Total des remblais	Volume (m ³)
Total général	28 374,86	44 569,66	17 579,47

Figure 218 - Tableau des volumes de déblais et de remblais (Source : ALTO Ingénierie)

5.3 Réglementation thermique

Les solutions techniques mises en œuvre permettent de respecter les différentes réglementations applicables pour ce projet :

- Pour les zones soumises à la RT 2012 (salle de restauration et bureaux au R+1), le gain énergétique est de 32,08% par rapport au coefficient de consommation d'énergie du bâtiment de référence.
- Pour les zones soumises à la RT 2005 (autres locaux, le gain énergétique est de 3,32%.

Le fac-similé et sa coque technique sont hors du champ de la réglementation thermique, compte tenu des exigences en termes de température et d'hygrométrie, qui relèvent du process.

5.4 Gestion des déchets

Les déchets engendrés par le fonctionnement du CIAPML seront triés et traités dans les filières adéquates de valorisation ou d'élimination. Par mesure conservatoire, le mode de tri retenu pour valider le dimensionnement des locaux déchets est plus poussé que la typologie du SICTOM :

- Les déchets en mélange (Déchets Industriels Banals (DIB))
- Les fermentescibles
- Les huiles alimentaires
- Les papiers
- Les cartons
- Les emballages plastiques
- Le verre
- Le bois (palette)
- Les métaux

Plus particulièrement concernant les biodéchets, leur tri avec garantie de valorisation est obligatoire compte-tenu des quantités engendrées. Ces biodéchets concernent :

- Les déchets végétaux (50 tonnes/an)
- Les déchets de restauration (8,1 tonnes/an)
- Les huiles végétales (2190 litres/an)

Une réduction du volume de déchets produits par broyage afin de créer du compost ou du paillage est envisagée.

Des moyens sont également mis en œuvre pour gérer les Déchets Dangereux (DD), les Déchets d'Équipement Électriques et Électroniques (D3E) et les Déchets d'Activités de Soins présentant des Risques Infectieux (DASRI).

5.5 Certification

Bien que le projet attache une grande importance à la gestion raisonnée des ressources et à l'environnement, le futur bâtiment ne fait pas l'objet d'une certification.

6. PHASAGE DU PROJET

Les travaux s'étaleront sur 509 jours. S'en suit une phase d'Assistance à Réception d'Ouvrage (AOR) de 84 jours et une phase d'essais de 60 jours.

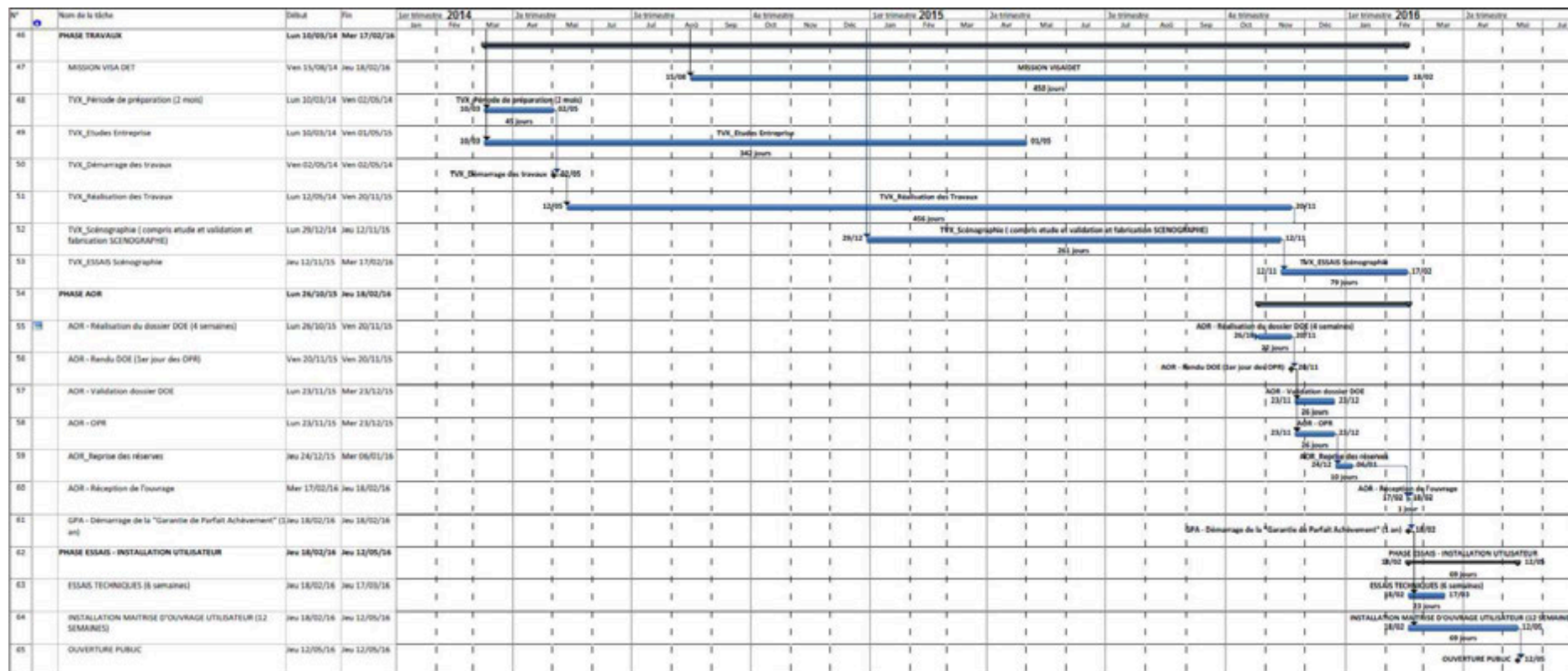


Figure 219 - Planning de la réalisation du projet (Source : SNØHETTA, VPEAS)

III – ANALYSE DES EFFETS NEGATIFS ET POSITIFS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET PRESENTATION DES MESURES ASSOCIEES

Pour des raisons de clarté du dossier, les parties 3 – *Analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires et permanents, à court, moyen et long terme, du projet sur l'environnement* – et partie 4 – *Mesures envisagées pour supprimer, réduire ou compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement* – ont été rassemblées : les mesures associées sont présentées et encadrées à la suite des impacts.

L'objet de cette troisième et quatrième partie est de préciser l'incidence du projet sur le milieu physique et naturel, le patrimoine, le paysage, le milieu humain, les risques, nuisances et pollutions ainsi que la salubrité, la sécurité et l'hygiène publiques tout en y associant des mesures d'accompagnement ou de compensation.

Les effets temporaires en phase travaux et permanents en phase d'exploitation apparaissent dans deux chapitres distincts au sein de cette même partie.

A noter que ces incidences ont été établies sur la base du projet défini en phase d'Avant-Projet Définitif (APD).

La proposition et la différenciation des mesures envisagées se sont faites en fonction des situations selon si elles contribuent à éviter, à réduire ou à compenser les impacts négatifs du projet sur l'environnement.

On entend par ordre chronologique :

- *mesure d'évitement ou de suppression*, une mesure conduisant à une modification du projet en vue de supprimer les effets négatifs sur l'environnement,
- *mesure de réduction ou d'atténuation*, une mesure visant à atténuer les incidences négatives sur un lieu et à moment donné,
- *mesure de compensation*, une mesure proposant des contre-parties censées compenser les effets négatifs du projet par une restauration ou création

Par ailleurs, l'analyse veille également à faire apparaître distinctement les mesures relevant du projet ayant conduit à sa définition, de même que les points relevant du respect de la réglementation.

1. PHASAGE ET ORGANISATION DU CHANTIER

■ Planning

La figure suivante présente le planning établi par l'OPC (Ordonnancement, Pilotage et Coordination). Le chantier sera réalisé en 1 phase s'étalant sur 24 mois. La livraison est prévue pour Mars 2016.

CRX Ouest, l'OPC du projet, a émis quelques hypothèses concernant le phasage du chantier :

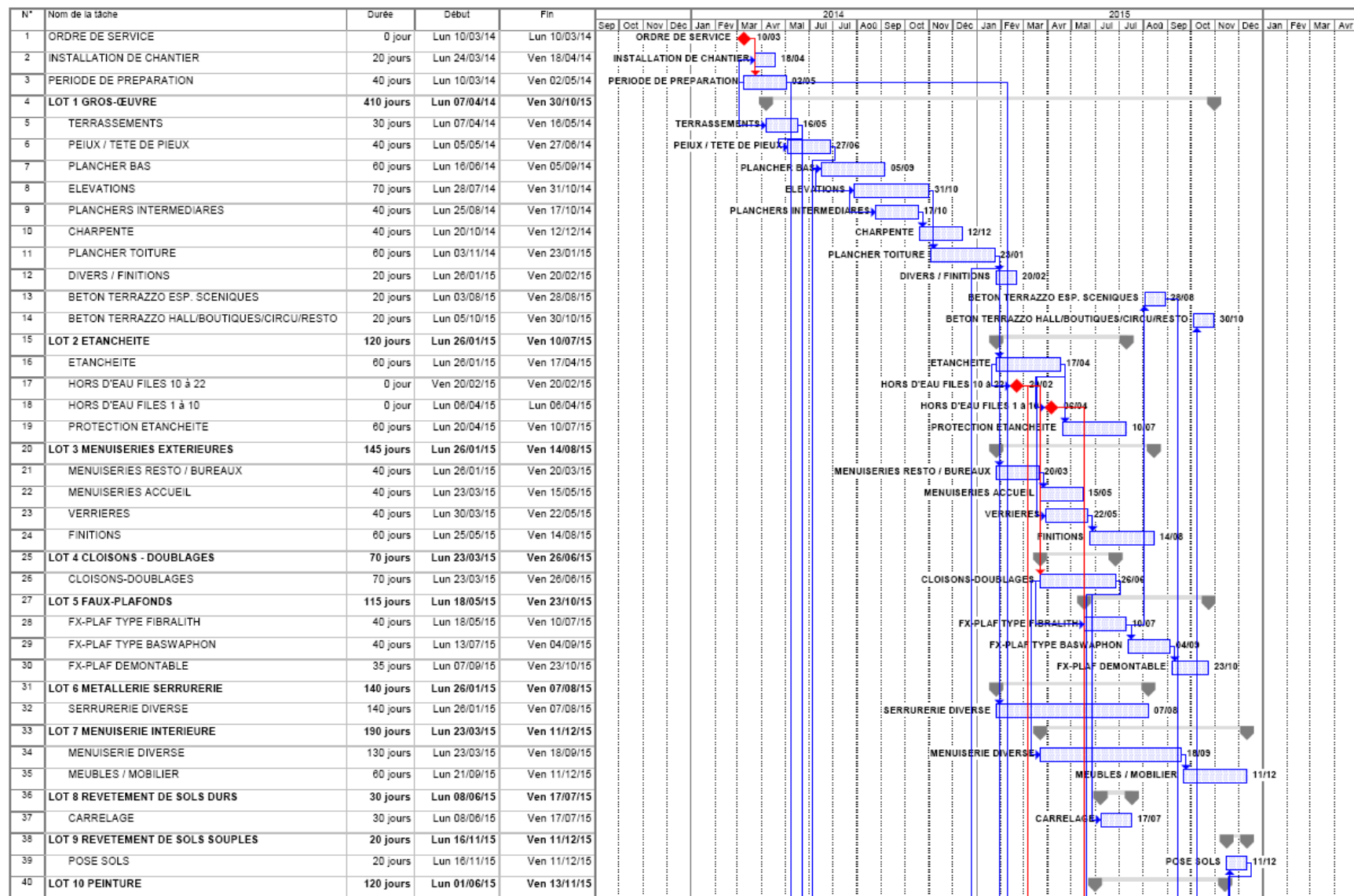
- Les voies de chantier, les abords des bâtiments et les aires de stockage seront stables et empierrés. La remise en état de ces zones sera à prévoir avant le début des aménagements extérieurs.
- Les zones de stationnement, la plateforme de la base vie et la voirie de circulation seront réalisées dès le démarrage des travaux. La remise en état de ces zones sera à prévoir en fin de chantier.
- Les moyens de levage estimés par l'OPC sont 3 grues à tour fixe et ponctuellement des grues mobiles selon nécessité.
- Dès la mise en place du pare vapeur, le raccordement des E.P intérieures devra être effectué. De plus, une étanchéité provisoire sera réalisée (protection des JD, etc), y compris la fermeture des trémies..
- Les entreprises devront prévoir le déplacement de la base vie et des containers en fin de chantier, afin de permettre la finalisation des aménagements extérieurs.

CENTRE INTERNATIONAL DE L'ART PARIETAL MONTIGNAC LASCAUX (CIAPML) ETUDE D'IMPACT



CRX OUEST
LE 19/05/2013
LASCAUX 4.001

CIAPML (LASCAUX 4) PLANNING ENVELOPPE



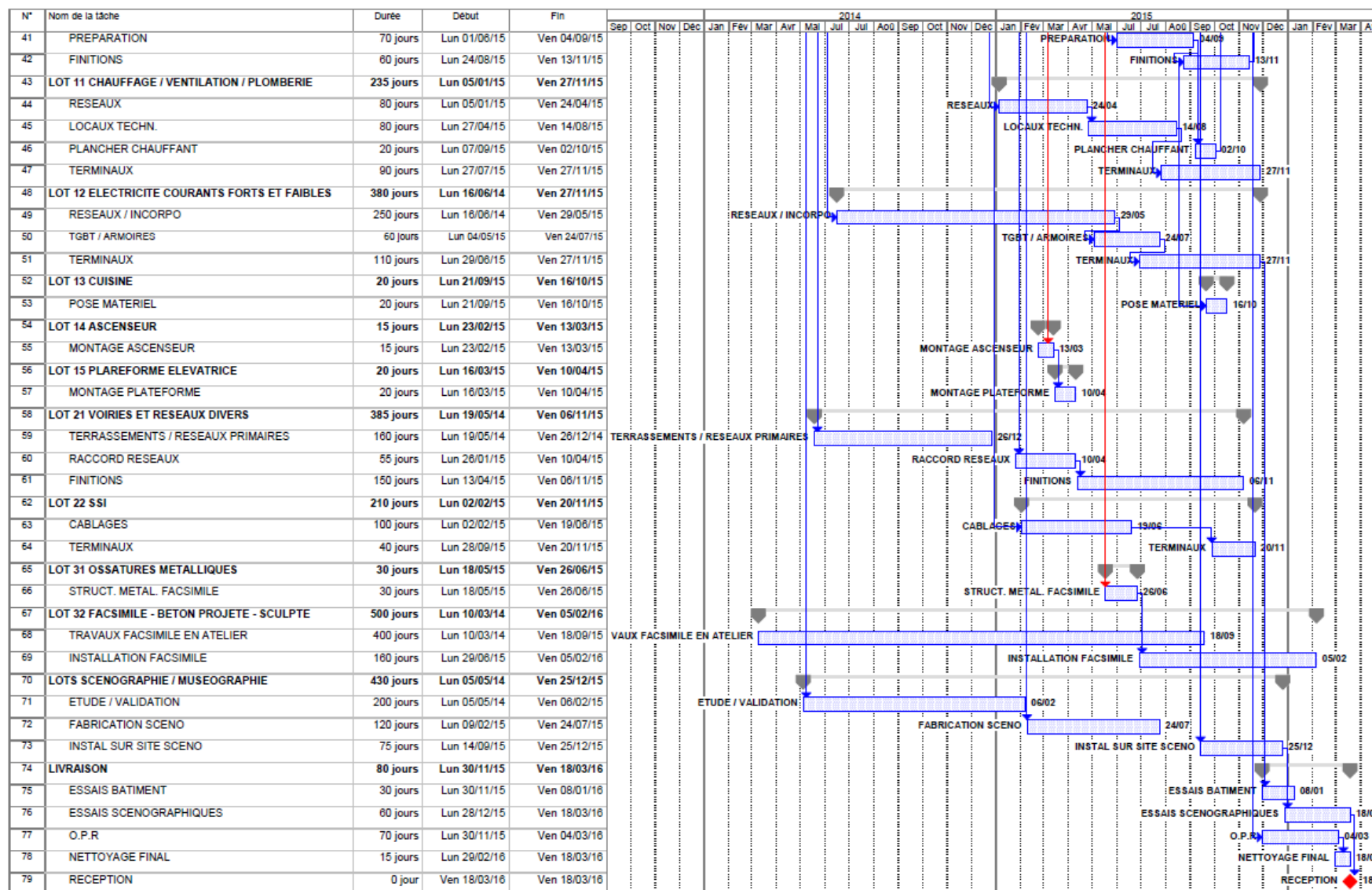


Figure 220 - Calendrier enveloppe des travaux (Source : CRX Ouest)

■ Organisation

Gros oeuvre

Il est à noter que la construction implique le recours à 3 grues. Ces grues ne sont pas supposées survoler le bois ni la zone humide repérée.

Charte chantier exemplaire

Une charte chantier exemplaire sera jointe à tous les lots du Dossier de Consultation des Entreprises. Les clauses environnementales intégrées obligeront les entreprises impliquées à prévoir :

- La gestion des déchets
- La gestion de l'eau (prélèvements et rejets)
- Un schéma de fonctionnement
- Un plan d'installation validé par la maîtrise d'ouvrage

En pratique, la mise en place de la charte impliquera une réunion de sensibilisation ainsi que des visites régulières sur site du bureau d'études EnviroC en charge de la rédaction de la charte. Vraisemblablement, toutes les deux semaines au début du chantier, puis une fois par mois.

Nuisances vis à vis de l'extérieur

Lors des travaux de VRD, terrassements, fondations et de gros oeuvre un intérêt particulier devra être porté à la voirie, un nettoyage quotidien par balayeuse est à prévoir si nécessaire.

Afin de ne pas polluer les voiries, une station de lavage des engins sera mise en place à la sortie du chantier.

■ Plan d'installation de chantier

Entrée/Sortie et voies de chantiers

L'entrée du chantier se fera sur l'avenue de Lascaux afin de limiter les nuisances vis-à-vis de la ferme de La Grande Béchade. La sortie s'effectuera sur l'avenue de Lascaux également.

Une entrée ainsi qu'une voie annexe seront réalisées pour des raisons de sécurité au départ du Chemin du Régourdou.

Les voies empierrées fermées grâce à une monocouche seront réalisées sur une géomembrane afin de canaliser les eaux ruisselantes.

Base de vie et parking chantier

Contrairement au souhait de l'avis de l'hydrogéologue agréé, il n'est pas possible d'installer la base de vie du chantier en dehors des périmètres de protection de la Source de la Fageotte. La base de vie aurait été trop éloignée du chantier. Par voie de conséquence, la base de vie du chantier ainsi que le parking chantier seront positionnés au lieu des futurs parterres agricoles, le long de l'avenue de Lascaux. Ceci permettra de connecter la base de vie aux réseaux (assainissement, électricité au tarif vert) au carrefour de l'avenue de Lascaux et du chemin du Régourdou. Ceci permet de l'éloigner du captage d'eau potable dans la mesure du possible.

Aires de stockage

Les aires de stockages seront réalisées sur des zones imperméabilisées permettant de recueillir les effluents en toute sécurité. La principale aire de stockage sera réalisée sur le futur parvis du CIAPML. Une seconde aire destinée au lot gros oeuvre sera installée entre le futur fac-similé et le futur giratoires. A cet endroit ne seront entreposés que des matériaux inertes destinés à la construction du fac-similé.

Protection de la Source de la Fageotte

Le risque d'une pollution est pris au sérieux. Outre les mesures qui seront décrites subséquentement, il est possible d'avancer les faits suivants :

- La fabrique du béton sera réalisée dans une zone étanchée. Le recours à une centrale à béton est prohibé
- L'entretien des engins se fera hors des périmètres de protection de la source.
- Les pleins de carburant seront réalisés dans une zone étanchée disposant d'une cuve avec filtrage : sur l'aire de stationnement ou de stockage munis d'un bassin décanteur.
- La zone de dépotage possédera une vanne fermée

L'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Aquitaine a approuvé ces orientations d'aménagement.

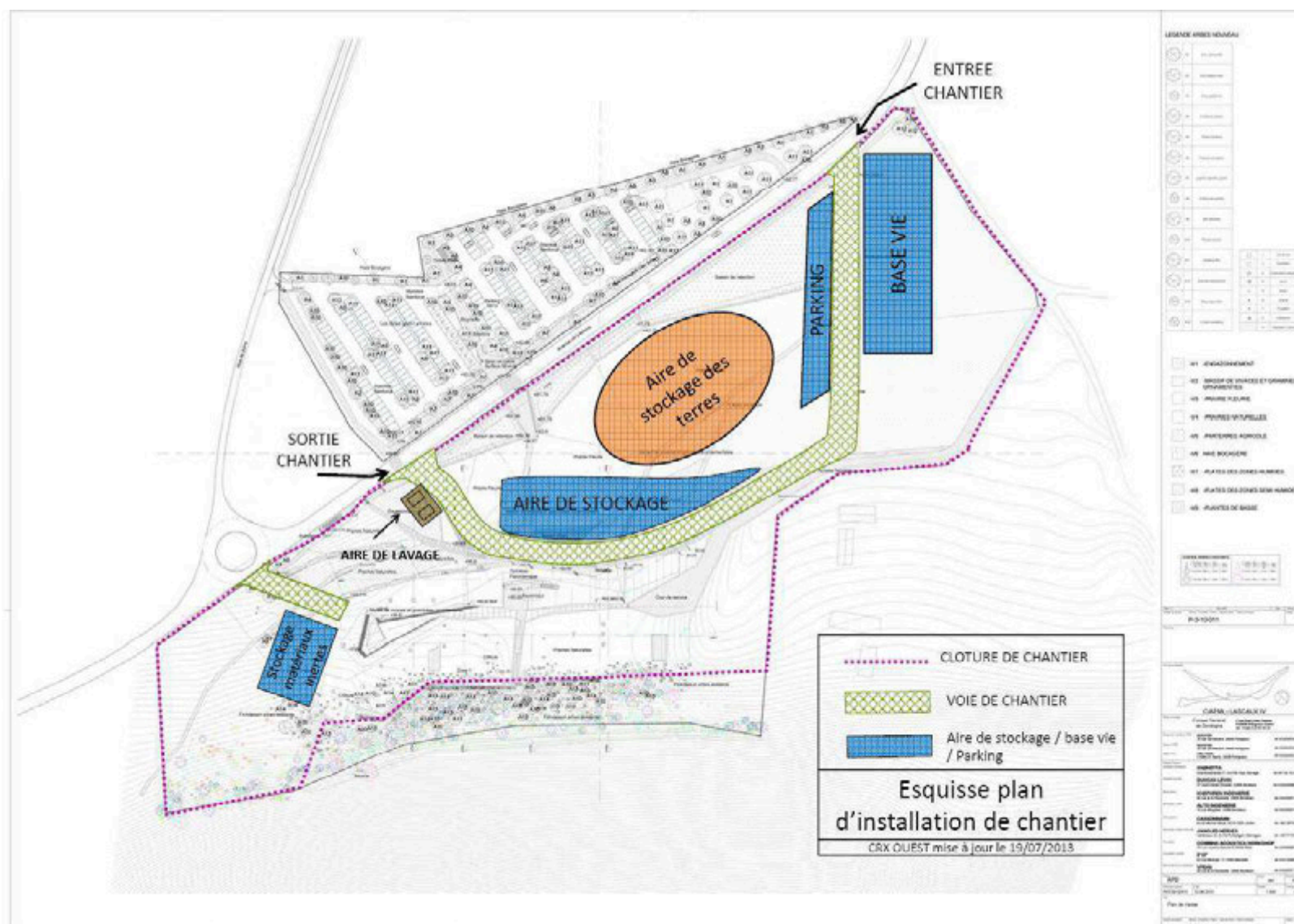


Figure 221 - Esquisse plan d'installation de chantier (Source : CRX OUEST, juillet 2013)

▪ **Défrichement**

Il interviendra préalablement aux terrassements.

Le projet fait l'objet d'une demande d'autorisation de défrichement. Le terrain concerné par la demande de défrichement correspond au projet de construction du CIAPML faisant l'objet d'un dépôt de PC. Il représente une surface totale de 53 065 m², il est cadastré en parcelles AV n°273, AV n°379, AV n°381, AV n° 383 et AV n°325.

La zone à défricher est actuellement occupée sur des terres agricoles en friches, située au pied de la colline de Lascaux. Elle concerne 209 m².

Les parcelles cadastrales concernées par la zone de défrichement sont :

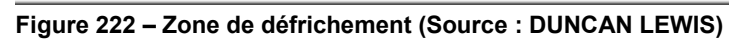
- AV N°381 :
Surface de la parcelle : 24 674 m²
Surface à défricher : 95 m²
- AV N°383
Surface de la parcelle : 7 856 m²
Surface à défricher : 114 m

22 arbres seraient concernés par le défrichement dont 15 feuillus et 7 conifères.

Dans le détail, d'Est en Ouest, les différents sujets appartiennent aux habitats naturels suivants (cf. carte des habitats naturels présentée précédemment) :

- 3 feuillus présents au sein de l'habitat naturel « Boisement mixte »
- 4 conifères présents au sein de l'habitat naturel « Fructicées »
- 3 conifères / 6 feuillus présents au sein de l'habitat naturel « Fourrés de saules »
- 2 feuillues présents au sein de l'habitat naturel « Fourrés de saules »
- 2 feuillues présents au sein de l'habitat naturel « Fourrés de saules »
- 2 feuillues présents au sein de l'habitat naturel « Pelouses calcaires sub-atlantiques »

Le défrichement de la zone sera réalisé par les services du Conseil Général de la Dordogne, entre janvier et mars 2014, évitant ainsi les périodes de nidifications et de reproduction des espèces.



2. IMPACTS ET MESURES LIES A LA PHASE DE CHANTIER

En préambule, il est nécessaire de rappeler les précautions formulées au sein du rapport de l'avis de l'hydrogéologue, à savoir :

« Le chantier devra être conduit de façon à limiter le plus possible le risque d'épandage accidentel d'hydrocarbures :

- l'aire de vie du chantier sera prévue hors du PPR de la source de la Fageotte ;
- l'approvisionnement en carburant et l'entretien des engins se fera hors du site ;
- un kit de lutte contre les pollutions par hydrocarbures devra être présent sur site ;
- dans la mesure du possible, les engins de chantier seront électriques ;
- les entreprises retenues seront informées des contraintes liées aux périmètres de protection de la source qu'ils devront intégrer dans leur plan de prévention des risques environnementaux. »

Par ailleurs, un suivi spécifique de la qualité de l'eau de la source sera mis en œuvre :

- suivi en continu de la turbidité
- analyse quotidienne des hydrocarbures totaux, de la DCO et de la conductivité.

Le chantier sera soumis à une charte Chantier exemplaire, initiative impulsée par le Conseil Général de Dordogne. Cette initiative assure un suivi des nuisances liées au chantier et leur remédiation dans l'esprit d'une démarche d'amélioration continue.

2.1 Analyse des effets sur le milieu physique et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les impacts sur le milieu physique du projet.

■ Analyse des effets sur le climat

L'utilisation d'engins de chantier et de systèmes énergétiques engendrera des émissions temporaires de Gaz à Effets de Serre (GES) en quantités difficilement identifiables.

■ Analyse des effets sur la topographie

La topographie du site d'étude sera modifiée en phase de travaux. Le remodelage du site nécessitera d'importants mouvements de terres :

- 28 375 m³ de déblais
- 44 570 m³ de remblais

L'équilibre déblais/remblais est déficitaire. Des terres permettant le remblaiement devront être acheminées au chantier. Elles représenteront 36% des remblais, soit environ 16 000 m³.

Les terrassements comprennent :

- Les déblais pour la construction du bâtiment, des bassins d'eaux et la mise en place des réseaux
- Les remblais pour la construction des parkings P1 et P2 et la mise à niveau des voies piétonnes

Une **gestion optimisée des remblais/déblais** permettant de stocker sur site les matériaux réutilisables en remblais, et ainsi limiter les apports de matériaux extérieurs ou la mise en dépôt des déblais excédentaires.

Ce reprofilage global des terrains permettra une meilleure insertion des aménagements et des constructions dans le site. Néanmoins, l'incidence de ces aménagements sera relativement perceptible sur la topographie générale du site.

On note que 62% des déblais correspondent au décapage du terrain et seront utilisés pour les modelés paysagers.

La transformation du relief du terrain pourrait conduire à une modification des écoulements des eaux.

Mesure d'atténuation au regard de la topographie :

Elle porte sur :

- Mise en place de pistes de chantier comprenant une **géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source** (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...)

▪ **Analyse des effets sur la géologie et la géomorphologie**

La circulation des engins sur l'emprise du chantier aura pour effet le **tassement des sols, induisant potentiellement un accroissement des ruissellements ce qui favorisera l'érosion des sols**. Ceci pourra conduire à restreindre la croissance des racines, la capacité de stockage de l'eau, la fertilité, l'activité et l'équilibre biologiques.

La mise en place des différents réseaux souterrains est susceptible d'occasionner une **modification des couches superficielles**.

La probabilité d'occurrence de ces impacts reste faible.

L'utilisation pour les **réseaux d'éléments neutres** du point de vue des couches géologiques, ne s'effritant pas, dont le potentiel de corrosion est privilégié pour ne pas influencer les phénomènes physiques, chimiques et biologiques qui ocurrent dans le sous-sol.

▪ **Analyse des effets sur l'hydrogéologie**

Les impacts de la phase de chantier sur l'hydrogéologie locale sont intimement corrélés aux impacts sur l'état et l'usage des eaux souterraines.

Cette thématique est donc traitée conjointement à l'analyse des effets sur l'état et l'usage des eaux souterraines.

▪ **Analyse des effets sur l'hydrologie**

L'imperméabilisation des terrains naturels constitue un impact temporaire. Il est limité aux aires de chantier en phase travaux.

Le chantier du projet pourrait avoir pour effet de modifier le comportement des écoulements des eaux de ruissellement.

Mesure d'atténuation au regard de l'hydrologie :

Elle porte sur :

- Mise en place de pistes de chantier comprenant une **géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source** (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...)

▪ **Analyse des effets sur l'état et l'usage des eaux souterraines**

Pour mesurer l'impact sur l'état des eaux souterraines et superficielles, il convient de considérer l'aspect qualitatif et l'aspect quantitatif.

Aspect qualitatif

Les terrassements et affouillements nécessaires à la mise en place de la voirie et des constructions ne sont pas de nature à avoir un effet durable sur la qualité des eaux souterraines.

Il y a cependant un risque de mobilisation de matières en suspension dus à la déstabilisation des argiles et sables susceptibles d'être présents dans les conduits karstiques alimentant la source, suite aux vibrations générées par le chantier ou suite aux fouilles atteignant l'aquifère.

Les risques vis-à-vis de la ressource en eau souterraine, lors de la phase des travaux, sont également liés :

- aux installations de chantier : risques de pollution par rejets directs d'eaux de lavage, d'eaux usées...,
- aux risques de pollution par une mauvaise gestion des déchets de chantier,
- aux produits polluants susceptibles d'être manipulés ou stockés (hydrocarbures, peintures...) sur des aires annexes,
- aux incidents de chantier (lors de l'approvisionnement en hydrocarbures, en cas de fuites d'engins...).

Aspect quantitatif

Aucun effet notable et durable ne semble être à signaler. **Le chantier représente cependant un besoin en eau significatif.**

Mesures au regard de l'état et de l'usage des eaux souterraines:

Aspect qualitatif

Elles portent sur :

- **la canalisation des eaux de ruissellement** afin d'empêcher leur écoulement vers les zones d'affouillements
- Engagement des entreprises à effectuer un contrôle de la qualité des eaux de la source de la Fageotte avant le chantier puis des contrôles hebdomadaires par un laboratoire indépendant et agréé ou par le laboratoire d'analyses départemental. Le Conseil Général effectuera ses propres contrôles de manière inopinée. En cas de dépassement des seuils prévus, les entreprises du chantier seront en charge de la dépollution.

Du fait de la vulnérabilité du milieu en raison de la présence du captage d'Alimentation en Eau Potable (AEP), tout risque doit être évité. Ces mêmes mesures seront appliquées par le personnel en charge du chantier pour préserver les eaux superficielles :

- **utiliser un type de béton** permettant une prise suffisamment rapide des fondations pour ne pas être entraîné avec les eaux de ruissellement ou d'infiltration
- **défricher sans l'aide de produits phytosanitaires**
- **informer les entreprises** retenues à propos des contraintes liées aux périmètres de protection de la source qu'ils devront intégrer dans leur plan de prévention des risques environnementaux.
- **sensibiliser l'ensemble du personnel** et de l'encadrement aux questions environnementales. Ceci sera effectué par l'intermédiaire d'EnviroC, en charge de la mise en place de la charte « chantier exemplaire ».

En cas de présence de karst avérée, **les pieux devront être déplacés ou être arrêtés avant la couche concernée** (suivant la descente de charges, **il faudra privilégier l'augmentation du diamètre plutôt que la longueur**

du pieu), afin de ne pas risquer d'injecter du béton dans un conduit participant à l'alimentation de la source,

▪ **Analyse des effets sur l'état et l'usage des eaux superficielles**

Pour les eaux superficielles, les aspects qualitatifs et quantitatifs ont été pris en compte également.

Aspect qualitatif

Les eaux de surface peuvent être menacées par **des ruissellements d'éléments fins, des rejets d'émulsifiant ou d'autres déversements accidentels.**

L'érosion des sols et les chantiers constituent une source importante de matière en suspension. Cette pollution est généralement minérale et inerte. Elle contient parfois des agents actifs tels que le goudron.

Aspect quantitatif

Aucun effet notable et durable n'est à signaler.

Mesure d'atténuation au regard de l'état et de l'usage des eaux superficielles :

Elle porte sur :

Aspect qualitatif

- mise en place de pistes de chantier comprenant une **géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source** (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...

2.2 Analyse des effets sur le milieu naturel et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les impacts sur le milieu naturel du projet durant la phase de chantier. Cette partie a été alimentée par les données de l'inventaire faune-flore d'ETEN Environnement (juin 2013).

■ Analyse des impacts directs sur les milieux naturels

Destruction définitive d'habitats naturels

Treize types habitats anthropiques et naturels ont été identifiés lors des inventaires de terrain, dont un habitat d'intérêt communautaire prioritaire.

Le projet aura un impact sur un habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire, les pelouses sèches semi-naturelles à Orchidées.

Dans le détail, huit habitats naturels sont présents au sein de l'emprise du projet. La création des deux parkings et du centre entraînera la destruction de 2 habitats naturels à enjeux très faible et faible présentés ci-dessous :

- Zones rudérales (1,88 ha)
- Prairies améliorées (5,17 ha)

Les habitats à enjeux modérés et/ou forts ne seront impactés que partiellement, et par des aménagements connexes tels que des plantations (pas d'urbanisation sur ces secteurs). Cinq habitats sont concernés :

- Prairies mésophiles (0,45 ha)
- Fourrés de Saules (0,045 ha)
- Fruticée (0,07 ha)
- Pelouses sèches semi-naturelles (0,31 ha), dont 620 m² de pelouses sèches semi-naturelles à Orchidées (pour un total de 0,15 ha)
- Prairie humide (0,042 ha)

Les habitats impactés ont des enjeux très faibles à forts. Les surfaces concernées par ces habitats à enjeux forts sont relativement importantes (41% de l'aire de l'habitat d'intérêt communautaire prioritaire).

L'incidence du projet sur les habitats naturels est ainsi considérée comme modérée.

Destruction définitive des zones humides

Une zone humide a été identifiée au sein de l'aire d'étude et de l'emprise projet. Cette zone humide est composée de fourrés de Saules et de prairie humide, et correspond à la zone de ruissellement de la source de la Haute Fageotte. Cette dernière n'est cependant pas touchée. Cette zone humide présente au sein de l'emprise aménagée sera impactée par le projet sur une surface de 873 m² (soit 0,087 ha), dont :

- 449 m² de saulaie humide (partie aval),
- 424 m² de prairie humide (située en contrebas de la saulaie).

Ainsi, l'impact du projet sur la destruction directe des zones humides est modérée.

Destruction de la flore

La réalisation du projet aura pour conséquence la destruction directe et définitive de la flore présente au droit de l'emprise du projet.

Compte tenu de la présence de flore patrimoniale sur l'emprise du projet (Orchidées au niveau des pelouses sèches semi-naturelles), l'impact du projet est modéré.

Destruction définitive d'habitats d'espèces

La disparition des espaces de végétation, (ronciers, haies, friches, ...) diminue la surface d'habitat des espèces qui y sont inféodées. Cela peut entraîner la disparition des espèces à petits territoires (micromammifères, oiseaux, reptiles...).

L'emprise du projet est néanmoins peu favorable aux espèces, étant donné qu'elle est essentiellement composée de zone rudérale et de prairies améliorées. Aucune espèce patrimoniale n'a d'ailleurs été identifiée sur le site, hormis la Salamandre tachetée dont des gîtes terrestres potentiels sont susceptibles de se trouver au niveau de la saulaie humide. Cette espèce est néanmoins très commune localement, régionalement et nationalement. De plus, son habitat n'est pas protégé

(article 3). Le Milan noir en chasse sur le site pourra se reporter sur les milieux adjacents pour s'alimenter.

L'incidence du projet sur les habitats d'espèce est considérée comme très faible.

Destruction temporaires d'habitats naturels et d'habitats d'espèce

L'emprise des travaux se limitera à l'emprise du projet sur les zones de construction ou de terrassement. Ainsi, aucune destruction temporaire d'habitat n'est à prévoir.

Mortalité des individus

En phase travaux, les activités qui engendrent une mortalité directe d'individus sont les travaux de retournements de prairies, les défrichements, la destruction d'habitats d'espèces.

L'emprise du projet est néanmoins peu favorable aux espèces, étant donné qu'elle est essentiellement composée de zone rudérale et de prairie améliorée. Ce risque concerne uniquement la biodiversité commune mais également l'habitat d'espèce potentiel de la Salamandre tachetée (gîtes terrestres dans la saulaie humide).

Les risques de mortalité directe sont considérés comme faibles pour les espèces, hormis pour la Salamandre tachetée où le risque est modéré. Des mesures d'atténuation sont préconisées pour limiter ce risque.

▪ **Analyse des impacts indirects sur les milieux naturels**

Perturbation des activités vitales des espèces faunistiques

En phase travaux, il est probable que l'activité anthropique ait une influence non négligeable sur la faune présente.

Le chantier est source de pollution :

- Visuelle : émissions lumineuses, circulation permanente d'engins,...
- Auditive : les déplacements d'engins de chantier, le défrichement, les déplacements de matériaux, l'utilisation d'outils bruyants...

sont de sources de dérangement importantes de la faune et en particulier de l'avifaune

- Olfactive : pose de bitume, gaz d'échappement,...

Les espèces seront donc perturbées :

- Dans leur déplacement en quête de nourriture
- Dans leur phase de repos (Oiseaux en particulier)
- Dans leur phase de reproduction

Le Milan noir sera très faiblement impacté par ces nuisances : il se reportera très facilement sur des milieux adjacents. La Salamandre tachetée, pour sa part, connaîtra plus d'impacts directs qu'indirects. De ce fait, ce type d'impact est considéré comme faible et ne concernera que la biodiversité commune qui vit aux alentours du projet.

▪ **Analyse des impacts liés au défrichement**

Compte tenu de la superficie limitée du site concerné par le défrichement (209 m² sur les 53 065 m²), de la faiblesse du nombre de sujets concernés (22) et des essences concernées (feuillus, résineux), **l'impact du défrichement est considéré comme étant faible.**

Il est possible que le défrichement de la zone participe à l'érosion des sols mais cet impact est mineur.

Mesures au regard de l'environnement naturel :

Elles portent sur :

Mesures de réduction concernant la destruction d'un habitat d'intérêt communautaire prioritaire et la flore

Compte tenu du caractère répandu des espèces d'orchidées découvertes aucune mesure de transplantation provisoire ou définitive n'est prévue.

Mesures de réduction sur la zone humide et la Salamandre

La surface totale des habitats humides sur l'aire d'étude étant de 1 340 m², la surface de zone humide évitée est donc de 467 m² (soit 35 % du total des habitats humides ou encore 51 % de la saulaie). Cette surface conservée correspond à la partie de la saulaie la plus proche de la source

(partie amont), soit la plus intéressante d'un point de vue de l'hygrométrie. C'est sur cette partie la plus humide que les chances de trouver des gîtes potentiels de Salamandre sont les plus élevés, étant entendu que le gradient d'humidité va décroissant d'amont en aval.

La première mesure à mettre en place consistera à une stricte limitation de l'emprise du chantier. Ainsi, une bande tampon de seulement 2 mètres devra séparer l'habitat préservé de la rampe d'accès à la grotte au droit du niveau n°2. Cette bande tampon mettra le nouveau bâtiment à une distance minimale de 24 mètres depuis la source de la haute-Fageotte.

Sur le chantier, une clôture sera installée afin de matérialiser la limite à ne pas franchir, au-delà de laquelle la zone humide connaît un gradient d'hygrométrie plus fort (à proximité de la source).

La figure ci-après permet de visualiser la mesure à mettre en place.

Cette première mesure ne permet que de diminuer l'impact sur l'habitat humide, pas sur les individus protégés de Salamandre. Aussi, afin d'éviter tous risques de mortalité directe d'individus (risque évalué à modéré précédemment), il est préconisé la mise en œuvre d'une mesure originale : faire se reporter les Salamandres de manière naturelle vers les boisements et la zone humide préservée.

Les travaux à mener afin d'aboutir au résultat escompté sont les suivants :

- Intervention anticipée et appuyée de rabattement de la végétation au droit de l'emprise des travaux (Saules et Ronces), par le biais d'un opérateur équipée d'une tronçonneuse et d'une débroussailleuse. Cette opération évitera les engins lourds, susceptibles d'écraser les gîtes occupés. La végétation sera rabattue à une hauteur maximale de 15 cm, les rémanents seront évacués (on ne les laissera pas sur site) et les racinaires seront conservés ;
- Les troncs, blocs et grosses pierres seront déplacés en dehors de l'emprise de chantier ;
- A l'issue de cette période, les travaux de terrassements pourront commencer.

Le terrain sera laissé en l'état pendant un minimum d'un mois afin de dissuader les individus de revenir vers leurs gîtes d'origine lorsqu'ils sortent pour s'alimenter ;

Ces mesures permettront de diminuer le risque d'impact des travaux sur les individus de Salamandre de modéré à faible.

Mesures de réduction concernant le phasage des travaux

Afin de limiter l'impact sur les activités vitales des espèces, et en particulier sur la reproduction des espèces d'oiseaux identifiées sur le secteur (même s'il s'agit d'espèces communes), **un phasage des travaux peut être mise en place.**

Il est donc préconisé de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction et d'envol, c'est-à-dire qu'il est préconisé de réaliser les travaux de défrichage entre septembre et mars.

Cette mesure, qui ne revêt pas de caractère obligatoire pour les porteurs de projet, sera significativement profitable aux espèces communes qui nichent ou qui sont susceptibles de nicher en périphérie de l'emprise du projet. Le calendrier proposé ne prévoit pas d'interdictions de démarrer les travaux en hiver du fait de la présence d'oiseaux hivernants. Les espèces présentes sont en effet très communes et ne nécessitent pas de précautions particulières. Elles se reporteront très facilement sur les milieux naturels et anthropiques adjacents.

Les impacts avant la mise en œuvre de mesures sont modérés à faibles.

Par ailleurs, il peut être admis la destruction d'une partie de la zone humide, moyennant deux des mesures préconisées, à savoir une stricte limitation de l'emprise du chantier et un report naturel des Salamandres vers leur habitat de prédilection (en effet, seul l'individu de Salamandre est protégé, pas son habitat : article 3 de l'arrêté du 19 novembre 2007).

Les autres mesures de réduction permettent aussi de limiter les impacts. Aucune mesure de compensation n'est ainsi nécessaire.

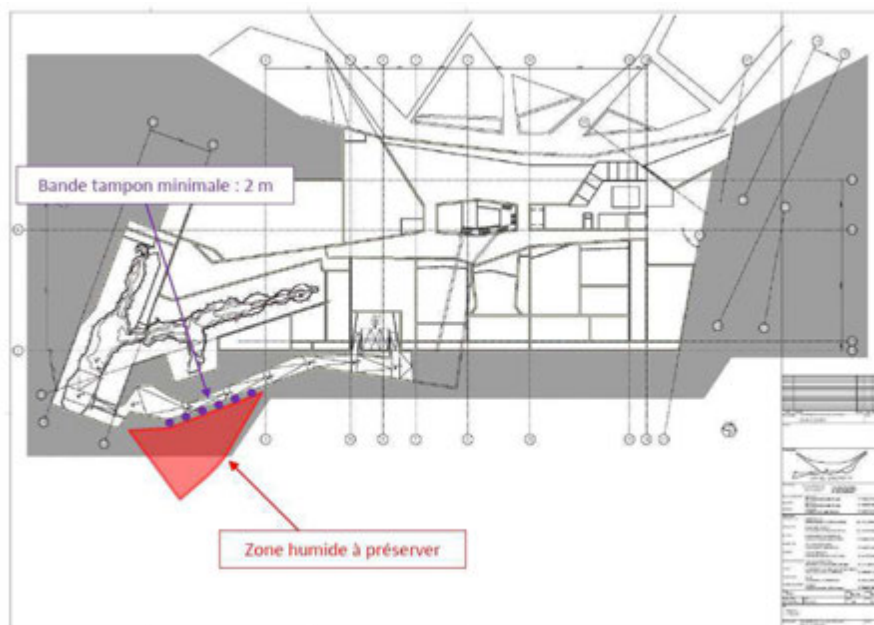


Figure 223 - Mesure de limitation de l'emprise du chantier vis-à-vis des zones humides (Source : ETEN Environnement)

■ Analyse des incidences sur les sites Natura 2000

Seul un site Natura 2000 est présent à proximité du projet « Vézère » FR7200668.

Ce site d'intérêt communautaire est localisé à 410 m du site d'implantation du projet et est séparé de ce dernier par de l'urbanisation. Aucun lien hydrographique n'existe entre le projet et le site Natura 2000. Les impacts potentiels du projet sont ainsi uniquement liés au rejet des eaux pluviales.

Que ce soit en phase travaux ou en phase exploitation, l'ensemble des eaux pluviales issues du projet seront traitées puis rejetées dans le réseau d'eaux pluviales de la commune.

Le projet n'a ainsi aucune incidence sur les sites Natura 2000.

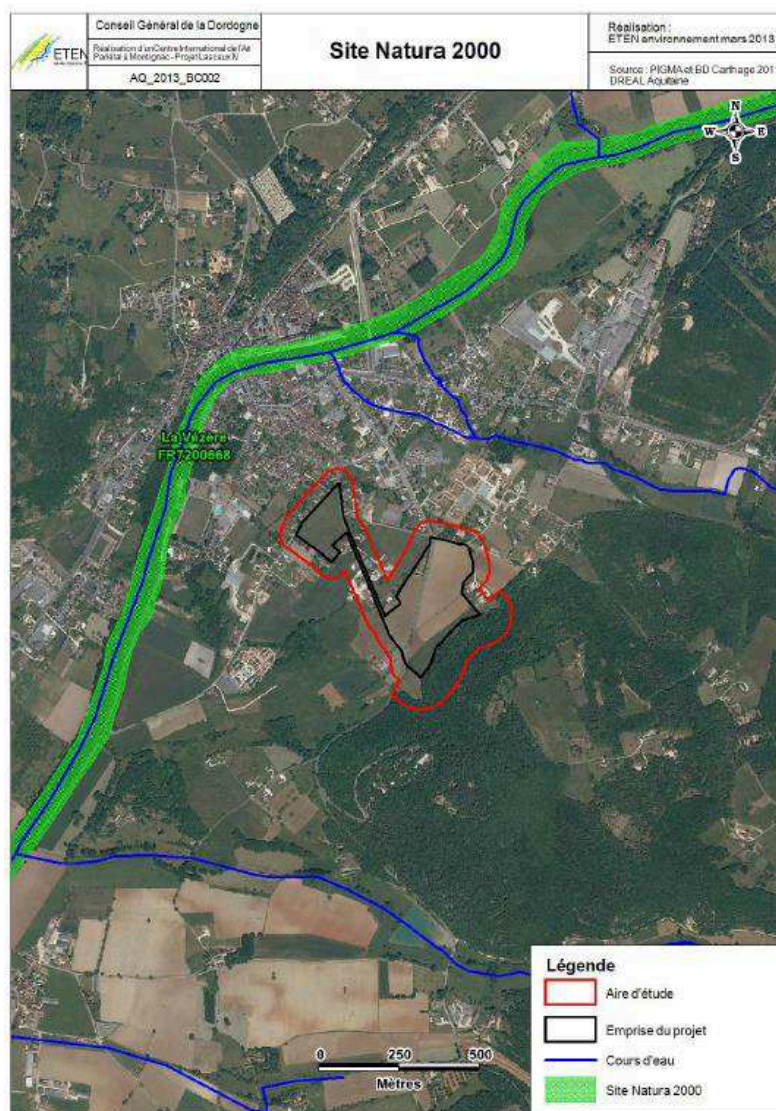


Figure 224 - Localisation du site Natura 2000 au regard du projet (Source : ETEN Environnement)

2.3 Analyse des effets sur le patrimoine et le paysage et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les incidences du projet sur le patrimoine et le paysage.

■ Analyse des effets sur le patrimoine

Sites archéologiques

Des sites archéologiques ont été recensés au sein du périmètre de la zone d'étude. Des fouilles archéologiques ont permis de mettre à jour les vestiges présents dans la zone mais il est possible que certains éléments archéologiques puissent être découverts lors des opérations de terrassement au niveau du site du CIAPML. En effet, le gisement du Régourdou est reconnu pour être une source foisonnante d'objets tels que du mobilier gallo-romain (1^{er} siècle après J.C.) découverts au Nord du périmètre du CIAPML. En cas de découverte, la planification des travaux pourrait être impactée, induisant un allongement des délais.

Aucune interaction avec des vestiges archéologiques n'est attendue au niveau du parking P2 et de la partie Nord de la rue du Barry intégrée au périmètre d'étude.

Cependant, en cas de découverte de vestiges archéologiques fortuite, le Maître d'Ouvrage informera sans délai le Ministère des Affaires Culturelles (loi du 27 Septembre 1941).

Monuments Historiques

Les monuments historiques présents correspondent aux gisements archéologiques évoqués ci-dessus avec en premier lieu la grotte originale de Lascaux, ainsi que les monuments historiques du centre-ville.

Ce patrimoine ne semble pas être menacé par le chantier situé à plusieurs centaines de mètres de ces monuments.

Sites inscrit/classé, classement UNESCO et Label Grand Site de la Vallée de la Vézère

En phase de travaux, aucune incidence n'est à prévoir. Les impacts éventuels seront formulés en phase d'exploitation.

▪ **Analyse des effets sur le paysage**

Les effets sur le paysage sont liés à :

- l'artificialisation partielle du site actuellement agricole
- le stockage sur site des déblais et des matériaux de construction
- la présence d'engins de chantier et de superstructures

L'activité engendrée par le chantier et la fréquentation du lieu par diverses machineries dénaturera temporairement le paysage de la Colline de Lascaux. Les travaux occasionneront une nuisance visuelle pour les riverains.

Les terres en jachère participant au caractère agricole du lieu vont disparaître.

Le respect du périmètre du projet et une vigilance particulière vis-à-vis des sous-bois de la Colline de Lascaux permettront d'éviter tout effet permanent sur le paysage.

2.4 Analyse des effets sur le milieu humain et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les incidences du projet sur le milieu humain.

▪ **Analyse des effets sur le voisinage et les usagers**

Des nuisances sonores, des émissions atmosphériques et lumineuses ainsi que des vibrations engendrées par les travaux et la modification de la circulation aux abords du projet risquent **d'incommoder le voisinage (habitations présentes le long de la rue du Barry, du futur parking P1 et P2, de la Grande Béchade)**, de manière intermittente en fonction de la planification de la construction.

Actuellement, les riverains sont soumis à des difficultés de circulation consécutives à l'affluence estivale à la grotte de Lascaux II.

Un arrêté municipal sera mis en place de manière à ne pouvoir réaliser les travaux qu'entre 7h et 20h.

Les terrassements n'étant pas réalisés en saison estivale, la possibilité de nuisances dues à la poussière apparaît limitée. Concernant la circulation d'engins, la poussière n'est également pas une problématique de premier plan : les voies seront empierrées et fermées via l'utilisation d'une mono-couche. Ceci permet de faire passer une balayeuse ponctuellement. Un arrosage ponctuel des pistes de chantier reste possible.

Mesures d'atténuation au regard du voisinage et des usagers :

Au vu de la localisation des habitations les plus proches, des mesures sont indispensables pour garantir la sécurité des riverains et réduire la gêne occasionnée durant les travaux.

Elles portent sur :

- **l'implantation des installations de chantier et du matériel bruyant** à l'écart des zones habitées
- **l'arrosage ponctuel en cas de terrassement par temps sec** afin d'éviter la mise en suspension dans l'air de poussières.
- **l'information régulière des riverains du déroulement du chantier**

▪ **Analyse des effets sur l'emploi et les activités économiques**

En phase de chantier, le projet occasionnera les impacts suivants :

- **la création d'emplois directs liés aux besoins du chantier**
- **l'augmentation de la fréquentation des commerces locaux**

Ces impacts ne sont pas significatifs car il s'agit d'emplois non pérennes.

Les impacts sur les activités économiques seront bénéfiques et corrélés aux besoins en main-d'œuvre et en matériaux.

- **Analyse des effets sur le développement de l'urbanisation**

Aucun impact sur le développement de l'urbanisation n'est attendu en phase de chantier.

- **Analyse des effets sur les déplacements**

Les tronçons de l'avenue de Lascaux et de la rue du Barry compris dans le périmètre d'étude feront l'objet de profonds aménagements. Une gêne est susceptible d'être occasionnée aux riverains du fait de l'emprise du chantier et des flux d'engins qu'il implique.

Tout au long du chantier, on note le **maintien de l'accès aux véhicules de secours** ainsi que le **maintien de l'accès à l'école, à l'EPHAD, à l'entreprise de maçonnerie située rue du Barry et au site de Lascaux II.**

Les itinéraires des engins de chantier ont été pensés afin de limiter la gêne occasionnée sur les axes en liaison avec le projet.

- **Analyse des effets sur les réseaux**

Les incidences sur les réseaux sont significatives. Les aménagements contribueront à parfaire l'équipement de la commune. L'aménagement des réseaux pourra temporairement perturber la distribution de l'électricité, de l'eau potable et des réseaux de télécommunications.

Ces effets ne sont pas bloquants pour le projet et constituent des contraintes habituelles liées à la réalisation d'un chantier. Les riverains seront informés en cas de coupure de réseaux.

2.5 Analyse des effets sur les risques, nuisances et pollutions et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les incidences sur les risques naturels et technologiques, l'environnement sonore, la qualité de l'air, l'environnement lumineux, la qualité des sols et des masses d'eaux et la gestion des déchets

- **Analyse des effets sur les risques naturels**

Mouvements de terrain

La circulation des engins de chantiers n'est pas de nature à augmenter ce risque sachant que le terrain a déjà connu le passage de nombreux engins lourds agricoles.

Cavités souterraines naturelles

A la lumière de la géologie du site du parking P2, de la rue du Barry ainsi que les sondages géotechniques réalisés à l'échelle du CIAPML et du parking P1, le chantier ne semble pas menacé par une cavité souterraine et ne devrait donc pas occasionner d'effet négatif.

Vulnérabilité au feu

Les activités liées à la construction du bâtiment en lisière de bois impliquent des précautions pour éviter tout départ de feu. La réglementation en vigueur apparaît suffisante vis-à-vis des risques. Pour autant, la charte chantier exemplaire prévoit :

- l'aménagement d'une voie d'accès maintenue dégagée pour les services de secours et d'incendie
- pour les travaux par point chaud, le nettoyage des zones de travail par les entreprises et la disposition d'extincteurs.

La formulation de mesures n'est pas donc pas nécessaire.

- **Analyse des effets sur les risques technologiques**

ICPE

Aucune interaction entre les ICPE citées dans l'état initial et le chantier du CIAPML n'est attendue.

■ Analyse des effets sur les nuisances sonores

Le projet d'aménagement va générer des nuisances sonores en phase chantier et en phase d'exploitation.

Les travaux engendreront nécessairement des nuisances sonores, principalement du fait des terrassements, de la circulation des engins de chantier et des travaux d'aménagement et de construction du bâtiment. Ces impacts sont limités à la durée du chantier.

Les bruits de chantiers et les bruits d'engins de chantier sont principalement réglementés par l'arrêté du 20 Novembre 1969, du 12 Mai 1997 et la directive n°86/662/CEE du 22 Décembre 1986. Trois catégories mobiles de sources de bruits sont définies ainsi que leur régime sonore (mesuré à 7m de la source) :

- Les engins d'extraction : 75 à 100 dB(A)
- Les engins de chantier : 80 à 100 dB(A)
- Les engins de transport : 80 à 95 dB(A)

En supposant que, à un même instant, fonctionnent un engin de 100 dB(A) et dix engins émettant 85 dB(A), le bruit total résultant est de 100,2 dB(A) très proche du seul engin le plus bruyant. L'atténuation théorique est de 6 dB(A) par doublement de la distance

Effets auditifs en fonction des niveaux sonores	
Niveaux sonores dB(A)	Effets auditifs
130	Insupportable et très dangereux pour l'ouïe
120	Très inconfortable et dangereux, l'exposition à ces niveaux doit être de courte durée
110	Très inconfortable et dangereux – Port de protections auditives obligatoires
100	Risques auditifs graves pour exposition habituelle de 8 heures par jour – Port de protections auditives recommandé
90	Très bruyant – Début des dommages auditifs pour une exposition de 8 heures par jour

80	Ambiance bruyante
70	Ambiance animée
60	Peu bruyant
50	Assez calme
40	Calme – Niveau admissible pour le sommeil
30	Silencieux
20	Silence parfait
10	Seuil d'audibilité

Figure 225 - Ordonnance n°2000-914 du 18 Septembre 2000

On considère alors le niveau de bruit maximal à 100 dB(A) à 7 m de la parcelle du site et à 90dB(A) à 18m. Il s'agit d'une hypothèse extrêmement pessimiste sachant que les opérations de terrassements seront surtout concentrées au Sud-Est du périmètre d'étude, à l'endroit du futur bâtiment.



Figure 226 - Cartographie du périmètre maximal de l'amplitude acoustique ressentie (Source : ALTO Ingénierie, fond IGN)

Cette cartographie sommaire met en évidence la vulnérabilité des habitations proches du site du CIAPML et des parkings P1 et P2. La simulation, bien que basée sur un modèle très pessimiste, justifie l'information des riverains lors des travaux.

Mesures d'atténuation au regard des nuisances sonores :

Elles portent sur :

- la mise en place d'une politique de communication informant les riverains sur le déroulement du chantier, disponible en mairie

▪ **Analyse des effets sur la qualité de l'air**

Les émissions à considérer sont les poussières mises en suspension suites aux terrassements ainsi que les substances de type hydrocarbures, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone consécutives à la circulation des engins de chantier.

Les poussières seront dues d'une part à la démolition de l'habitation située sur la parcelle AV-325, au Nord du parking P1, et d'autre part à la fragmentation des particules du sol et du sous-sol. Elles dépendront des conditions de sécheresse des sols et des conditions de ventement. Le dépôt de poussières sur les végétaux pourrait entraîner une baisse de la photosynthèse.

L'émission des gaz d'échappement des engins de chantier sera limitée dans la mesure où les véhicules employés devront respecter les normes d'émission en matière de rejets atmosphériques.

Ces émissions menacent en premier lieu le personnel du chantier.

Mesures d'atténuation au regard de la qualité de l'air :

Elles portent sur la limitation des émissions de poussières :

- une **restriction des chargements et des déchargements de matériaux par vents forts**
- un **arrosage (modéré) des sols** afin que les poussières ne s'envolent pas. Ceci permet aussi de rincer la végétation.
- un **transport des matériaux à l'aide de bennes bâchées** évitant la dispersion de poussières

▪ **Analyse des effets sur les émissions lumineuses**

L'éclairage de chantier ainsi que les phares des engins ne représentent pas une gêne pour les riverains si les opérations de chantier demeurent une activité diurne et respectent la réglementation en vigueur.

▪ **Analyse des effets sur la qualité des sols**

Outre la déstabilisation des couches géologiques et la pollution des sols par infiltration d'eaux elles-mêmes polluées évoquées, **le chantier n'est pas de nature à contaminer les sols.**

En effet, afin de préserver la source de la Fageotte ainsi que les nappes plus profondes, des pistes de chantier seront mises en place comprenant une **géomembrane en partie basse** (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...). En plus de protéger les eaux, ces installations protégeront également les sols.

▪ **Analyse des effets sur la gestion des déchets**

Un chantier est générateur de nombreux déchets dont la mise en dépôt dans des sites inappropriés peut impacter fortement l'environnement.

Durant cette phase, les types de déchets à gérer seront issus des terrassements, des ouvrages d'art, des installations de chantier : les déchets inertes, les déchets industriels banals/spéciaux.

Les impacts dus à ce poste apparaissent limités dans la mesure où le chantier sera en accord avec les prescriptions de la Charte Chantier propre du Conseil Général de la Dordogne. Cette charte induit

- la mise en place d'une **collecte sélective des déchets et de dispositifs de collecte de déchets répartis tout au long du chantier,**
- la mise en place d'une **filière de traitement adapté pour chaque déchet** en accord avec les capacités du SICTOM du Périgord Noir ou du Syndicat Départemental des Déchets de la Dordogne (SMD3)
- le **nettoyage permanent du chantier, des installations et des abords**

Le plus gros impact en termes de déchets est dû à l'excavation de la colline pour y enchâsser le bâtiment. Cependant, des analyses en laboratoire ont montré que les terres présentaient une quantité de pollution résiduelle conforme aux conditions de réemploi sur site. Les déblais peuvent donc être réutilisés en tant que remblais.

2.6 **Analyse des effets sur la sécurité, la salubrité et la santé publique et présentation des mesures associées**

Cette section met en lumière les impacts sur la sécurité et la santé publique durant la phase de chantier.

▪ **Analyse des effets sur la sécurité et la salubrité publique**

L'atteinte à la sécurité des usagers est liée principalement à la circulation inhabituelle des engins de chantier ou à une chaussée rendue glissante par les travaux. Ces impacts sont temporaires.

La problématique de la salubrité publique est à aborder parallèlement à celles de la gestion des eaux usées et des déchets.

La mise en place des dispositions prévues par la réglementation visant à assurer la sécurité de l'ensemble des personnes présentes sur le chantier et des riverains apparaissent suffisantes pour minimiser les risques liés au chantier.

▪ **Analyse sur la sante publique**

L'ensemble des activités humaines est à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine, lorsque les charges polluantes ou les niveaux de ces perturbations atteignent des concentrations ou des valeurs trop élevées.

Les principaux effets de ces perturbations de l'environnement s'expriment en termes de qualité de l'air, de nuisances sonores, de qualité de l'eau et se traduisent essentiellement, vis à vis de la santé humaine par :

- des nuisances sensorielles d'ordre olfactif, auditif, visuel, sensitif,
- des atteintes à l'intégrité même des personnes.

Analyse des effets de la pollution atmosphérique sur la santé publique

L'émission des différents types de polluants atmosphériques, et notamment leur concentration dans l'air ambiant, est susceptible

d'engendrer des répercussions sensibles sur la santé humaine, se traduisant par des troubles spécifiques.

Monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz inodore, incolore et inflammable. Il se forme lorsque la combustion de matières organiques est incomplète, par suite d'une insuffisance d'oxygène.

La source principale de monoxyde de carbone est le trafic automobile. Il est le polluant toxique le plus abondant dans les gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Il pénètre dans l'organisme par les voies pulmonaires et se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang conduisant à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins.

Il entraîne des maladies cardio-vasculaires, problèmes nerveux et/ou ophtalmologiques. À des taux importants, et à des doses répétées, il peut être à l'origine d'intoxication chronique avec céphalées, vertiges, asthénies, vomissements. En cas d'exposition très élevée et prolongée en milieu confiné, il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles.

Dioxyde de carbone

La loi sur l'air de décembre 1996 a reconnu le dioxyde de carbone comme un polluant en raison de son implication dans l'effet de serre.

Le dioxyde de carbone est émis par toutes les activités de combustion de composés carbonés dont il est le produit final.

En milieu confiné et dans les cas de concentration excessive, des risques pour la santé apparaissent sous forme d'asphyxie par dysfonctionnement des systèmes pulmonaire et respiratoire.

Oxydes d'azote

Les oxydes d'azote sont émis lors des phénomènes de combustion. Ils résultent de la combinaison, à haute température au moment de la combustion, entre l'azote présent dans l'air et l'oxygène disponible.

Ils se retrouvent essentiellement sous la forme de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote dans les gaz d'échappement.

Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

Les risques pour la santé proviennent surtout du dioxyde qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires.

Il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire et une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et chez l'enfant, et augmenter la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Composés organiques volatils

Ils constituent une famille de polluants d'une extrême diversité et d'une grande complexité. Ils sont composés d'une base d'atomes de carbone et d'hydrogène à laquelle peuvent venir se rajouter d'autres atomes ou des métaux.

Les effets sont très divers selon les polluants. Ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation, à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérogènes.

Dioxyde de soufre

Il s'agit du polluant le plus caractéristique des agglomérations industrialisées. Le dioxyde de soufre est issu de la combustion des énergies fossiles contenant des impuretés soufrées plus ou moins importantes.

Ses principales sources sont l'industrie, les chauffages individuels et collectifs. Le trafic automobile ne constitue qu'une faible part des émissions totales.

Le dioxyde de soufre est un gaz irritant. Le mélange acido-particulaire peut, selon les concentrations des différents polluants, déclencher des effets bronchospamiques chez l'asthmatique et augmenter les symptômes respiratoires aigus chez l'adulte.

Particules

Les particules issues des activités de transports proviennent des résidus de combustion des véhicules diesel, de l'usure des pièces mécaniques et des chaussées.

Les particules d'un diamètre plus élevé sont stoppées par les voies respiratoires supérieures et rejetées. Les particules les plus fines de type PM10 et plus petites pénètrent profondément et restent bloquées au niveau alvéolaire.

Inhalées en grande quantité, les particules peuvent générer des troubles respiratoires, des irritations bronchiques allant de la toux, à l'exacerbation de crise d'asthme et à une mortalité précipitée des personnes souffrant de

pathologies respiratoires ou cardio-vasculaires et notamment par bronchoconstriction.

Aux effets mécaniques des particules, doivent être rajoutés les effets induits par les éléments qu'ils transportent, comme les effets cancérogènes de certains hydrocarbures transportés et émis par les véhicules diesels.

Métaux lourds

Fixés sur les particules, les métaux lourds sont également responsables de troubles spécifiques :

- le plomb est un poison du système nerveux,
- le cadmium qui provient des additifs de lubrifiants et de l'usure des pneumatiques est également un des métaux considérés parmi les plus toxiques,
- le zinc qui provient des automobiles et des équipements de sécurité est moins nocif que le cadmium.

Ozone

En milieu urbain, l'ozone n'est pas directement émis par les véhicules automobiles mais est créé lors d'interactions entre les rayonnements ultraviolets solaires et des polluants primaires précurseurs tels que les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les hydrocarbures et la famille des Composés Organiques Volatils présents dans les gaz d'échappement. Les risques pour la santé proviennent surtout du dioxyde d'azote.

Evaluation des dangers

Afin d'évaluer les dangers de la pollution atmosphérique, il faut tenir compte de la population exposée, de son niveau et sa durée d'exposition.

La sensibilité du site est déterminée en fonction :

- du nombre d'individus concernés,
- de la sensibilité de la population.

Population exposée

La population exposée est le personnel de chantier en premier lieu. Vient ensuite les riverains de La Grande Bécade. La sensibilité n'est pas très élevée.

Durée d'exposition

Le personnel et les riverains sont exposés durant les heures d'ouverture du chantier.

Niveau d'exposition

Les émissions sont liées à la circulation des engins de chantier. Elles seront donc très localisées. Il s'agit principalement de dioxyde de soufre et de particules fines.

Emise en extérieur, cette pollution temporaire n'est pas de nature à provoquer des troubles pour la santé.

Analyse des effets du bruit sur la santé publique

Rappel réglementaire

Les principales références réglementaires sont les suivantes :

- l'ordonnance n°2000-914 du 18 septembre 2000, reprenant tous les textes relatifs au bruit,
- le décret n°95-22 du 09 janvier 1995, relatif à la limitation du bruit des aménagements et des infrastructures de transports terrestres,
- l'arrêté du 05 mai 1995, relatif aux règles à appliquer par les maîtres d'ouvrages pour la construction des voies nouvelles ou l'aménagement de voies existantes,
- la circulaire interministérielle du 12 décembre 1997, relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national,
- la directive 2002/49/CE du 25 juin 2002, relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement.

Les effets des nuisances sonores vis à vis de la santé humaine sont difficilement quantifiables. En effet, même si les émissions sonores occasionnées par un aménagement ou une activité ne sont pas susceptibles de provoquer une détérioration irréversible du système auditif, elles peuvent toutefois engendrer une gêne pour les riverains.

Evaluation des dangers

Tout comme pour la qualité de l'air, pour qualifier le danger lié aux nuisances sonores, il faut tenir compte de la population exposée, du niveau et de la durée d'exposition.

Population exposée

La population exposée aux nuisances sonores inclut dans l'ordre :

- le personnel de chantier
- les riverains directs

Durée d'exposition

La durée d'exposition dépend du type de travaux. Elle est particulièrement importante pour les opérations d'affouillements.

Niveau d'exposition

Le personnel a pour obligation d'utiliser des casques lors des opérations particulièrement bruyantes, il n'y a donc pas d'incidence sur leur santé. Il a été mis en lumière dans la partie relative aux impacts sur les nuisances que les niveaux de bruits pouvaient atteindre près de 100dB(A) au sein des parcelles des riverains voisins des sites de construction. C'est bien au-delà du seuil de danger fixé à 85dB(A). Il y a un risque de détérioration de l'acuité acoustique des riverains.

Les niveaux de bruits sont donc à surveiller car, même s'ils ne sont pas de nature à engendrer des effets sur le système auditif, ils peuvent être l'origine d'un impact sur la santé des riverains en causant un stress psychologique dû à la répétitivité de certains bruits même à niveau sonore peu élevé.

Des incidences négatives temporaires seront nécessairement générées par le projet. Néanmoins, aucune incidence sur la santé publique n'est attendue si une surveillance adaptée est mise en place.

Analyse des effets sur la qualité des eaux sur la santé publique

Le projet prend toutes les mesures nécessaires pour ne pas avoir d'incidence sur la qualité des eaux du milieu. Aucun effet n'est attendu sur la santé des usagers des eaux de surface et souterraines de Montignac.

Les mesures relatives à la santé publique reprennent celles relatives aux nuisances sonores, à la pollution atmosphérique et à la qualité de l'eau. Elles portent sur :

- **l'arrosage modéré des pistes**, notamment par vents forts et temps sec,
- **une limitation de la vitesse des véhicules sur le chantier**,

- **une limitation des opérations de chargement et déchargement de matériaux par vents forts**,

Il est possible de réduire le bruit à la source pour que les riverains, qui ne sont pas destinés à devoir porter des protections auditives, ne soient pas impactés physiquement par cette nuisance. Plusieurs moyens permettent d'y parvenir :

- encoffrer les machines bruyantes
- poser des écrans acoustiques ou cloisonner les machines bruyantes
- préférer les outils électriques aux outils pneumatiques
- privilégier les transmissions à courroie
- réduire les vitesses

3. IMPACTS ET MESURES LIES A LA PHASE D'EXPLOITATION

Les conséquences environnementales de l'exploitation du CIAPML et des aménagements au sein de l'aire d'étude sont décrites et accompagnées de mesures permettant de limiter les impacts négatifs.

3.1 Analyse des effets sur le milieu physique et présentation des mesures associées

Cette première section présente les effets sur le milieu physique et notamment sur l'état des eaux de la Fageotte.

■ Analyse des effets sur le climat

Le projet n'est pas de nature à modifier directement le climat à l'échelle locale ou régionale. Des variations microclimatiques liées à la modification du bilan énergétique sont susceptibles d'apparaître suite à certains aménagements : disparition de parcelles agricoles au profit du bâtiment du CIAPML, création d'espaces de stationnement, prolongement de réseaux...

La consommation énergétique a été évaluée à 4291 kW ep/an pour le CIAPML et 15 kW pour les espaces extérieurs.

Des gaz à effet de serre seront également émis par les véhicules des employés et de visiteurs. **Les émissions attendues dues au trafic des véhicules des salariés et des visiteurs sont de l'ordre de 2200 t de CO₂ par année.** Ces résultats ont été déterminés par simulation. Ils ne tiennent pas compte des flux de poids lourds. Ces émissions seront diffusées à l'échelle du département.

Le projet ne sera pas de nature à engendrer un point chaud en périphérie de Montignac.

EMISSIONS LIEES AU TRAFIC ROUTIER ENGENDRE PAR LE PROJET			
	Visiteurs	Employés	
Quantité	400 000	50	personnes
Pondération	0,3 <i>en moyenne les visiteurs sont 3 par voiture</i>	0,8 <i>80% des employés n'utilisent pas un mode de déplacement doux</i>	véhicules/personnes
TOTAL	345	40	
Distance parcourue	100 <i>les visiteurs effectuent 100km pour spécialement venir au CIAPML (et non pour voyager dans le Périgord)</i>	100 <i>les employés habitent, au plus loin à Périgueux (96km aller-retour)</i>	véhicules/jour d'ouverture km/jour d'ouverture
Distance totale parcourue par jour d'ouverture	38 500		km/ jour d'ouverture
Jours d'ouverture	348 <i>extrapolé d'après le schéma d'ouverture de Lascaux II</i>		jours/an
Distance parcourue totale par année	13 398 000		km/an
Consommation des véhicules	7,09 <i>consommation moyenne pour les véhicules particuliers en 2005 (Source: Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie)</i>		L/100 km
Rejets/km	164,488		g de CO ₂ /km
Rejets annuels	2203,810224		t de CO ₂ /an

Figure 227 - Méthode de calcul des rejets atmosphériques du trafic routier engendré par le projet (Source : ALTO Ingénierie)

De plus, on note la création de voies de déplacements doux, **le long des voies routières de desserte, depuis le centre-bourg de Montignac favorisant le développement des modes doux se substituant à la voiture.**

- **Analyse des effets sur la topographie**

Aucune incidence n'est à prévoir sur la topographie en phase d'exploitation.

- **Analyse des effets sur la géologie et la géomorphologie**

Aucune incidence n'est à prévoir sur la géologie en phase d'exploitation.

La construction du bâtiment, la requalification des routes aux abords du projet ainsi que l'aménagement de voies d'accès bétonnées vont contribuer à **l'augmentation du taux d'imperméabilisation des sols du fait du caractère agricole des terrains actuels.**

On rappelle la volonté du projet de limiter l'artificialisation des sols par le réemploi d'une grande partie des terres végétales décapées pour constituer les modelés paysagers et l'engazonnement des parkings et la mise en place de parterres agricoles sur le parvis du CIAPML

- **Analyse des impacts sur l'hydrologie**

Le projet n'aura pas d'incidence majeure sur le milieu hydraulique du fait de la mise en place d'une filière de gestion des eaux pluviales, tant sur le plan qualitatif que quantitatif. Les techniques de récupération des eaux pluviales, dans l'objectif de leur réutilisation pour les besoins en eau du site, seront en outre intégrées au projet.

L'hydrologie du site sera impactée principalement par la mise en place de bassins de rétentions recueillant les eaux de ruissellements des deux bassins versants BV1 et BV2.

La réalisation du projet va conduire à la création de surfaces imperméabilisées (chaussées, emprise du bâtiment...) contribuant à

modifier les écoulements naturels actuels. Une augmentation du coefficient de ruissellement sur les bassins versants concernés est à prévoir.

Par ailleurs, lors d'évènements pluvieux, un raccourcissement du temps d'apport des eaux pluviales dans le milieu récepteur, du fait de l'augmentation des débits de pointe, est susceptible d'apparaître. Les aménagements paysagers permettent de préserver dans une moindre mesure les écoulements de surface.

- **Analyse des impacts sur l'état et l'usage des eaux souterraines**

Pour mesurer l'impact sur l'état des eaux souterraines, il convient de considérer l'aspect qualitatif et quantitatif.

Aspect qualitatif

Source de la Fageotte

A la lumière de la politique engagée par le projet consistant à n'infiltrer aucune eau de surface par le biais de sous-surfaces imperméables, en particulier au niveau des voies de circulation automobile, **aucune interaction n'est attendue entre le projet et la source de la Fageotte ainsi que les différentes nappes profondes situées sous le périmètre d'étude.**

Le traitement des eaux, incluant les eaux pluviales, avant rejet dans le réseau communal permettra de préserver également la Vézère.

Aucun impact n'est attendu sur la qualité des eaux souterraines.

Lors de la phase exploitation, les principales sources de pollution seront dues à la présence de :

- Lubrifiants – essence, dépôts d'échappement
- De particules de pneus, terre et boue apportées par les roues des véhicules
- De déjections d'animaux domestiques

Aspect quantitatif

Les systèmes aquifères locaux sont alimentés par les précipitations directes et par l'infiltration. Le tassement, l'imperméabilisation des sols

ainsi que la mise en place des réseaux de collecte des eaux pluviales entraîneront une baisse d'alimentation des systèmes aquifères locaux.

Par ailleurs, les pressions sur la nappe phréatique vont s'accroître du fait de l'augmentation des besoins d'alimentation en eau potable.

La consommation d'eau est fonction de la fréquentation et de la saison (besoin de plus d'eau aux périodes chaudes). La concordance de ces deux paramètres fait craindre des pics à la saison estivale.

Le besoin en arrosage est un des critères qui a conduit aux choix d'essences végétales adaptées.

Source de la Haute Fageotte

La création du jardin de la grotte est associée à un système de ruissellement des eaux de la source de la Haute Fageotte sur les parois. La réalisation de cette installation nécessite la canalisation des eaux pour son approvisionnement.

Aucun impact sur la survie de la Salamandre n'est attendue du fait de la mise en place d'une canalisation recueillant l'eau de la Haute Fageotte dans la mesure où le bac demeure en eau (il s'agit du lieu de reproduction de l'espèce) et que le débit de 6,3m³/h indispensable au maintien de l'hygrométrie de la zone humide est maintenu. L'habitat préservé

La canalisation recueillant le débit résiduel de manière gravitaire contournera la zone humide.

La source ainsi que la zone humide se trouve au-delà d'un garde-corps entourant l'accès au fac-similé ainsi que d'une clôture forestière qui protège le sous-bois. Il s'agit d'une zone fortement protégée.

Aucune altération du caractère humide de la zone n'est à attendre.

▪ **Analyse des impacts sur l'état et l'usage des eaux superficielles**

Pour les eaux superficielles, les aspects qualitatifs et quantitatifs ont été pris en compte.

Aspect qualitatif de la gestion des eaux pluviales

Concernant les eaux pluviales, plusieurs types de pollutions sont à prendre en compte :

- Pollution chronique : Due à la circulation routière, elle provient de l'usure des chaussées et des pneumatiques, de l'émission de gaz d'échappement, de la corrosion des métaux et de la perte d'huile.
- Tous ces éléments polluent les eaux de ruissellement ce qui conduit à :
 - o à court-terme : toxicité, baisse du taux d'oxygène des eaux
 - o à long terme : accumulation des polluants dans les sédiments et bioaccumulation dans les chaînes trophiques
- Pollution saisonnière : Due au déverglaçage en hiver ou à l'utilisation de produits phytosanitaires
- Pollution accidentelle

Le dossier Police de l'eau décrit l'origine de ces polluants qui est variée :

L'atmosphère contient des particules d'origine naturelle (érosion des surfaces, volcans, incendies de forêts) et d'origine anthropique (industrie, trafic routier, agriculture). En traversant l'atmosphère, la pluie se charge en polluants. Une partie de la pollution des eaux de ruissellement est donc attribuable à la pluie. On estime généralement cette part entre 15 et 25 % (Chocat, 1997). Le reste provient du ruissellement de la pluie sur les surfaces urbaines où les polluants se sont accumulés pendant la période de temps sec. Les eaux de pluies lessivent les surfaces imperméables en entraînant une grande partie des polluants.

Les principales sources urbaines de pollution à proximité du périmètre sont les suivantes :

La circulation automobile

C'est l'une des sources principales d'un grand nombre de polluants. C'est le cas des hydrocarbures (huiles et essence), du plomb (essence), de l'oxyde d'azote (gaz d'échappement) et des différents métaux provenant de l'usure des pneus (zinc, cadmium, cuivre) et des pièces métalliques (titane, chrome, aluminium,...). L'érosion des routes libère aussi des

polluants issus du ciment ou du goudron des chaussées, des peintures au sol (notamment le plomb).

Les déchets solides

Les déchets solides sont issus de rejets directs de matière organique, plastiques, métaux divers, papiers, etc., dans les bouches d'égout ou sur les surfaces urbaines.

La végétation

La végétation est la source principale de matières carbonées, plus ou moins biodégradables, comme les feuilles mortes et les pollens. Elle est aussi indirectement la source d'engrais (azote et phosphates), de pesticides et d'herbicides (organochlorés).

Compte-tenu de la nature du projet, de la hauteur moyenne annuelle des précipitations de la région (860 mm pour la station de Brive) et des surfaces mises en jeu (23 510 m² de surfaces imperméabilisées prévues dans le cadre de l'aménagement du projet), les flux de micropollution moyens seront :

Paramètres de pollution	Charge retenue : rejets pluviaux de lotissements, parkings et ZAC de moyenne densité (en kg/ha/an)	Charge totale arrondie du projet (en kg/an)	Concentration moyenne brute dans le rejet (en mg/L)
MES	660	1 551	74,71
DCO	630	1 480,5	71,32
DBO ₅	90	211,5	10,19
Hydrocarbures	15	35,2	1,70
Plomb	1	2,3	0,11

Figure 228 - Evaluation des concentrations en polluant du rejet (effets chroniques) (Source : ETEN Environnement)

L'impact du projet sur la qualité des eaux pluviales rejetées dans le réseau apparaît extrêmement limité dans la mesure où des séparateurs d'hydrocarbures permettant de filtrer tout rejet même en cas de déversement accidentel via l'utilisation de filtre coalescents seront mis en place. De plus, ces appareils seront munis d'un système de

report d'alarme pour permettre de résoudre les éventuels problèmes de pollution de manière réactive.

Par ailleurs, la création de plans d'eau permettant de récupérer les eaux de pluie pourra permettre une réutilisation pour l'arrosage des espaces verts du site.

Aspect qualitatif de la gestion des eaux usées

Les activités du CIAPML engendreront une importante quantité d'eaux usées.

La station de Montignac dispose d'une capacité nominale de **4167 équivalents habitants** avec un débit de référence de **750m³/j**. En 2011, la charge maximale d'entrée fut de **2470 équivalents habitants** avec un débit moyen de **410m³/j**.

Pour déterminer la capacité de traitement d'un système épuratoire pour un établissement recevant du public, il suffit d'appliquer le ratio correspondant à l'activité et de le multiplier avec la capacité d'accueil du bâtiment. Ainsi, pour un bureau, 1 employé représente 1/3 équivalent habitant et pour un restaurant, 1 couvert implique 1/4 équivalent habitant.

Comptant 50 employés et 200 couverts pour la brasserie du CIAPML, la charge polluante atteint 67 équivalents habitants. A cela s'ajoute la charge polluante induite par le passage des visiteurs aux sanitaires : en assimilant le CIAPML à un *théâtre-cinéma-salle de fêtes, débits de boissons*, on peut compter 1/30 équivalent habitant/place soit 14 équivalents habitants en retenant l'hypothèse haute d'une capacité d'accueil de 400 personnes par heure en haute saison.

Ainsi on peut retenir **moins de 100 équivalents habitants** pour le CIAPML. Quantitativement, on a estimé un débit brut de 72,87 L/s pour un débit probable de 5,56 L/s soit 20,016 m³/h ou **200 m³/j** pour 10 heures de fonctionnement quotidien. Au regard du surdimensionnement de la station d'épuration de Montignac, on peut considérer que celle-ci est en mesure de traiter la charge polluante issue du CIAPML.

On note que la mairie a lancé des travaux qui sont actuellement en cours pour traiter les eaux parasitaires. Ils devraient se finir fin 2013.

Aspect quantitatif

L'augmentation des ruissellements après aménagement est notable. Ainsi, pour un événement décennal, l'augmentation du débit est de 70 l/s pour le bassin versant BV1 (soit une hausse de 5 % environ) et entre 25 l/s (parking gravillonné) et 45 l/s (parking bitumé) pour le bassin versant BV2 (soit une augmentation entre 71 et 129 %).

Pour un événement centennal, cette hausse est de 125 l/s pour le BV1 (soit une hausse de 4 % environ) et entre 79 l/s (parking gravillonné) et 125 l/s (parking bitumé) pour le BV2 (soit une augmentation située entre 77% et 123 %).

La mise en œuvre de procédés de décantation permet un premier abattement sur les polluants en quelques heures (3 heures : rendement minimum, 10 heures : rendement maximum). En annexe VII se trouvent les rendements épuratoires de ce procédé, justifiant l'absence de menace pour la qualité des eaux superficielles des rejets d'eaux pluviales en phase d'exploitation.

Mesures d'accompagnement :

Elles portent sur :

Aspect qualitatif

- **L'interdiction de l'usage de produits phytosanitaires** : L'entretien des espaces verts, des voies de circulation et des parkings pourra être réalisé par des moyens mécaniques (ex : désherbage manuel). Cette mesure s'inscrit logiquement dans le cadre de la charte « 0 herbicides » du département (intégrée à l'agenda 21 de la Dordogne). Cet engagement, en plus de préserver la qualité des eaux de surface et souterraines, préserve l'environnement naturel et la santé humaine.

3.2 Analyse des effets sur le milieu naturel et présentation des mesures associées

Cette section met en lumière les impacts sur le milieu naturel du projet durant la phase de chantier. Cette partie a été alimentée par les données de l'inventaire faune-flore d'ETEN Environnement (juin 2013).

Perturbation des activités vitales

En phase d'exploitation, le projet engendrera une augmentation du trafic et de la fréquentation du site et de ses abords. Néanmoins, à l'instar de la phase travaux, **l'impact est considéré comme faible et ne concernera que la biodiversité commune.**

On rappelle que le débit d'eau issu de la source de la Haute Fageotte nécessaire au maintien de l'habitat de la Salamandre tachetée est conservé. Plus précisément, la fonction du bac en eau en tant que lieu de reproduction est maintenue.

Mortalité des individus

En phase exploitation, l'augmentation du trafic routier peut engendrer un risque de mortalité directe d'individu par collision. A l'instar de la phase travaux, **ce risque est néanmoins considéré comme faible.**

Des flux de grands mammifères ont été identifiés sur le site. Néanmoins ces espèces se déplaçant de nuit, **le risque de collision est également faible.**

Fragmentation des habitats

Les infrastructures participent à la fragmentation des habitats. Pour de nombreuses espèces, elles constituent une barrière physique et entraîne des effets de coupures : interruption des déplacements, fragilisation des habitats et des populations par isolement, perturbation des hydrosystèmes...

A l'échelle du projet, cette incidence peut être considérée comme faible notamment en raison du contexte périurbain du projet et de l'existence de la voie de circulation (RD 704^{E1}).

De plus, le respect de l'initiative départementale « fauchage raisonné » impliquant des plans d'entretiens et de désherbage respectueux de l'environnement permettent de minimiser la pression du projet sur la biodiversité locale.

3.3 Analyse des effets sur le patrimoine et le paysage et présentation des mesures associées

Sont évalués les incidences sur les sites archéologiques, les monuments historiques, sur les sites inscrits et classés, sur le site classé UNESCO, sur le label Grand Site et sur le cadre paysager.

■ Analyse des effets sur le patrimoine

Sites archéologiques

A l'issue de la phase de chantier, les éléments archéologiques ne sont plus menacés, les zones accessibles au public étant clairement délimitées.

Monuments historiques

En dehors de tout cas exceptionnel de malveillance d'un tiers, aucune conséquence sur les monuments historiques n'est à noter.

On rappelle que l'ensemble des aménagements ont été validé par l'Architecte des Bâtiments de France.

Sites inscrit/classé, classement UNESCO et Label Grand Site de la Vallée de la Vézère

Les partis architecturaux et paysagers permettent une intégration des équipements au sein de la topographie du lieu. La circonscription des aires de stationnement principales du CIAPML au sein ou en toute limite du centre bourg participe à la sanctuarisation de la colline de Lascaux.

Le projet n'entraînera aucun déclassement de ces périmètres particuliers.

Qui plus est, la création d'un centre culturel faisant écho au caractère solennel de la colline permet de valoriser les espaces classés de la vallée de Vézère en soulignant la richesse de cet héritage par une présence demeurant discrète.

■ Analyse des effets sur le paysage

L'implantation d'un équipement culturel accueillant 400 000 visiteurs par année va radicalement modifier l'ambiance du lieu, à l'origine très rurale.

Cependant, la volonté du projet de limiter les volumes du bâtiment et de développer une trame paysagère en continuité avec le caractère rural de la vallée de la Vézère a été respectée. La réussite de l'intégration du projet dans ce contexte naturel et préservé repose sur le respect des lieux par le visiteur. En effet, le projet retenu par le jury du concours est un des plus discrets, le bâtiment étant « tapi » sous la colline telle une grotte faisant écho aux nombreuses autres présentes dans la région.

La majeure partie du parvis du CIAPML sera recouverte par des parterres cultivés dans le respect des essences et des cultures locales. Ceci permettra de fondre le projet dans le contexte agricole de la périphérie montignacoise.

Les aires de stationnement seront richement arborées et le sol engazonné via l'utilisation d'une mélange terre-pierre. La rue du Barry sera également végétalisée afin d'assurer la cohérence visuelle entre les différents équipements au sein du périmètre d'étude. Le but étant également de préserver les riverains de la pollution visuelle engendrée par le trafic automobile et piétonnier.

On note aussi que le projet prévoit la plantation d'arbres sur les toitures terrasses. Une étude de l'exposition solaire et de l'ombre portée permettra de délimiter la frange optimale à planter. Sur le linéaire restant, des espèces végétales de hauteurs décroissantes permettront d'intégrer le CIAPML dans la colline, comme « glissé » sous le couvert végétal de la colline sanctuarisée.

Tous ces choix concourent à intégrer de la manière la plus harmonieuse possible le CIAPML dans un environnement naturel et authentique.

On rappelle l'implication de l'ABF tout au long du processus de conception du CIAPML et de ses aménagements connexes.

L'analyse de l'impact des émissions lumineuses fera l'objet d'une partie indépendante.

3.4 Analyse des effets sur le milieu humain et présentation des mesures associées

La réalisation d'une telle opération génère inévitablement des incidences en matière d'organisation de l'espace et le dynamisme économique.

■ Analyse des effets sur le voisinage et les usagers

Les riverains sont soumis à des nuisances, en particulier sonores et atmosphériques, dues à la circulation engendrée.

La Grande Bécade, dont la propriété est contournée par l'accès de service, sera soumise au trafic lié à la logistique du CIAPML.

Les riverains de la rue du Barry seront directement impactés par le flux de visiteurs : la position des habitations à l'interface entre le CIAPML et les différents parkings satellites les rend principalement sensibles aux nuisances sonores.

Afin de limiter les nuisances, l'accès au CIAPML depuis le P1 et le P2 se fera via les aménagements doux qui seront réalisés le long de la rue du Barry. Les parkings tout comme les voies de déplacements doux seront adaptés aux Personnes à Mobilité Réduite (PMR).

Des sections de l'avenue de Lascaux seront en zone 30.

De plus, afin de minimiser les nuisances aux abords des axes routiers et piétonniers et de penser une cohérence paysagère globale des aménagements, une réflexion sur l'organisation paysagère et le choix des essences est menée. **Le choix actuel est arrêté sur l'utilisation de haies de type bocagères mises en place le long de la limite des propriétés privées rue du Barry et au niveau du parking P1**

permettant de masquer les voitures et les visiteurs aux yeux des riverains.

Enfin, la mise en sens unique de la rue du Barry permet également de diminuer l'impact du trafic routier engendré par la fréquentation du CIAPML sur les riverains. Cette dernière est rendue accessible uniquement aux véhicules légers sur le tronçon allant du CIAPML au parking P2.

■ Analyse des effets sur l'emploi

Les effets sur l'emploi sont notables pour le territoire, celui-ci étant caractérisé par un taux de chômage des jeunes assez élevé

L'hypothèse est celle d'un établissement au fonctionnement autonome qui gère tous ses services (boutique, maintenance, sécurité...). Le scénario d'exploitation du cabinet *Lordculture* de Juillet 2011 définit les besoins prévisionnels en matière d'emplois du futur CIAPML :

Direction	3
Service du développement culturel	4
Service des publics	1
Service de la communication et des partenariats	3
Service de l'accueil et de la vente	7
Service de l'administration et des ressources humaines	4
Service technique et sécurité	4
TOTAL EMPLOIS PERMANENTS	26
Emplois à temps partiel et saisonniers	16
NOMBRE TOTAL D'EMPLOIS	42

Figure 229 - Effectif prévisionnel (Source : Lordculture)

A ceci s'ajoute la brasserie qui a une capacité de 100 couverts. Cet équipement représente un réservoir d'emplois supplémentaires non négligeable.

En retenant la création d'une cinquantaine d'emploi sur le site du CIAPML, celui-ci a donc une incidence bénéfique sur l'emploi en proposant des postes dans des secteurs relativement variés à divers degrés hiérarchiques.

■ Analyse des effets sur les activités économiques

Le projet du CIAPML aura pour incidences de :

- redynamiser économiquement le centre-ville de Montignac
- développer de nouvelles filières économiques

Redynamiser le centre-ville de Montignac

Les services proposés au sein du CIAPML sont corrélés à ceux déjà offerts dans le centre-ville de Montignac. Ces derniers ne se substitueront pas à ceux existants mais viendront compléter l'offre.

Les aires de stationnement ont été pensées d'une part en tenant compte des réseaux viaires en présence et d'autre part afin de favoriser la mobilité des visiteurs et leur transit au sein du centre-ville de la commune.

Le parking utilisé en priorité par les visiteurs sera le parking P2. Sa localisation rue du Barry rendra les déplacements doux vers le centre-bourg aisés. Le parking P1 n'est destiné qu'à être utilisé durant la période de forte fréquentation estivale. Ce parti pris permettra aux commerces et aux restaurants du centre-ville de bénéficier de l'afflux de visiteurs attirés par le CIAPML.

La mise en système des différents parkings permettra d'intégrer le centre-ville dans la dynamique touristique insufflée par le CIAPML.

Développer de nouvelles filières économiques

La solution d'une production énergétique par une chaufferie bois répondant à 95% des besoins annuels en chauffage permettra de valoriser la ressource forestière et donc de soutenir l'effort d'entretien et de sauvegarde de cette richesse. Par ce biais, le projet contribue au dynamisme économique local en travaillant avec des forestiers, des entrepreneurs ou des transporteurs.

Selon les observations faites sur les chaufferies déjà installées en Dordogne, environ 70% des investissements réalisés sont directement répercutés dans l'économie locale (artisans, maçons, plombiers...).

L'installation d'une chaufferie bois permettra de valoriser 482 tonnes de bois issu de la forêt. Avec une hypothèse basse d'une tonne de bois

à 180€, cette quantité de bois représente 86 800€ annuellement injectés dans l'économie locale sans compter le coût d'investissement et d'entretien de la chaudière.

■ Analyse des effets sur le développement de l'urbanisation

La réalisation du CIAPML s'opère au détriment des surfaces agricoles. Néanmoins, cette construction ne participe pas au mitage urbain de la périphérie de Montignac. En effet, l'urbanisation des parcelles du parking P2 s'inscrit au sein d'une « dent creuse » en zone résidentielle.

On note que l'activité économique liée à l'exploitation du CIAPML semble plus profitable à l'intérêt général, à long terme, que la seule exploitation agricole des terres. Cette urbanisation sera bénéfique pour le territoire.

■ Analyse des effets sur les déplacements

Déplacements et desserte du CIAPML

A l'échelle de la commune, les incidences sont les suivantes :

- **La rue du Barry sera mise à sens unique du CIAPML au futur parking P2. Cet aménagement aura pour effet d'augmenter le trafic sur l'avenue de Lascaux par où devront transiter les visiteurs** se rendant aux parkings P1 et P2 ainsi que les riverains de la rue du Barry. L'avenue de Lascaux demeure circulaire dans les deux sens de circulation.
- **La création d'aménagements doux** (pistes cyclables, piétonnes) le long de la rue du Barry. Ces aménagements rendront les déplacements piétons et cyclables aisés du CIAPML au centre-bourg de la ville. Le flux piétonnier des visiteurs accédant au site depuis l'aire de stationnement principale P2 devra traverser l'avenue de Lascaux. Une attention particulière devra être portée à la sécurité des visiteurs du fait du report de la circulation routière sur cet axe.
- L'aménagement d'un giratoire au Sud du CIAPML. Celui-ci permettra de **faciliter les manœuvres de dépose mais pourra**

occasionner une congestion du trafic sur l'avenue de Lascaux.

Un plan de circulation des voies existantes est également repensé pour la desserte locale du site en intégrant une grande importance à la sécurisation des déplacements piétons et cyclables par des aménagements continus et indépendants, une vitesse limitée basse ainsi qu'une signalisation adaptée.

Déplacements et circulation au sein de la commune

En parallèle, le Conseil Général de la Dordogne s'est engagé à la réalisation d'aménagement de voirie.

Deux fuseaux de desserte seront créés :

- Un accès par le Nord depuis la route départementale 704 se raccordant au CIAPML par la voie communale du Régourdou
- Un accès par le Sud depuis la route départementale 706 jusqu'à la RD704 au lieu-dit « La Grange » avec un franchissement de la Vézère au lieu-dit « Puy Robert ».

Les deux parkings devraient offrir de nouvelles alternatives de stationnement aux habitants. En saison estivale, ils devraient répondre aux besoins de stationnement des visiteurs.

P1 et P2 représentent **400 places** (dont **15 places PMR**). Suivant la même hypothèse de fréquentation que précédemment (40 véhicules de salariés/jour d'ouverture et 345 véhicules de visiteurs/jour d'ouverture) on arrive à **300 véhicules** à tout instant répartis sur ces deux aires en faisant l'hypothèse qu'au maximum 75% des visiteurs sont présents en simultanés au centre. Les aires de stationnement apparaissent donc bien dimensionnées à la lumière des hypothèses sommaires de fréquentation et de comportement des usagers du CIAPML.

■ **Analyse des effets sur les réseaux**

La réalisation du CIAPML et des aménagements de voirie connexes conduira à :

- L'équipement de la commune en réseau d'eaux pluviales
- Au prolongement du réseau d'eaux usées
- Au prolongement du réseau d'eau potable

- Au prolongement du réseau d'électricité
- Au prolongement du réseau de gaz
- Au prolongement du réseau de télécommunications

3.5 Analyse des effets sur les risques, nuisances et pollutions et présentation des mesures associées

Sont examinées en suivant les incidences sur les risques naturels et technologiques, l'environnement sonore, la qualité de l'air, l'environnement lumineux, la qualité des sols et des masses d'eaux et la gestion des déchets.

■ **Analyse des effets sur les risques naturels**

Mouvements de terrain

A l'issue des travaux, l'assiette des aménagements et des édifices est stabilisée. Les constructions ne devraient pas avoir de conséquences sur la structure géologique de nature à provoquer des mouvements de terrain.

Cavités souterraines naturelles

En phase d'exploitation, les activités du périmètre ne sont pas de nature à engendrer la formation de cavités souterraines.

Vulnérabilité au feu

Des extincteurs portatifs seront répartis dans le bâtiment, concentrés dans les zones considérées à risques. Il s'agit :

- d'extincteurs à eaux pulvérisées de 6L avec additif, dans les circulations et à proximité des accès
- d'extincteurs du type CO₂ de 2kg pour les locaux techniques électriques
- d'extincteurs à poudre polyvalente de 9kg, positionnés dans les locaux techniques

Les caractéristiques générales et l'installation des 3 colonnes sèches seront conformes aux prescriptions de la norme NFS 61.750.

La conception du bâtiment répond à la réglementation en vigueur en matière de défense incendie (installations de nouveaux poteaux incendies, intégration de voies permettant l'accès des pompiers).

- **Analyse des effets sur les risques technologiques**

ICPE

Aucune interaction entre les ICPE de Montignac et les divers équipements du CIAPML n'est attendue.

- **Analyse des effets sur les nuisances sonores**

Les nuisances sonores sont principalement liées à l'accroissement du trafic de véhicules légers et de poids lourds sur les axes desservant le site (avenue de Lascaux, rue du Barry, Chemin rural du Régourdou) et ce particulièrement en période estivale. Toutefois, cette augmentation demeure limitée à l'échelle de l'avenue de Lascaux déjà fortement empruntée.

Le CIAPML et ses équipements ne génèrent pas en tant que tel des nuisances sonores notables. L'objectif poursuivi est d'atteindre au maximum 45 dB(A) le jour et la nuit à 2 mètres des bâtiments, la cible étant de ne pas dépasser le bruit ambiant de plus de 3 dB(A) en limite de propriété en période nocturne (norme NF S 31.010).

La présence de touristes au niveau du parking P2 et le long de la rue du Barry n'est pas de nature à représenter une nuisance sonore notable. Cependant, la transformation du site en parking engendrera forcément une augmentation des nuisances sonores qui pourra perturber certains riverains.

Par ailleurs, **les opérations de manutention sont susceptibles de représenter une nuisance sonore pour les habitants de La Grande Bécade en raison de la localisation de l'accès de service et du passage par le chemin du Régourdou.**

Ces augmentations sont difficilement quantifiables en raison de leur large échelle de niveaux et de leur caractère épisodique.

L'impact des nuisances sonores est toutefois limité par :

- **l'aménagement d'espaces dédiés aux mobilités douces** permettra de diminuer les nuisances sonores
- **les aménagements paysagers peuvent également contribuer à amenuiser les nuisances sonores induites par la circulation**
- **la mise en place de silencieux et de barrières acoustiques**, tels que des capotages, sur les équipements en communication avec la façade

- **Analyse des effets sur la qualité de l'air**

Deux sources sont à l'origine de la pollution atmosphérique en phase d'exploitation : la circulation routière et les rejets des bâtiments (pour le chauffage principalement).

Circulation routière

Les voiries existantes à proximité directe du site feront l'objet de réaménagements selon les modalités du plan de circulation afin de desservir les différents équipements et ainsi répondre au trafic attendu. Par ailleurs, des voiries nouvelles seront créées à l'échelle de la commune pour la desserte des équipements du site par des raccordements vers la RD704 et vers la RD706.

Une hausse des polluants atmosphériques est à attendre au sein du périmètre d'étude et au niveau de la commune.

Les véhicules des salariés et des visiteurs représentent la principale source d'émissions de GES :

- **400 000 visiteurs par an, dont 85% de visiteurs dits individuels**
- **Une cinquantaine de salariés qui assurent quotidiennement le fonctionnement du site.**

Soit 2,2 kilotonnes de CO₂ par an d'après une première estimation.

A ces émissions, il faudra ajouter les émissions atmosphériques générées par les poids lourds et par l'entretien des espaces verts.

En revanche, les aménagements doux (bandes cyclables, trottoirs, espaces plantés) prévus sur la rue du Barry et sur l'avenue de Lascaux auront un impact positif sur la qualité de l'air. De même, la mise en place

d'une desserte en bus du CIAPML incitera les visiteurs à choisir un mode déplacements plus respectueux de l'environnement.

Changement de l'affectation des sols

En plus des émissions induites par la circulation routière, le bâtiment sera à l'origine de rejets atmosphériques. Les principales sources de rejet du bâtiment sont :

- Les appareils de combustion fixes destinés au chauffage des locaux pour les polluants suivants : SO₂, NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, N₂O, métaux lourds, HAP, PCB, HCB, PCDD/F et particules
- La climatisation des bâtiments pour les fluorocarbures (HFC, SF₆ et NH₃)
- L'utilisation de peintures et de solvants pour les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

L'aménagement de voies piétonnes et cyclables contribuera à un report modal de la voiture vers les modes doux. Ceci constituera un facteur de réduction des émissions atmosphériques.

■ **Analyse des effets sur les émissions lumineuses**

Le parti paysager du projet implique une mise en lumière des parkings, des allées piétonnes, des bassins d'eau, de l'orée de la forêt et de la terrasse panoramique.

Les sources des éclairages sont intégrées au mobilier, aux aménagements et, aux voies d'accès. Elles sont orientées vers le sol de manière à limiter la pollution lumineuse tout en assurant la sécurité des biens et des personnes.

Conformément à la nouvelle loi entrée en vigueur le 1^{er} Juillet 2013, l'intérieur du centre sera éteint la nuit.

Toutefois, il convient de noter la présence de 10 projecteurs (lampes aux iodures métalliques 150W) éclairant la cour de service du CIAPML. Ceux-ci ne sont pas susceptibles de représenter une gêne pour les habitants de la « Grande Bécade » du fait de leur orientation. Ceux-ci seront commandés par des détecteurs de mouvement afin de prévenir toute intrusion.

Le projet n'est pas de nature à engendrer une pollution lumineuse.

■ **Analyse des effets sur la qualité des sols**

Outre le risque de pollution des sols par infiltration d'eaux elles-mêmes polluées évoquée, l'exploitation du CIAPML n'est pas de nature à contaminer les sols.

■ **Analyse des effets sur la gestion des déchets**

L'arrivée du CIAPML va nécessairement engendrer la production de déchets de tout type : déchets ménagers, encombrants, déchets recyclables...

Le restaurant sera le principal émetteur de déchets, considérés comme des ordures ménagères, recyclables et biologiques.

La déchetterie la plus proche se situe à 3km du site. Sa proximité permettra de limiter les trajets pour le ramassage des déchets et de diminuer les impacts sur l'environnement.

On note que la stratégie de gestion des déchets fut l'objet d'un grand intérêt. Il en sort un tri plus strict que les critères du SICTOM avec une valorisation particulière des filières biodéchets en raison des quantités importantes engendrés, notamment dues à l'entretien des espaces verts.

3.6 Analyse des effets sur la sécurité, la salubrité et la santé publique et présentation des mesures associées

■ **Analyse des effets sur la sécurité et la salubrité publique**

Un risque d'accident existe aux abords du CIAPML entre les véhicules à moteurs, les cyclistes et les piétons.

Cependant, ce risque sera fortement réduit par :

- Des voiries primaires et secondaires qui intègrent des emprises spécifiques aux piétons et aux cyclistes
- Des traversées piétonnes/cyclistes sécurisées

- Des vitesses réduites au sein de la zone
- Le choix de placer les activités nécessitant des mouvements de poids lourds et des manutentions dans une voie de service située à l'opposé de l'entrée du centre.

Concernant la défense incendie, le projet nécessitera la mise en place de deux poteaux incendies situés à 150 m de tous points du projet par chemin carrossable. Cela nécessitera des travaux sur le réseau d'eau en amont.

Aucune incidence sur la salubrité publique n'est attendue dans la mesure où les eaux pluviales et usées seront traitées. Les déchets seront également régulièrement ramassés.

A la condition d'un usage respectueux des installations, la sécurité et la salubrité publiques sont assurées pour les employés et les visiteurs.

▪ Analyse sur la sante publique

L'ensemble des activités humaines est à l'origine de rejets, d'émissions ou de nuisances diverses qui sont susceptibles d'occasionner des incidences directes ou indirectes sur la santé humaine, lorsque les charges polluantes ou les niveaux de ces perturbations atteignent des concentrations ou des valeurs trop élevées.

Les principaux effets de ces perturbations de l'environnement s'expriment en termes de qualité de l'air, de nuisances sonores, de qualité de l'eau et se traduisent essentiellement, vis à vis de la santé humaine par :

- Des nuisances sensorielles d'ordre olfactif, auditif, visuel, sensitif,
- Des atteintes à l'intégrité même des personnes.

Analyse des effets de la pollution atmosphérique sur la santé publique

L'émission des différents types de polluants atmosphériques, et notamment leur concentration dans l'air ambiant, est susceptible d'engendrer des répercussions sensibles sur la santé humaine, se traduisant par des troubles spécifiques.

Evaluation des dangers

Afin d'évaluer les dangers de la pollution atmosphérique, il faut tenir compte de la population exposée, de son niveau et sa durée d'exposition.

La sensibilité du site est déterminée en fonction :

- Du nombre d'individus concernés
- De la sensibilité de la population

Population exposée

Le CIAPML est fréquenté par des visiteurs (1 200 visiteurs en moyenne par jour), les employés (une cinquantaine) et des intervenants extérieurs dont la venue peut être régulière (livreurs) ou ponctuelle (société de maintenance). A ceux-ci s'ajoutent les riverains.

La sensibilité des populations exposées est variable en fonction de la distance à laquelle est située l'habitation du riverain ou du poste de l'employé au sein du CIAPML.

Durée d'exposition

Les riverains et employés sont principalement exposés à la pollution atmosphérique. La pollution atmosphérique est due plus particulièrement à la circulation automobile. Cette circulation est corrélée aux heures d'ouverture du CIAPML avec des pics aux heures de pointe.

Les visiteurs seront exposés à la pollution atmosphérique sur une durée plus restreinte.

Niveau d'exposition a la pollution atmosphérique

Une hausse des émissions de polluants atmosphériques est nécessairement attendue en phase d'exploitation du centre. Cette hausse dépendra des modes déplacements des employés.

Ils sont vivement encouragés à utiliser des modes de déplacement doux, les transports en commun ainsi que l'usage du covoiturage. La fréquentation est estimée à 345 véhicules particuliers pour les visiteurs, 40 véhicules particuliers pour les salariés ainsi que plusieurs dizaines de cars par jour d'ouverture. Il s'agit d'une estimation grossière à laquelle il faudrait rajouter les autocars et les véhicules de livraisons et de service.

Emise en extérieur, la pollution atmosphérique n'est pas de nature à provoquer des troubles de la santé publique. Les employés travaillant à proximité directe des zones de circulations seront les plus exposés.

Des incidences négatives permanentes sur la qualité de l'air seront nécessairement générées par le projet, pouvant se répercuter sur la

santé publique. Néanmoins, la conception du projet tend à atténuer ces impacts négatifs : réaménagements des voies, intégration de bandes cyclables et piétonnes.

Analyse des effets du bruit sur la santé publique

Les effets des nuisances sonores vis à vis de la santé humaine sont difficilement quantifiables. Même si les émissions sonores occasionnées par un aménagement ou une activité ne sont pas susceptibles de provoquer une détérioration irréversible du système auditif, elles peuvent toutefois engendrer une gêne pour les riverains.

Evaluation des dangers

Tout comme pour la qualité de l'air, pour qualifier le danger lié aux nuisances sonores, il faut tenir compte de la population exposée, du niveau et de la durée d'exposition.

Population exposée :

La population exposée aux nuisances inclut les employés, les visiteurs, les riverains et les intervenants extérieurs.

Durée d'exposition

Les employés et les visiteurs ne seront exposés aux nuisances sonores que ponctuellement, lors par exemple des heures de pointe, des manutentions ou des livraisons.

Niveau d'exposition

Le niveau d'exposition sonore en phase d'exploitation est bien inférieur à celui de la phase de travaux. Il se peut que la gêne la plus importante soit pour les riverains, le bruit des visiteurs sur les accès menant au CIAPML (rue du Barry, avenue de Lascaux). Aucune incidence sur la santé publique n'est cependant attendue en phase d'exploitation. L'activité aux abords du CIAPML n'est pas de nature à engendrer des effets sur le système auditif mais peut causer un impact sur la santé des riverains en causant un stress psychologique.

Analyse des effets sur la qualité des eaux sur la santé publique

Les risques de pollution peuvent être d'origine chronique, saisonnière ou accidentelle.

Evaluation des dangers

Les hydrocarbures qui peuvent ruisseler sur les chaussées seront piégés par des séparateurs. Les possibles déversements entraînant des conséquences seront donc ponctuels et d'origine accidentelle. Il peut s'agir de n'importe quelle substance apportée sur le site pour divers besoins (solvants...).

Population exposée

Le site du CIAPML intercepte le périmètre de protection rapproché de la source de la Fageotte. Cette source alimente la quasi-totalité de la commune de Montignac. Tous les montignacois sont donc soumis à ce risque. Les nappes d'eau de surfaces sont suffisamment éloignées pour ne pas être souillées par un déversement accidentel, sachant que ces cours d'eau sont des territoires de pêche prisés.

Niveau d'exposition

En ce qui concerne la qualité des eaux souterraines, le projet n'est pas de nature à engendrer un rejet en direction du sol et du sous-sol, susceptible d'affecter les formations hydrogéologiques sous-jacentes. Cependant, un risque de pollution existe en phase de travaux et d'exploitation. Concernant la qualité des eaux superficielles, tout risque d'effet indirect sur la santé est limité dans la mesure où avant leur rejet dans le milieu naturel, les eaux ayant ruisselé sur les chaussées sont collectées dans des bassins de rétention, équipés de séparateurs d'hydrocarbures avant de rejeter dans la Vézère via le réseau de Montignac.

Dans le cadre d'un fonctionnement normal, le projet n'est pas de nature à avoir un effet sur la santé des populations via un empoisonnement de l'eau potable ou de la contamination de la chaîne alimentaire.

Les mesures relatives à la santé publique reprennent celles précédemment énoncées concernant les nuisances sonores et les émissions atmosphériques.

4. SYNTHESE DES IMPACTS

4.1 Environnement physique

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
CLIMAT	Ch.	Emissions de gaz à effet de serre par les engins et les systèmes énergétiques			Impact négatif faible (inhérent à tout chantier)
	Expl.	Emissions de gaz à effet de serre dues à un trafic routier intense Modification du bilan énergétique pouvant entraîner de légères variations microclimatiques	Création de voies de déplacements doux		Impact négatif faible
TOPOGRAPHIE	Ch.	Besoin de 16 000 m ³ de remblais extérieurs Modification perceptible de la topographie Modification potentielle des écoulements de surface	Optimisation de la réutilisation des déblais issus des terrassements	Mise en place de pistes de chantier comprenant une géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...)	Impact négatif faible
	Expl.	Pas d'effet notable			Impact nul
GEOLOGIE	Ch.	Tassement des sols Modification des couches superficielles par la mise en place des réseaux souterrains	Utilisation pour les réseaux d'éléments neutres du point de vue des couches géologiques		Impact négatif faible
	Expl.	Augmentation du taux d'imperméabilisation des sols	Réemploi d'une grande partie des terres végétales décapées pour constituer les modelés paysagers Engazonnement des parkings Création de parterres agricoles sur le parvis du CIAPML		Impact négatif faible

HYDROLOGIE	Ch.	Modification des écoulements des eaux ruisselantes par l'imperméabilisation des terrains naturels		Mise en place de pistes de chantier comprenant une géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...)	Impact négatif faible
	Expl.	Modification des écoulements des eaux de surface par l'imperméabilisation des sites et par la création de bassins de rétention	Réduction au minimum de l'imperméabilisation des sols par la création d'espaces verts et de modelés paysagers		Impact négatif faible
ETAT ET UDAGE DES EAUX SOUTERRAINES	Ch.	<p><u>Aspect qualitatif</u> Potentielle intrusion d'argiles et de sables dans les eaux souterraines suite aux vibrations générées Risques de pollution accidentelle</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> Le chantier représente un besoin significatif en eau</p>		<p><u>Aspect qualitatif</u> Déplacement et raccourcissement des pieux de fondations en cas de présence de karst avérée Canalisation des eaux de ruissellement Mise en place d'un suivi de la qualité de l'eau de la source de la Fageotte et d'une responsabilisation financière des entreprises intervenantes Recourir à un béton à prise rapide défricher sans l'aide de produits phytosanitaires Informier et sensibiliser les entreprises retenues des contraintes liées aux périmètres de protection de la source</p>	<p><u>Aspect qualitatif</u> Augmentation des risques</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> Impact négatif faible</p>
	Expl.	<p><u>Aspect qualitatif</u> Absence d'interaction avec la source de la Fageotte</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> Diminution de l'alimentation des systèmes aquifères locaux par l'imperméabilisation des sols et la canalisation des eaux pluviales Augmentation de la pression sur la nappe phréatique du fait de l'augmentation des besoins en eau potable</p>	<p><u>Aspect qualitatif</u> Traitement des eaux pluviales avant rejet dans le réseau communal</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> Choix des essences végétales adaptées Maintien de l'alimentation en eau de la ferme de la Grande Béchade et de la zone humide, habitat de la Salamandre tachetée</p>		Impact négatif faible

ETAT ET USAGE DES EAUX SUPERFICIELLES	Ch.	<p><u>Aspect qualitatif</u> Menace de pollution par le ruissellement d'éléments fins, des rejets d'émulsifiants ou autres déversements accidentels</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> Pas d'effet notable</p>		<p><u>Aspect qualitatif</u> Mise en place de pistes de chantier comprenant une géomembrane en partie basse pour la protection rapprochée de la source (débourbeurs, séparateurs hydrocarbures...)</p>	Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
	Expl.	<p><u>Aspect qualitatif de gestion des eaux pluviales</u> Risques de pollution</p> <p><u>Aspect qualitatif de gestion des eaux usées</u> Augmentation de la charge d'eaux usées de la station d'épuration de Montignac</p> <p><u>Aspect quantitatif</u> - Pas d'effet notable</p>	<p><u>Aspect qualitatif de gestion des eaux pluviales</u> Mise en place de séparateurs d'hydrocarbures</p> <p><u>Aspect qualitatif de gestion des eaux usées</u> - Travaux réalisés sur la station d'épuration de Montignac</p>	<p><u>Aspect qualitatif de gestion des eaux pluviales</u> l'interdiction de l'usage de produits phytosanitaires</p>	Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques

4.2 Environnement naturel

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
MILIEUX NATURELS	Ch.	Destruction définitive d'habitats naturels d'intérêt communautaire prioritaire (pelouses sèches semi-naturelles à Orchidées) Destruction définitive de zones humides Destruction de la flore (Orchidées au niveau des pelouses sèches semi-naturelles)		<u>Mesures de réduction sur la zone humide</u> Stricte limitation de l'emprise du chantier par la mise en place d'une bande tampon de seulement 2 mètres séparant l'habitat préservé de la rampe d'accès à la grotte au droit du niveau n°2. Mise en place d'une clôture afin de matérialiser la limite à ne pas franchir Défrichement et nettoyage de l'emprise du projet manuel un mois au minimum avant le début des terrassements <u>Mesures de réduction/ atténuation</u> - un phasage des travaux peut être mise en place afin de réaliser les travaux en dehors des périodes de reproduction et d'envol, c'est-à-dire qu'il est préconisé de réaliser les travaux de défrichement entre septembre et mars.	Impact négatif faible
	Expl.	Mortalité directe d'individus Fragmentation des habitats	Respect de l'initiative départementale « fauchage raisonné »		Impact négatif modéré
SITE NATURA 2000	Ch.	Pas d'impact notable	Rejet des eaux pluviales dans le réseau d'eaux pluviales de la commune prochainement créé		Impact nul
	Expl.	Pas d'impact notable	Rejet des eaux pluviales dans le réseau d'eaux pluviales de la commune prochainement créé		Impact nul

4.3 Patrimoine et paysage

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
PATRIMOINE	Ch.	<u>Sites archéologiques</u> Possibilité de découvrir des vestiges au niveau du CIAPML lors des opérations d'affouillements <u>Monuments historiques</u> Pas d'effet notable <u>Périmètres classes</u> Aucune incidence à prévoir	<u>Sites archéologiques</u> Information sans délai du Ministère des Affaires Culturelles en cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques		Impact nul
	Expl.	<u>Sites archéologiques</u> Pas d'effet notable <u>Monuments historiques</u> Pas d'effet notable <u>Périmètres classes</u> Contribution à la sanctuarisation de la Colline de Lascaux	Choix d'un parti paysager et architectural au service de l'écrin paysager et patrimonial Validation des choix d'aménagements par l'Architecte des Bâtiments de France		Impact positif modéré
PAYSAGE	Ch.	Artificialisation partielle des surfaces agricoles Stockage de déblais et de matériaux de construction Présence d'engins de chantier et de superstructures	Respect du périmètre du projet afin de conserver intacts les éléments naturels et patrimoniaux à proximité Vigilance particulière vis-à-vis des sous-bois de la Colline de Lascaux		Impact négatif faible
	Expl.	Intégration harmonieuse du projet Sanctuarisation de la colline Augmentation de la fréquentation du lieu	Parti paysager intégrant des parterres agricoles et une toiture terrasse arborée permettant d'intégrer le projet dans son environnement naturel de manière harmonieuse Forte implication de l'ABF		Impact positif fort

4.4 Environnement humain

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
VOISINAGE ET USAGERS	Ch.	Nuisances sonores liées au trafic et aux activités Emissions atmosphériques liées à l'utilisation de véhicules et de machines à moteur thermique ou générant des mouvements de poussières Emissions lumineuses Vibrations		Implantation des installations et du matériel bruyant à l'écart des zones habitées Arrosage ponctuel en cas de terrassement par temps sec Information régulière du déroulement du chantier auprès des riverains	Impact négatif modéré (inhérent à tout travaux)
	Expl.	Nuisances sonores liées à la circulation routière et au flux de visiteurs aux abords du CIAPML Emissions atmosphériques liées à la circulation routière	Limitation du trafic par la mise en sens unique de la rue du Barry, par la limitation de la vitesse à, 30 km/h au niveau de l'avenue de Lascaux et l'aménagement d'itinéraires doux entre le CIAPML, les différentes aires de stationnement et le centre-ville de Montignac Mise en place de haies bocagères entre les axes de circulation et les propriétés privées pour masquer la circulation routière et piétonnière		Impact négatif modéré
EMPLOI ET ACTIVITE ECONOMIQUE	Ch.	<u>Emploi</u> Création d'emplois directs liés aux besoins du chantier <u>Activité économique</u> Augmentation de la fréquentation des commerces locaux			Impact positif modéré
	Expl.	<u>Emploi</u> Création d'une cinquantaine d'emplois sur le site <u>Activité économique</u>	Choix d'une chaufferie bois valoriser la ressource forestière locale		Impact positif fort

		Services et commerces du centre-ville mis en relation avec le fonctionnement du CIAPML entraînant une hausse de l'activité Investissement dans l'économie locale, dans la filière sylvicole locale par la mise en service d'une chaufferie bois			
URBANISATION	Ch.	Pas d'effet notable			Impact nul
	Expl.	Suppression de parcelles agricoles Urbanisation au sein d'une « dent creuse » d'une zone résidentielle			Impact positif modéré
EPLACEMENTS	Ch.	Gêne des riverains due à l'emprise du chantier et des flux d'engins impliqués	Maintien de l'accès aux véhicules de secours, à l'école, à l'EPHAD, à l'entreprise de maçonnerie située rue du Barry et au site de Lascaux II Les itinéraires des engins de chantier ont été pensés afin de limiter la gêne occasionnée sur les axes en liaison avec le projet.		Impact négatif faible (inhérent à tout chantier)
	Expl.	<u>Déplacements et dessertes du CIAPML</u> Amélioration de la circulation Augmentation du trafic sur l'avenue de Lascaux par la mise en sens unique de la rue du Barry Point de danger au croisement du flux piétonnier et routier au niveau de l'avenue de Lascaux Congestion possible au niveau du giratoire au Sud <u>Déplacement au sein de la</u>	Sécurisation des aménagements par une vitesse limitée basse ainsi qu'une signalisation adaptée par l'aménagement des voiries et notamment d'un giratoire au Sud du périmètre du projet Création d'aménagements doux		Impact positif modéré

		<u>commune</u> Amélioration de la desserte globale de la ville par divers aménagements à l'échelle de la commune Développement de l'offre de stationnement			
RESEAUX	Ch.	Possible perturbation de la distribution en électricité, en eau potable et des réseaux de télécommunications	Information des riverains en cas de coupures de réseau		Impact négatif faible (inhérent à tout chantier)
	Expl.	Aménagement de la commune en réseau d'eaux pluviales Prolongement des différents réseaux présents			Impact positif modéré

4.5 Risques, nuisances et pollutions

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
RISQUES NATURELS	Ch.	<u>Mouvements de terrain</u> Pas d'effet notable <u>Cavités souterraines</u> Pas d'effet notable <u>Vulnérabilité au feu</u> Vulnérabilité avérée	<u>Vulnérabilité au feu</u> Respect des règles de sécurité Déploiement d'extincteurs sur les équipements et engins Charte chantier exemplaire : - l'aménagement d'une voie d'accès maintenue dégagée pour les services de secours et d'incendie - pour les travaux par point chaud, le nettoyage des zones de travail par les entreprises et la disposition d'extincteurs.		Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
	Expl.	<u>Mouvements de terrain</u> Pas d'effet notable	<u>Vulnérabilité au feu</u> Mise en place de systèmes de		Impact nul

		<u>Cavités souterraines</u> Pas d'effet notable <u>Vulnérabilité au feu</u> Vulnérabilité avérée	prévention et de lutte contre les incendies conformes à la législation		
RISQUES TECHNOLOGIQUES	Ch.	Pas d'effet notable			Impact nul
	Expl.	Pas d'effet notable			Impact nul
NUISANCES SONORES	Ch.	Vulnérabilité des riverains fortement avérée	Sensibilisation du personnel Respect des horaires et des modes opératoires conformes	Mise en place d'une politique d'information anticipée et régulière des riverains	Impact négatif moyen
	Expl.	Accroissement des nuisances liées au trafic routier Potentialité d'une gêne épisodique engendrée par les visiteurs au niveau des aires de stationnement de la rue du Barry Opérations de manutention potentiellement nuisantes localisées aux abords de la Grande Béchade, au niveau de l'aire de service	Aménagement d'espaces dédiés aux mobilités douces Aménagements paysagers aux abords des voies de circulation permettant d'étouffer une partie du son Mise en place de silencieux et de barrières acoustiques au niveau des équipements du bâtiment Mise en place d'un arrêté municipal		Impact négatif faible à modéré en fonction de la période de fréquentation
QUALITE DE L'AIR	Ch.	Emissions de gaz d'échappement Emissions de poussières		Restriction des chargements et des déchargements de matériaux par vents forts Arrosage modéré des sols pour fixer la poussière et rincer les végétaux Transport des matériaux dans des bennes bâchées	Impact négatif faible
	Expl.	<u>Circulation routière</u> Hausse de la pollution atmosphérique liée au trafic routier	Aménagement de voies piétonnes et cyclables		Impact négatif faible

		<u>Changement de l'affectation des sols</u> Rejets par les systèmes de chauffage et de climatisation du bâtiment Rejets polluants issus des peintures et solvants			
EMISSIONS LUMINEUSES	Ch.	Opérations de chantier diurnes : pas d'effet notable			Impact nul
	Expl.	Emissions lumineuses limitées par un parti architectural minimal au niveau de la mise en lumière Amélioration de la sécurité			Impact négatif faible
QUALITE DES SOLS	Ch.	Risque de pollution par écoulements d'effluents eux-mêmes pollués		Mesures de protection des eaux souterraines et superficielles (géomembrane)	Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
	Expl.	Pas de risque de pollution autre que par infiltration d'eaux elles-mêmes polluées		Mesures limitant la contamination et la dispersion des eaux	Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
GESTION DES DECHETS	Ch.	Génération de nombreux déchets de tous types	Mise en place d'une collecte sélective des déchets Mise en place d'une filière de traitement adaptée pour chaque type de déchet Nettoyage permanent du chantier et des abords		Impact négatif faible (inhérent à tout chantier)
	Expl.	Génération d'une grande variété de déchets Restaurant constituant un important poste de déchets	Valorisation des biodéchets (déchets végétaux, déchets de restauration, huiles alimentaires)		Impact négatif faible

4.6 Sécurité, salubrité et santé publique

	PHASE	IMPACTS	MESURES DE DEFINITION DU PROJET	MESURES ASSOCIEES	NIVEAU D'IMPACT RESIDUEL
SECURITE ET SALUBRITE PUBLIQUE	Ch.	<u>Sécurité</u> Insécurité liée à la circulation des engins de chantiers Insécurité liée à une chaussée rendue glissante par les travaux <u>Salubrité</u> Problématique liée à la gestion des eaux usées et des déchets			Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
	Expl.	<u>Sécurité publique</u> Risque d'accident de la route entre piétons et véhicules <u>Salubrité publique</u> Pas d'effet notable	<u>Sécurité publique</u> Mise en place d'emprises spécifiques pour les piétons et les cyclistes Traverses sécurisées Réduction des vitesses au sein de la zone Localisation des activités impliquant des mouvements de poids lourds à l'opposé de l'entrée du centre		Pas d'impact à proprement parler mais une augmentation des risques
SANTE PUBLIQUE	Ch.	<u>Pollution atmosphérique</u> Pollution temporaire pas de nature à provoquer des troubles pour la santé <u>Nuisances sonores</u> Nuisance pouvant engendrer un stress psychologique pour les riverains Le personnel de chantier n'est pas concerné par ce risque s'il			Impact nul

		<p>respecte les consignes de port des équipements de sécurité</p> <p><u>Qualité des eaux</u> Pas d'effet sur la santé attendu</p>			
	Expl.	<p><u>Pollution atmosphérique</u> Pas d'effet sur la santé publique attendus</p> <p><u>Nuisances sonores</u> Potentialité d'un stress psychologique pour les riverains engendré par l'animation créée par les visiteurs</p> <p><u>Qualité des eaux</u> Pas d'effets sur la santé publique attendus</p>			Impact nul

5. DESCRIPTION DES MESURES

Dans cette section, les mesures préalablement présentées font l'objet dans la mesure du possible :

- d'une estimation des dépenses correspondantes,
- de l'exposé des effets attendus induits par ces mesures,
- des modalités de suivi de ces mesures,
- des modalités de suivi des effets de ces mesures.

Les coûts sont des estimations au niveau APD et pourront être affinés lors des phases opérationnelles.

5.1 Mesures mises en œuvre durant la phase de travaux

Les mesures devant être appliquées durant la phase de travaux ne sont pas globalement chiffrables. En effet, elles relèvent principalement de la demande exprimée par la maîtrise d'ouvrage, de l'OPC et de la conscience environnementale du personnel en charge des travaux.

Globalement, toutes ces mesures auront pour effet de :

- préserver la source de la Fageotte ainsi que les eaux souterraines,
- préserver source de la Haute Fageotte ainsi que la zone humide de ruissellement des eaux,
- préserver les milieux naturels et la Colline boisée de Lascaux,
- limiter les impacts sur les habitats naturels et les espaces floristiques et faunistiques identifiées,
- réduire les nuisances affectant le personnel en charge du chantier et les riverains de la Grande Béchade,
- garantir la sécurité, la salubrité et la santé publiques,
- garantir une gestion durable du chantier en cohérence avec la Charte Chantier Exemple

Afin de suivre les différentes mesures, des contrôles de chantier seront réalisés. Ils seront de la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage, de celle de son équipe de maîtrise d'œuvre et des entreprises.

A ce titre, une Charte chantier exemplaire précise la responsabilité et les engagements de chacun.

En pratique, il est difficile de suivre tous les effets des différentes mesures.

Il est possible de programmer un suivi de l'impact du projet sur l'environnement naturel par la venue d'un écologue agréé ou un membre qualifié du CPIE (Centre Permanent d'Initiatives pour l'Environnement). Ce suivi peut, dans un premier temps, prendre la forme d'une visite un an après le début des travaux.

De plus, un suivi de la qualité des eaux est prévu en phase chantier.

5.2 Mesures mises en œuvre durant la phase d'exploitation

La plupart des mesures sont intrinsèques à la stratégie de conception du CIAPML. Leur coût est donc internalisé à la construction.

IV – ANALYSE DES EFFETS CUMULES DU PROJET AVEC D'AUTRES PROJETS CONNUS

L'article R.122-5 du Code de l'Environnement définit la notion de « *projets connus* ». Lors du dépôt de l'étude d'impact, est considéré comme projet connu :

- un projet qui a fait l'objet d'un document d'incidences au titre de l'article R.214-6 du Code de l'Environnement et d'une enquête publique,
- un projet qui a fait l'objet d'une étude d'impact au titre du Code de l'Environnement et pour lequel un avis de l'autorité administrative de l'Etat compétente en matière d'environnement a été rendu public.

Ne sont pas considérés comme connus :

- les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R.214-6 à R.214-31 mentionnant un délai et devenu caduc,
- les projets dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque,
- les projets dont l'enquête publique n'est plus valable,
- les projets qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage.

1. PROJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UN DOCUMENT D'INCIDENCE ET D'UNE ENQUETE PUBLIQUE

Aucun projet ayant fait l'objet d'une telle procédure n'est situé à proximité immédiate de la zone de projet.

2. PROJETS AYANT FAIT L'OBJET D'UNE ETUDE D'IMPACT ET POUR LESQUELS UN AVIS DE L'AUTORITE ADMINISTRATIVE DE L'ETAT A ETE RENDU

Aucun projet ayant fait l'objet d'une telle procédure n'est situé à proximité de la zone de projet.

Néanmoins, à l'échelle communale, une demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation d'une étude d'impact a été effectuée par la Mairie de Montignac concernant l'aménagement du chemin du Régourdou à Montignac.

Se référant à la catégorie n°6 *Infrastructure de transport* du tableau des seuils et critères annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement, le projet consistait au réaménagement d'une voie communale existante. L'arrêté du 15 novembre 2012 portant décision d'examen au cas a considéré que cet aménagement n'était pas soumis à étude d'impact au vu des impacts résiduels mineurs du projet sur le milieu.



Figure 230 – Plan des aménagements du chemin du Régourdou (Source : DRPP, Conseil Général de la Dordogne)

Cet aménagement s'inscrit en partie sur l'emprise foncière du projet, au Nord de la parcelle AV-275. Il pourrait avoir des effets cumulés avec le projet de CIAPML dans le sens il s'effectue une pression supplémentaire sur le milieu naturel de la Colline de Lascaux.

Cependant le risque d'impact cumulé n'est présent qu'en phase de chantier : la menace provient des manœuvres des engins de chantier. Si les travaux sont réalisés dans les règles, aucun impact notable ne devrait être causé sur l'environnement naturel.

On note tout de même que ces travaux représentent une source de gêne sonore, visuelle et atmosphérique supplémentaire, ainsi qu'une possible entrave à la mobilité pour les habitants de la ferme située à La Grande Béchade.

D'autres projets, sur des communes voisines, ont également fait l'objet d'une demande au cas par cas, sans soumission à étude d'impact :

- Défrichement pour la construction d'une maison individuelle à Peyzac-le-Moustier (environ 10 km)
- Défrichement pour la construction d'une maison individuelle à La Chapelle-Aubareil (environ 6 km)
- Extension d'un terrain de camping de 60 à 93 emplacements à La Chapelle-Aubareil (environ 6 km)
- Défrichement pour la construction d'une maison individuelle à Saint-Amand-de-Coly (environ 7 km)

Aucun impact cumulé n'est attendu avec ces projets.

V – ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS DES NUISANCES ET DES AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

L'article L.122-3 du Code de l'Environnement précise que pour les infrastructures de transport, l'étude d'impact comprend une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité.

L'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des investissements routiers en rase campagne datée du 20 octobre 1998 fixe les bases de la monétarisation. Ces valeurs unitaires (en francs de 1994) relative au coût des nuisances sonores, de la pollution atmosphérique et de l'effet de serre ont depuis évolué.

Les coûts collectifs sur les nuisances doivent désormais être évalués à partir des hypothèses décrites dans le guide « *Transports : choix des investissements et coût des nuisances* » de juin 2001 du Commissariat Général du Plan, présidé par Marcel Boiteux et, transcrites dans l'instruction cadre relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructures de transport du 25 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005.

Ainsi, l'objet de ce chapitre est de mettre en évidence le coût du projet pour la collectivité en analysant :

- le coût des pollutions et des nuisances induites par l'aménagement (pollution de l'air, émissions sonores...),
- les avantages apportés par le projet (gains générés par l'amélioration de la sécurité des usagers et des riverains...).

1. COÛTS COLLECTIFS DES NUISANCES LIEES AU PROJET

Les nuisances principales liées au projet sont la pollution sonore et atmosphérique. Le projet aura également des incidences sur le bilan énergétique.

1.1 Nuisances sonores

L'évaluation économique des impacts sonores consiste à étudier l'augmentation du trafic routier induit par le projet.

Sont à prendre en compte les nuisances :

- au voisinage du projet
- au voisinage des autres infrastructures, dont le trafic sera modifié par la réalisation du projet

Cependant, seules les nuisances occasionnées aux occupants de bâtiments sont monétarisables. L'instruction cadre de mars 2004 précise les taux de dépréciation des valeurs locatives des logements en fonction de l'exposition au bruit. Il est indiqué ci-dessous.

L _{eq} de jour en façade dB(A)	55 à 60	60 à 65	65 à 70	70 à 75	75 et plus
% dépréciation dB(A)	0,4%	0,8%	0,9%	1%	1,1%

Figure 231 – Taux de dépréciation des valeurs locatives en fonction du bruit
(Source : Instruction cadre du 25 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005)

On rappelle que le niveau sonore actuel au niveau de la grande Bécade est de 43 dB(A) en journée. Au voisinage de la RD704^{E1}, le niveau sonore équivalent correspond à 54 dB(A) à 5m et 56 dB(A) avec un équipement agricole en fonctionnement et à 30m.

Aucune habitation ne faisait donc l'objet de dépréciation due aux nuisances sonores avant la réalisation du projet, les nuisances agricoles

étant saisonnières et présentes bien avant l'urbanisation de la périphérie de Montignac.

Le constat de l'augmentation des nuisances suite à la réalisation du projet est à relativiser dans la mesure où :

- Le trafic de la route départementale RD704^{E1} est déjà important en période haute. On rappelle de plus qu'un doublement de la source du bruit n'implique qu'une augmentation du niveau du son de 3 dB
- La mise en sens unique de la rue du Barry limite la circulation sur celle-ci
- Le bruit des visiteurs en propre au niveau des parkings et de la rue du Barry ne représente pas une nuisance de nature à atteindre 55 L_{eq} en moyenne sur une journée en façade des maisons entourant le périmètre d'étude
- Aucune nuisance nocturne n'est attendue

Une vigilance est cependant indispensable afin que les seuils soient respectés et qu'aucun coût ne soit induit pour la collectivité par rapport à cette nuisance, il s'agit :

- Du bruit des activités logistiques localisées sur l'aire de service Est du CIAPML. En effet, ces activités peuvent représenter une nuisance pour les habitants de la Grande Bécade
- Une surveillance des nuisances engendrées au niveau du parking P2 doit être effectuée afin d'assurer le respect du voisinage par les visiteurs

Le respect des textes réglementaires actuels assure que les éventuelles nuisances au voisinage du tracé de l'aménagement de voiries soient pour l'essentiel internalisées dans le coût du projet.

1.2 Pollution atmosphérique

Seule la pollution des véhicules est monétarisée.

Les effets de la pollution de l'air sur la santé dépendent de la concentration de polluants et de la densité de la population dans les zones polluées.

Le périmètre du projet se situe à la fois en zone de bourg (parking P2 + rue du Barry) et en périphérie d'urbanisation peu dense (CIAPML + parking P1).

L'instruction cadre définit les catégories de milieux telles que :

Rase campagne	Urbain diffus	Urbain dense
En deçà de 37 hab. /km ²	Entre 37 et 420 hab. /km ²	Au-delà de 420 hab. /km ²

Figure 232 – Catégories de milieux pour l'évaluation des incidences monétaires de la pollution atmosphérique (Sources : Données de l'instruction cadre)

Montignac accuse une densité démographique de 76,7 habitants au m² en 2009. Il est alors possible de considérer l'ensemble du périmètre du projet en milieu urbain diffus.

Ainsi des valeurs sont données puis actualisées avec un taux de 4% (*Diagnostics, Prévisions et Analyses Economiques N°84 de septembre 2005 - D. Lebegue - Ministère de l'Economie et des Finances*) pour internaliser la pollution en 2016 :

	Valeurs 2000 (€/100 véh.km)	Valeurs actualisées à 2016 (€/100véh.km)
Véhicule particulier	1,0	1,87
Poids lourd	9,9	18,54
Bus/Car	8,7	16,29

Figure 233 – Incidences pour le transport en milieu urbain diffus (Source : Données de l'instruction cadre)

Une estimation très sommaire donnerait l'ordre de grandeur suivant pour :

- 0 poids lourds mais 25 cars (parcourant 100 km) par jour d'ouverture
- 380 véhicules particuliers pour les visiteurs (100 km)
- 35 véhicules de salariés par jour d'ouverture.

Soit environ 1100€ par année en 2016.

Il convient de garder à l'esprit que ce nombre ne constitue qu'un ordre de grandeur et que le site Lascaux II engendre déjà un fort trafic routier. Ainsi, ce coût supporté par collectivité ne débutera en réalité pas en 2016, année d'ouverture du site du CIAPML, mais court déjà depuis l'ouverture au public du site Lascaux II.

1.3 Effet de serre

La monétarisation de l'effet de serre se base sur le système de taxation carbone issu des accords de Kyoto (1997).

La pollution atmosphérique provient de trois sources principalement :

- Le trafic routier
- Les rejets du bâtiment
- La consommation énergétique reportée

Le trafic routier

En 2010 la tonne de carbone représente 100€. Après 2010, celle-ci gagne 3% par année (soit environ 120€ la tonne en 2016).

En reprenant le nombre de 2200 tonnes d'équivalent CO₂ émis par le trafic automobile engendré par le projet par année, celui-ci représentera alors environ 264 000 € par année en 2016, date de mise en service des installations.

On rappelle que ce trafic se substitue à celui, certes moins intense, engendré par Lascaux II.

Le CIAPML

Les émissions de gaz à effet de serre représentent 94 kg de CO₂ équivalent/an (16 kgCO₂eq/m²/an). Ces émissions sont élevées du fait de la consommation énergétique des éléments scénographiques mais sont sans comparaison avec les émissions du trafic routier. Cette quantité ne représente que 11,22€/an en 2016.

1.4 Bilan énergétique

Outre les points développés précédemment, l'analyse des coûts collectifs figurant dans l'étude d'impact doit comprendre une évaluation des consommations énergétiques résultant de l'exploitation du projet.

Ce bilan énergétique constitue un bilan différentiel, permettant de comparer les consommations énergétiques entre les situations avec et sans aménagement.

Il est évident que les consommations énergétiques augmenteront avec la réalisation du projet en considérant une consommation d'énergie nulle au niveau des prairies correspondant au futur CIAPML et aux futures aires de stationnement. Au vu des activités et des surfaces dédiées à ces activités, les besoins en énergie ont été estimés à environ 4291 kW ep/an pour le CIAPML et 15 kW pour les espaces extérieurs.

Concernant les consommations d'électricité, ce sont les postes scénographiques (49%), ventilation (20%) et éclairage (14%) qui sont majoritaires. L'éclairage « architectural » est optimisé par l'installation d'équipements performants. Les consommations de ventilation demeurent importantes du fait du grand nombre de visiteurs en premier, du traitement tout air des locaux (adapté pour ce type de locaux) et de ventilation pré/post occupation (qualité de l'air intérieur améliorée).

2. AVANTAGES INDUITS POUR LA COLLECTIVITE

Les avantages induits pour la collectivité sont multiples.

2.1 Création d'infrastructures publiques

Les parkings P1 et P2

Les parkings P1 et P2 seront gratuits et utilisables par les habitants de la commune bien que la priorité soit donnée aux visiteurs du CIAPML. Les riverains de la rue du Barry pourront le mettre à disposition de leurs propres visiteurs.

Le traitement paysager impliquant une végétalisation maximale peut contribuer à améliorer le cadre du quartier puisqu'il s'agissait auparavant d'une zone rudérale.

Les jardins du CIAPML, le belvédère, le parvis

Ces espaces richement végétalisés et accessibles gratuitement offrent un cadre agréable pour des balades ou des pique-niques à toute heure.

Le belvédère offrira une belle vue sur Montignac.

Le CIAPML

Bien entendu le centre correspond à un lieu public à haute valeur ajoutée culturelle, scientifique et récréatif. Un lieu inspirant et rayonnant permettant de faire connaître Montignac en France et au-delà.

2.2 Requalification des voiries

La rue du Barry et l'avenue de Lascaux

Via l'aménagement d'un giratoire et de voies de déplacements doux, ces axes deviennent plus sécurisés pour tous les moyens de transports et encouragent les habitants de Montignac à utiliser des modes de déplacement plus respectueux de l'environnement.

Le traitement paysager de ces voiries contribuera à valoriser le cadre de la ville et donner une cohérence à la signature urbaine de Montignac.

Autres voiries

La requalification des axes desservant le CIAPML s'intègre dans une stratégie communale plus globale qui implique la rénovation d'une grande partie des rues du Sud de Montignac.

2.3 Retombées économiques

Le tourisme est déjà un des fers de lance de l'économie montignacoise. En plus des emplois créés au niveau du CIAPML, le regain d'attractivité de la ville et le fait que les services proposés au centre soient complémentaires de l'offre déjà présente en centre-ville, augmentera sensiblement la fréquentation des commerces et des lieux de restauration et d'hébergement de la ville. Des emplois seront potentiellement créés pour faire face à cette augmentation d'activité.

Le fonctionnement du CIAPML permettra de soutenir certaines activités économiques locales comme la filière sylvicole par le recours à une chaufferie bois pour subvenir à 95% des besoins en chauffage du centre.

2.4 Autres avantages

Energie

On rappelle que la chaufferie bois créée pour les besoins du CIAPML alimentera également l'école communale ainsi que l'Etablissement d'Hébergement Personnes Agées Dépendantes (EHPAD).

VI – COMPATIBILITE DU PROJET AVEC LES DOCUMENTS CADRES

La gestion du territoire et de ses ressources foncières, matérielles et humaines est régie par plusieurs documents cadres qui établissent la politique d'utilisation de ces ressources dans le cadre d'une stratégie séquentielle et chiffrée.

Ces documents concernent la gestion des eaux, les sites naturels, les documents d'urbanisme et les servitudes d'utilité publique.

La stratégie de gestion durable décrite dans ces documents réglementaires donne la direction des projets de construction et d'aménagement en termes d'implantation et de respect de l'environnement.

Le but de cette partie est de vérifier la cohérence des partis pris du projet avec ces documents cadres.

1. COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS CADRES DE GESTION DES EAUX

L'inscription du projet dans la logique des différents documents cadres de la gestion des eaux est vérifiée dans cette partie.

1.1 Compatibilité avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Adour-Garonne 2010-2015

La stratégie du SDAGE se traduit en termes d'objectifs et de mesures.

Les objectifs sont exprimés en termes d'atteinte d'un bon état qualitatif (présence de pollution) et quantitatif (lié à la réglementation des usages) d'une masse d'eau.

Les mesures sont déclinées en 6 orientations fondamentales :

- A : « Créer les conditions favorables à une bonne gouvernance »
- B : « Réduire l'impact des activités sur les milieux aquatiques »
- C : « Gérer durablement les eaux souterraines, préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques et humides »
- D : « Assurer une eau de qualité pour des activités et usages respectueux des milieux aquatiques »
- E : « Maîtriser la gestion quantitative de l'eau dans la perspective du changement climatique »
- F : « Privilégier une approche territoriale et placer l'eau au cœur de l'aménagement du territoire »

Chaque orientation est ensuite déclinée en dispositions.

Orientation B : Réduire l'impact des activités humaines sur les milieux aquatiques	
Mesure B1 (assainissement collectif)	Maintenir la conformité avec la réglementation
Mesure B25 (réduction des pollutions diffuses)	Promouvoir les bonnes pratiques respectueuses de la qualité des eaux et des milieux (incitation à une moindre utilisation de produits phytosanitaires dans le cadre du projet)
Mesure B28 (réduction des pollutions diffuses)	Utiliser des filières pérennes de récupération des produits phytosanitaires non utilisables et des emballages vides
Mesure B30 (réduction des pollutions diffuses)	Promouvoir les pratiques permettant de limiter les transferts d'éléments polluants vers la ressource en eau (mise en place d'une filière de dépollution des eaux pluviales dans le cadre du projet et raccordement des eaux usées au réseau collectif)
Mesure B31 (réduction des pollutions diffuses)	Sensibiliser l'ensemble des acteurs du territoire sur l'impact des pratiques et des aménagements et les améliorations possibles (mise en place d'une filière de dépollution dans le cadre du projet)
Orientation C : Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques et humides	
Mesure C30 (prise en compte des milieux aquatiques à forts enjeux environnementaux)	Préserver les milieux aquatiques à forts enjeux environnementaux (préconisations prises au niveau du projet en fonction du SDAGE)
Orientation E : Maîtriser la gestion quantitative de l'eau dans la perspective du changement climatique	
Mesure E30 (réduction de la vulnérabilité et des aléas)	Mettre en œuvre les principes du ralentissement dynamique (mise en place d'une filière de gestion des eaux pluviales dans le cadre du projet)
Mesure E32 (réduction de la vulnérabilité et des aléas)	Adapter les programmes d'aménagement (mise en place d'une filière de gestion des eaux pluviales dans le cadre du projet)
Orientation F : Privilégier une approche territoriale et placer l'eau au cœur de l'aménagement du territoire	
Mesure F6 (intégration des enjeux de l'eau dans les projets d'urbanisme)	Mieux gérer les eaux de ruissellement (mise en place d'une filière de gestion des eaux pluviales dans le cadre du projet)

Figure 234 - Compatibilité du projet avec le SDAGE Adour-Garonne (Source : Dossier loi sur l'eau, ETEN Environnement, juin 2013)

La stratégie du projet s'inscrit donc bien dans l'implémentation du SDAGE du bassin Adour-Garonne à l'échelle locale.

1.2 Compatibilité avec l'U.H.R « Vézère »

Le SDAGE 2010-2015 intègre également la notion d'unités hydrographiques de référence. Dans le cas présent, l'U.H.R concerné est l'U.H.R. « Vézère ». Les enjeux de cette U.H.R. sont :

- la qualité bactériologique des eaux de baignade,
- La réduction des derniers foyers de pollution,
- La fonctionnalité des milieux aquatiques (cours d'eau et zones humides adjacentes)
- La protection des captages AEP,
- La qualité des eaux du chevelu amont (tête de bassin-versant).

Mesures de l'U.H.R.	Action entreprise au niveau du projet
Connaissance	
Conn_2_04 : Améliorer la connaissance des zones humides	Réalisation d'une étude géotechnique de type G11 dans le cadre de l'étude dans l'emprise du projet (sondages révélant l'absence de profil type zone humide) et relevé d'habitats naturels
Conn_3_01 : Améliorer la connaissance des usages générateurs de pollution (industrie, agriculture, urbanisation...) : approche par bassin-versant	Prise en compte du bassin versant naturel du projet pour les calculs hydrauliques
Conn_9_02 : Améliorer la compréhension des relations pressions-impacts sur les milieux superficiels et souterrains et sur les zones réservées à certains usages de l'eau (baignade, loisirs nautiques, conchyliculture, eau potable, chenaux de navigation) : impacts des systèmes d'assainissement, des substances, des sols pollués, des stockages de gaz, des industries nucléaires, des prélèvements et développement d'outils de modélisation...	Détermination de l'impact des eaux de ruissellement du projet sur la qualité des milieux aquatiques
Pollutions ponctuelles	
Ponc_1_04 : Mettre en place des techniques de récupération des eaux usées ou pluviales pour limiter les déversements par temps de pluie	Mise en place d'une filière de gestion des eaux pluviales dans le cadre du projet
Rejets diffus	
Diff_3_04 : Mettre en œuvre des plans d'action phytosanitaires visant les usages non agricoles (diminution des doses, utilisation de techniques alternatives, formation, sensibilisation et bilans...)	Recommandation concernant l'usage de produits phytosanitaires pour les espaces verts

Eau potable et baignade	
Qual_2_01 : Protéger les sites de baignade contre les pollutions, l'eutrophisation (y compris transfert de phosphore par érosion) et les cyanobactéries dues : <ul style="list-style-type: none"> - à l'élevage, - à l'assainissement collectif et aux eaux pluviales, - à l'assainissement non collectif. 	Abattement de la pollution par la mise en place d'ouvrages de gestion des eaux pluviales
Inondations	
Inon_1_02 : Développer les aménagements de ralentissement dynamique	Gestion des eaux pluviales : rejet à débit régulé vers le réseau pluvial communal permettant une diminution des débits de pointe

Figure 235 - Compatibilité du projet avec l'U.H.R « Vézère »

Le projet est donc compatible avec l'U.H.R. « Vézère »

1.3 Compatibilité avec le Schéma départemental des rivières de la Dordogne

La politique mise en œuvre au sein de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) et du SDAGE Adour-Garonne sert de base à la rédaction du Schéma départemental des rivières de la Dordogne. Afin d'atteindre des objectifs européens, nationaux et régionaux, il formule une stratégie à l'échelle locale.

En pratique, le projet s'inscrit dans le second axe des mesures de ce schéma « Actions de préservation du milieu naturel et d'amélioration des fonctionnalités naturelles des cours d'eau ». En particulier l'action N°10 du programme « Relayer les actions Natura 2000 ».

On rappelle que la Vézère à Montignac est classée en zone Natura 2000 qui se trouve préservée par une gestion attentive des eaux pluviales et usées ainsi que par la collecte de tout type de déchets issus du projet.

Le projet est donc compatible avec le Schéma départemental des rivières de la Dordogne.

1.4 Compatibilité avec le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vézère Corrèze

La rédaction du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Vézère Corrèze n'étant pas achevée, sa compatibilité avec le projet n'a pas pu être mise à l'épreuve.

1.5 Compatibilité avec le Plan de Gestion d'Etiage (PGE) Dordogne Vézère

Le PGE Dordogne Vézère est une procédure spécifique du SDAGE Adour-Garonne visant à instaurer de nouvelles règles de partage de la ressource.

Le projet ne se trouve pas directement concerné par ce document qui se traduit par un contrat entre les acteurs institutionnels qui définit des objectifs de débit, ainsi que les aménagements et les financements nécessaires pour les atteindre.

De plus, la pression du chantier et de l'exploitation du CIAPML n'est pas de nature à entraîner un déficit structurel des masses d'eaux, en particulier des eaux de surface.

Le projet est donc compatible avec le Plan de Gestion d'Etiage Dordogne Vézère.

1.6 Compatibilité avec le Schéma Départemental de l'Eau Potable (SDEP) de la Dordogne

Il s'agit d'un programme d'actions à engager par les collectivités pour atteindre la conformité réglementaire et répondre aux besoins de la population.

Les dispositions du projet, déjà énoncées et visant à protéger les nappes d'eaux profondes rendent celui-ci cohérent avec les ambitions du document. Le projet est donc compatible avec le Schéma Départemental de l'Eau Potable de la Dordogne.

1.7 Compatibilité avec la Directive Cadre sur l'Eau (DCE)

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique, au plan européen. Elle vise la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles, des eaux douces et côtières et des eaux souterraines.

Le SDAGE 2010-2015 intègre les objectifs de la DCE dans ses propres objectifs. Le projet étant compatible avec le SDAGE du Bassin-Garonne 2010-2015, il l'est également avec la DCE.

L'esprit du projet et sa stratégie concrète concernant sa construction et son exploitation s'inscrit dans la politique formulée au sein des documents cadres de la gestion des eaux. Ils sont donc compatibles.

2. COMPATIBILITE AVEC LE SITE NATURA 2000 LA VEZERE

Le site Natura 2000 « La Vézère » se situe à 400 m à l'Ouest du site.

Le périmètre du projet ne jouxte pas cette zone et n'est donc pas soumis au zonage de protection.

Cependant, le rejet des eaux pluviales du projet dans ce milieu naturel ainsi que les rejets de la station d'épuration de Montignac traitant les eaux usées issues du CIAPML, font que celui-ci se trouve connecté à la Vézère.

L'état de ce cours d'eau ne devrait pas être impacté par le projet dans la mesure où des systèmes de traitement des eaux de ruissellement et des eaux usées seront mis en place avant le rejet des eaux pluviales dans le milieu naturel.

Qui plus est, les choix du projet en termes de gestion des rejets sont justifiés au sein d'un Dossier Police de l'Eau qui accompagne cette étude d'impact.

La réalisation du projet est compatible avec le site Natura 2000 « La Vézère ».

3. COMPATIBILITE AVEC LE PLAN LOCAL DE L'URBANISME (PLU) DE MONTIGNAC

Le PLU de Montignac a fait l'objet d'une récente modification afin de rendre possible le présent projet.

La modification n°3 du PLU de Montignac prévoit le classement de l'ensemble des parcelles du projet en zone « AUop ». La zone « AUop » est une zone constructible mise en place pour accueillir un équipement public collectif tel que le CIAPML.

Ainsi, les limites constructibles et le souhait de la création d'un équipement éducatif et culturel ayant été respectés, la construction du CIAPML et des équipements connexes est en parfaite cohérence avec la stratégie communale de développement humain et urbain.

Le projet est donc compatible avec le Plan Local de l'Urbanisme de Montignac.

4. COMPATIBILITE AVEC LE PLAN DE PREVENTION DU RISQUE INONDATION (PPRI)

Montignac est concerné par un risque de montée des eaux de la Vézère. L'assiette du projet se situe en zone blanche, sans risque : aucune disposition spécifique à ce risque ne s'applique donc au projet.

On note tout de même que l'emprise du parking P2 se situe à 50 mètres de la zone bleue d'aléa moyen.

Le projet est donc compatible le PPRI de Montignac.

5. COMPATIBILITE AVEC LES SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE

Le projet est concerné par plusieurs périmètres réglementaires engageant des contraintes vis-à-vis des projets d'aménagement.

Il s'agit des protections des monuments historiques, des sites inscrits et classés, de la source de la Fageotte et du plan de prévention du risque inondation. Ce dernier point ayant déjà été l'objet d'une analyse de la compatibilité.

5.1 Compatibilité avec les monuments historiques

Le parking P2 ainsi qu'une section de la rue du Barry se trouvent concernés par le périmètre des monuments historiques du centre-ville. Le site du CIAPML, le parking P1 ainsi qu'une section de la rue du Barry sont concernés par le périmètre des monuments historiques engendré par la présence de gisements préhistoriques, incluant la grotte de Lascaux (I).

L'Architecte des Bâtiments de France ayant été sollicité pour tous les choix d'aménagements au sein de ces périmètres, l'architecture du projet s'harmonise avec le contexte bâti historique présent à Montignac.

5.2 Compatibilité avec les sites inscrits et classés « Colline de Lascaux »

Les sites inscrits et classés concernés sont :

- Site inscrit : Colline de Lascaux (SIN0000037)
- Site classé : Colline de Lascaux (SCL0000091)
- Site classé : Colline de Lascaux (extension) (SCL00000670)

Site inscrit « Colline de Lascaux »

Le site du CIAPML, du parking P1 ainsi qu'une section de la rue du Barry concernés par les aménagements se trouvent inclus dans ce périmètre.

De même, la coopération de l'Architecte des Bâtiments de France sur les aménagements du périmètre permet au projet de se trouver en conformité avec le périmètre de site inscrit.

Site classé « Colline de Lascaux » et « Colline de Lascaux (extension) »

Le projet se situe en limite d'emprise de ces deux périmètres. Aucune disposition réglementaire ne s'applique au projet si ce n'est le choix d'un traitement harmonieux des espaces extérieurs dans le respect du contexte naturel.

Le projet est donc compatible avec les périmètres des sites classés.

5.3 Compatibilité avec la Protection de la source de la Fageotte

Cette partie rejoint les observations faites vis-à-vis des documents cadres de gestion des eaux impliquant une vigilance concernant les activités à proximité des nappes d'eaux alimentant des captages d'eau potable.

Les restrictions liées aux périmètres de protection de la source de la Fageotte sont respectées par le projet. De plus, une vigilance particulière est portée sur le suivi de la qualité des eaux de la source de la Fageotte.

Le projet est donc compatible avec les contraintes de protection de la source de la Fageotte.

Le projet respecte les contraintes édictées par les périmètres de protection des ressources naturelles et foncières de Montignac. Il est donc compatible avec les servitudes d'utilité publique présentes sur la commune.

Compatibilité du projet avec les documents cadres, les éléments à retenir :

- Compatibilité avec les documents cadres sur la gestion des eaux
- Compatibilité avec la présence du site Natura 2000 « La Vézère »
- Compatibilité avec les documents d'urbanisme
- Compatibilité avec le Plan de Prévention du Risque Inondation (PPRI)
- Compatibilité avec les servitudes d'utilité publique

Le projet ayant été conçu en ayant connaissance de l'ensemble de ces contraintes, il respecte et encourage les bonnes pratiques vis-à-vis de son environnement humain, naturel et patrimonial. L'ensemble du programme est donc compatible avec les documents cadres.

VII – PRESENTATION DES METHODES UTILISEES POUR ETABLIR L'ETAT INITIAL ET EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

Cette partie vise à présenter une analyse critique de la méthode adoptée pour conduire cette étude d'impact.

D'une part, elle décrit les dispositions prises pour tendre vers une évaluation environnementale pertinente et d'autre part, elle signale les difficultés éventuelles rencontrées, notamment au niveau de la collecte des informations et de leur analyse.

1. ANALYSE DES METHODES UTILISEES POUR EVALUER LES EFFETS DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT

Il est nécessaire de rappeler dans un premier temps la portée et le contenu de l'analyse de la méthode d'évaluation.

1.1 Portée de la méthode d'évaluation

En plus des méthodes de caractérisation de l'état initial et d'évaluation des effets, on considère aussi les sections suivantes :

- L'analyse de l'état initial qui met généralement en œuvre des recherches bibliographiques et des inventaires,
- L'analyse des effets qui peut nécessiter la réalisation de calculs ou de modèles,
- Le choix du projet parmi les partis envisagés qui sont souvent évalués à l'aide de méthodes comparatives,
- Les méthodes qui présentent des facteurs d'incertitude de mise en œuvre pour des raisons techniques administratives ou juridiques

1.2 Contenu de l'analyse de la méthode d'évaluation

L'analyse de la méthode d'évaluation est propre à chaque section de l'étude d'impact.

Etat initial

De nombreuses sources de données sont utilisées et des investigations *in situ* sont menées pour caractériser le site d'étude.

Au niveau de l'état initial, l'analyse de la méthode d'évaluation porte donc sur :

- Les données de base : les recherches bibliographiques effectuées, les bases de données utilisées, les organismes consultés, la méthode d'actualisation éventuelle des données...

- Les protocoles de mesures : les appareils employés, la qualité des experts qui sont intervenus dans l'élaboration de l'étude, les difficultés rencontrées dans les protocoles de mesure ou d'analyse (aléas météorologiques, déficience du matériel, biais des périodes de mesure...)

Choix du projet retenu

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées par le Maître d'ouvrage pour comparer et départager les partis d'aménagement et les variantes d'un projet : une analyse coût/avantages, une analyse coût/efficacité, une analyse multicritère, une comparaison par critère ou bien encore une méthode ordinale.

Au niveau de la justification du projet retenu par la Maître d'ouvrage, l'analyse de la méthode d'évaluation prend donc en considération :

- Le choix de la méthode en indiquant ses avantages et inconvénients
- Les critères sur lesquels se sont fondés ses choix
- Les arbitrages qui ont été opérés

Mesures

Dans l'analyse de la méthode d'évaluation, le degré d'incertitude de la mise en place des mesures doit être précisé.

2. APPLICATION DE LA METHODE D'EVALUATION AU PROJET DU CIAPML

Divers outils ont été mis en œuvre afin de qualifier et de quantifier les impacts d'un tel projet d'aménagement.

2.1 Délimitation du périmètre d'étude

Afin de cadrer l'étude d'impact, plusieurs périmètres d'étude ont été définis :

- L'aire d'étude immédiate : ce périmètre correspond à l'ensemble des parcelles cadastrales concernées par les aménagements liés au projet. Ces aménagements concernent le bâtiment du CIAPML, le parking P1, le parking P2 ainsi que la rue du Barry et l'avenue de Lascaux.
- L'aire d'étude rapprochée : elle correspond à l'aire d'étude immédiate élargie et donc à la zone d'influence directe du projet. Cette aire permet d'étudier les impacts du projet sur les riverains et l'environnement naturel et patrimonial proche.
- L'aire d'étude éloignée : elle correspond à la zone d'influence indirecte du projet (ensemble des unités écologiques potentiellement perturbées par le projet...). Ce périmètre est élargi à l'ensemble de la commune de Montignac, voire au département de la Dordogne en fonction des thématiques.

2.2 Rôle majeur de la concertation

De nombreuses réunions ont été organisées tout au long de la mission avec les administrations et acteurs concernés par le projet, en particulier avec le Conseil Général de la Dordogne et la Mairie de Montignac.

2.3 Première phase : Recueil de données

La rédaction de l'analyse de l'état initial de l'environnement et du site de l'étude d'impact, a consisté dans un premier temps à recueillir le plus

grand nombre de données sur le milieu physique, naturel et humain, les risques et les nuisances ainsi que sur le patrimoine et le paysage.

Plus cette collecte est complète, plus l'évaluation environnementale est exhaustive et pertinente.

Ce diagnostic préliminaire de l'état initial passe par l'analyse de diverses bases de données nationales et départementales ou de cartographies. Il s'agit d'un travail essentiellement bibliographique et consultatif d'experts.

Recherches bibliographiques

Cette étude d'impact est principalement basée sur :

- Les éléments cartographiques et les photographies aériennes de l'IGN
- Les données des sites internet suivants :
 - o Météo France
 - o Mairie de Montignac
 - o AIRAQ
 - o Chambre d'agriculture de la Dordogne
 - o BRGM
 - o SIE Adour Garonne
 - o SDAGE du bassin Adour-Garonne
 - o DRAC Aquitaine
 - o DREAL Aquitaine
 - o UNESCO
 - o INSEE
 - o Tourisme en Périgord Noir
 - o Conseil Général de la Dordogne
 - o INPN
 - o Inondationsnappes.fr
 - o MEDDTL
 - o MEEDAT
 - o BASIAS
 - o BASOL
 - o SICTOM du Périgord Noir

Elle est également fondée sur les nombreux rapports réalisés par :

- Agence Technique Départementale de la Dordogne
- Direction Départementale des Territoires

- Direction Départementale de l'Équipement de la Dordogne
- MJ Marsac-Bernède, hydrogéologue agréé par le Conseil Général du département
- EPIDOR
- Service archéologique départemental JP Chadelle
- DRAC Aquitaine
- DIREN Aquitaine
- ERDF
- France Télécom Orange
- GRDF
- Veolia
- Lordculture, Sartorio-Lonqueue, Sagalovitsch & associé
- Cabinet Albrand Angibault
- Hypogée
- OPTIsol
- Saunier Techna
- Agence URBAM
- ORFEA Acoustique
- ANTEA Group
- SOCAMA
- FD CUMA 24
- SNØHETTA
- KHEFREN
- 8'18" Eclairagiste
- Commins Acoustics Workshop
- ETEN Environnement

Enfin, la maîtrise d'ouvrage du projet, le Conseil Général de la Dordogne, la section de la DRPP ainsi que la Mairie de Montignac ont également collaborés.

Investigations sur terrain

Afin de bien appréhender l'environnement général du site, des visites sur le terrain ont été organisées en 2012 et 2013 par différents bureaux d'études aux compétences pluridisciplinaires.

Celles-ci ont consisté à :

- Identifier le fonctionnement hydraulique de la zone

- Qualifier le milieu naturel et notamment préciser la valeur patrimoniale et les potentialités écologiques des habitats naturels en présence sur la zone de projet
- Cerner le milieu humain et notamment les hameaux existants, les activités actuelles, l'accessibilité à la zone
- Percevoir les nuisances sonores actuelles de la zone
- Qualifier l'intérêt patrimonial et paysager.

Cette démarche a également confirmé les données récoltées par internet ou par téléphone.

Ces visites *in situ* ont également permis de prendre la réelle mesure de certains enjeux et des impacts induits du projet, par exemple en ce qui concerne la forte proximité des riverains avec les différents équipements du CIAPML.

Méthodologie de réalisation de l'inventaire faune-flore
Par ETEN Environnement (Mai 2013)

Le but a été de caractériser le site du projet d'un point de vue écologique : ses grandes composantes, sa diversité et richesse biologique, et les potentialités d'expression de cette richesse. Il s'agit donc d'apprécier globalement la valeur écologique du site, l'évolution naturelle du milieu et les tendances pouvant influencer sur cette évolution.

L'étude a été effectuée à partir d'investigations de terrain également par l'analyse des données bibliographiques disponibles.

▪ **L'aire d'étude**

Compte tenu de l'absence de cours d'eau à proximité, du caractère homogène du site et de la surface de l'emprise du projet, l'aire d'étude a été délimitée autour de l'emprise même du projet sur une largeur de 50 m pour les milieux communs et de 100 m du côté de la forêt.

Des inventaires faunistiques, floristiques et phytosociologiques ont été conduits sur l'aire d'étude de mars à mai 2013. Ces inventaires se poursuivent jusqu'à fin août.

Si, dans l'expertise de terrain et à travers l'analyse bibliographique, l'ensemble des taxons a été pris en compte, une attention particulière a été portée sur les espèces patrimoniales (espèces disposant d'un statut européen, national ou régional).

Aussi, nous alertons le lecteur sur la nécessité de ne pas confondre l'aire d'étude (instituée dans le souci de la prise en compte des liens fonctionnels biologiques entre milieux) comprenant l'emprise du projet et les milieux attenants, et l'emprise même du projet, beaucoup plus réduite.

▪ **Les investigations de terrain**

Les investigations de terrain sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Expert	Thématique	Dates
Sophie Leblanc Adrien Labadie	Faune	21 Mars 2013 10 Avril 2013 6 Mai 2013 24 mai 2013
Lucile Lemaire	Botanique/Phytosociologie	24 Avril 2013

Figure 236 - prospections de terrain (Source : ETEN Environnement)

▪ **Les habitats naturels**

Pré-cartographie

Dans un but d'efficacité des prospections de terrain, une pré-cartographie, à partir des photos aériennes, des grands ensembles écologiques (forêts, prairies, zones humides, cultures,...) du site a été réalisée afin de cibler les secteurs et les dates de prospection en fonction des espèces potentiellement présentes.

Typologie des habitats

Les végétaux étant les meilleurs intégrateurs des conditions de milieu, ils constituent des ensembles structurés de telle manière que chaque fois que l'on retrouve les mêmes conditions de milieu, cohabitent dans ces lieux un certain nombre d'espèces végétales vivant toujours associées, y trouvant les conditions favorables à leur développement. De l'étude et de la comparaison de ces ensembles est né le concept d'association végétale,

concept de base de la phytosociologie (étymologiquement science des associations végétales).

Les communautés végétales ont été analysées selon la méthode phytosociologique sigmatiste (BRAUN-BLANQUET, 1964 ; GUINOCHET, 1973) et identifiées par références aux connaissances phytosociologiques actuelles. Les différents milieux (« habitats » au sens de « CORINE Biotopes ») sont répertoriés selon leur typologie phytosociologique simplifiée, typologie internationale en vigueur utilisée dans le cadre de CORINE Biotopes et du Manuel d'interprétation des habitats de l'Union Européenne (Version EUR 15), document de référence de l'Union Européenne dans le cadre du programme Natura 2000. Le cas échéant ont été précisés pour chaque type d'habitat, le code Corine (2ème niveau hiérarchique de la typologie) et le Code Natura 2000 correspondants, faisant référence aux documents précités.

Pour chaque type d'habitat naturel, ont été indiquées les espèces caractéristiques et/ou remarquables (surtout du point de vue patrimonial) ainsi que ses principaux caractères écologiques.

Cartographie des habitats

Après identification et délimitation sur le terrain, les individus des différentes communautés végétales (« habitats ») ont été représentés cartographiquement par report sur le fond topographique de la zone d'études à l'aide du logiciel MapInfo 10.5. Les habitats ponctuels ont systématiquement été pointés au GPS (précision : 4 m).

Les couleurs correspondant à chaque type d'habitat sont choisies, dans la mesure du possible, en fonction de leur connotation écologique. Toutes les données sont intégrées dans un Système d'Informations Géographiques (SIG).

■ La flore

La liste des espèces végétales remarquables a été établie.

Les espèces végétales remarquables sont les espèces inscrites :

- A la « Directive Habitat »
- A la liste des espèces protégées au niveau national, régional et départemental
- Dans le Livre Rouge de la flore menacée de France (OLIVIER & al. 1995) Tome 1 : espèces prioritaires et Tome 2 : espèces à surveiller (liste provisoire)

Pour la nomenclature botanique, tous les noms scientifiques correspondent à ceux de l'index synonymique de la flore de France de KERGUELEN de 1998.

■ La faune

L'évaluation de la sensibilité de la faune s'est appuyée sur les statuts de protection (espèces classées en Annexe II ou IV de la Directive Habitats, espèces protégées), sur les statuts de rareté régionaux, nationaux et internationaux. Pour les groupes dont les statuts régionaux ne sont pas encore définis d'une manière précise nous nous sommes appuyés sur différentes publications récentes et sur nos connaissances personnelles de la région.

L'expertise a consisté à réaliser un état des lieux des espèces protégées présentes sur le site.

Oiseaux

Pour le suivi ornithologique, la méthode des points d'écoute a été utilisée. Des points d'écoutes ont été répartis sur l'ensemble du site. Des parcours ont ensuite été réalisés afin d'approcher l'exhaustivité. Au niveau de chaque point d'écoute sont notées toutes les espèces contactées au chant ou à vue. Des points d'écoute nocturnes ont également été réalisés, en raison de la présence possible de rapaces nocturnes.

Pour chaque espèce est précisé si la nidification est possible, probable ou certaine selon les critères suivants :

- Possible

- oiseau vu en période de nidification en milieu favorable,
- mâle chantant en période de reproduction.

- Probable

- couple en période de reproduction, chant du mâle répété sur un même site,
- territoire occupé,
- parades nuptiales,
- sites de nids fréquentés,
- comportements et cris d'alarme.

- Certaine

- construction et aménagement d'un nid ou d'une cavité,
- adulte simulant une blessure ou cherchant à détourner un intrus,
- découverte d'un nid vide ou de coquilles d'œufs,
- juvéniles non volants,
- nid fréquenté inaccessible,
- transport de nourriture ou de sacs fécaux,
- nid garni (œufs),
- nid garni (poussins)

Mammifères

Les mammifères ont été reconnus à vue ou par le biais de traces et indices de présence (fèces, empreintes...). L'objectif a été de définir quelles espèces étaient présentes, et quelles étaient les zones de concentration et de passages sur l'emprise du projet.

Une attention particulière a également été portée sur les inventaires chiroptérologiques, réalisés par analyse des ultrasons utilisés pour l'écholocation grâce à une BatBox. Des points d'écoute ont été réalisés sur l'ensemble du site d'implantation du projet. Un effort de prospection a également été porté sur la recherche de gîte pour ces espèces (cavités d'arbres notamment).

Reptiles

La recherche des reptiles a été faite à vue et en regardant sous tous les éléments susceptibles de servir de cache (pierres, tôles, ...). Les sites les plus favorables ont été prospectés en particulier (lisières, talus, bords de buisson, ...) en conditions favorable (temps ensoleillé).

Une tôle a été posée spécifiquement pour attirer les reptiles et pouvoir les inventorier en bordure forestière.

Amphibiens

L'inventaire des amphibiens consiste principalement à visiter les points d'eau de jour à vue, afin de localiser les zones de reproduction (présence de têtards qui seront systématiquement déterminés), ainsi que de nuit, avec une reconnaissance des espèces au chant. L'abreuvoir de la Haute Fageotte a fait l'objet d'une prospection particulière. Les fossés présents aux abords du site n'étaient pas en eau lors de la prospection amphibiens.

Insectes

Les Odonates, Lépidoptères et Coléoptères patrimoniaux ont été ciblés en priorité lors des visites sur site. Les prospections ont été notamment axées sur les espèces patrimoniales potentiellement présentes. Les Odonates sont des animaux affectionnant les milieux humides, qu'ils soient stagnants ou non, fermés ou très ouverts. Il s'agit d'une chasse à vue à l'aide du filet à papillon. Les lépidoptères diurnes sont des insectes fortement liés à leur milieu en raison de leur larve peu mobiles. Les adultes sont plus facilement observables et évoluent pour certains loin de leur milieu de vie. L'analyse s'effectue par capture au filet à papillon, détermination et relâché immédiat. Le groupe des coléoptères représente le plus grand groupe d'espèces sous nos latitudes, avec plus de 10 000 espèces françaises. L'analyse fine de ce groupe est lourde car elle requiert la pose de systèmes de piégeage adaptés et demande souvent l'aide de multiples spécialistes. La recherche a donc été focalisée sur les espèces de coléoptères les plus patrimoniales potentiellement présentes au sein de l'aire d'étude (Lucane cerf-volant, Grand Capricorne).

Une attention particulière a été portée aux vieux arbres à cavités.



Figure 237 - Aire d'étude (Source : ETEN Environnement)

2.4 Deuxième phase : Identification des enjeux environnementaux

Enjeux des habitats naturels

L'état actuel de conservation ou de dégradation des habitats du site a été évalué par références aux stades optimaux d'habitats similaires (c'est-à-dire occupant les mêmes types de milieux) existant à proximité ou dans la proche région.

La hiérarchisation des enjeux s'effectue donc selon différents critères :

- **Le statut** : il fait référence à l'annexe 1 de la Directive Faune-Flore-Habitat (Code EUR15) qui reconnaît les habitats d'intérêt prioritaire (Pr) et d'intérêt communautaire (Com)
- **La rareté** : définition du degré de rareté selon différentes échelles (régional, national, international) : Très commun (CC), Commun (C), Assez rare (AR), Rare (R), Très rare (RR)
- **La vulnérabilité** : prend en compte la vulnérabilité de l'habitat vis-à-vis du projet (capacité de résistance et de résilience de l'habitat) (Très forte / Forte / Modérée / Faible / Très faible).

Le niveau d'enjeu de conservation de chaque type d'habitat naturel correspond au statut de l'habitat, pondéré par sa rareté et sa vulnérabilité. Cinq classes d'enjeu ont été définies : Très fort / Fort / Modéré / Faible / Très faible.

Enjeux des habitats d'espèces

L'évaluation de la sensibilité de la faune s'appuie sur les statuts de protection suivants :

- Espèces classées en Annexe II ou IV de la Directive Habitats et en annexe 1 de la Directive Oiseaux
- Espèces protégées au niveau national, régional ou départemental
- Espèces inscrites à la Liste Rouge en France (UICN, 2009) qui présente 5 catégories « Préoccupation mineure », « Quasi menacée », « Vulnérable », « En danger », « En danger critique d'extinction ».

La hiérarchisation des enjeux de conservation concernant les espèces animales s'appuie également sur l'intérêt biogéographique et le niveau de responsabilité de la zone d'étude ainsi que la vulnérabilité vis-à-vis de

chaque espèce. Cinq classes d'enjeu sont donc également définies : Très fort / Fort / Moyen / Faible / Très faible.

L'analyse des enjeux environnementaux met en lumière les milieux ou les territoires sensibles, à partir de l'état initial du site et de l'environnement. La sensibilité est fonction de la valeur patrimoniale, qu'elle soit biologique, esthétique ou historique. L'intérêt ou la valeur économique des paramètres des thèmes étudiés est également pris en compte.

Il s'agit d'une démarche thématique et systémique permettant de définir les enjeux et l'interdépendance des enjeux en fonction de la vulnérabilité et de la valeur patrimoniale des paramètres environnementaux.

Identification des enjeux environnementaux

Un enjeu environnemental désigne l'importance prise par une fonction ou un usage, un territoire ou un milieu, au regard des préoccupations écologiques, patrimoniales, sociologiques, de qualité de vie ou de santé.

Pour ce faire, un tableau, reprenant les thématiques de l'état initial a été créé. Cet effort de synthèse a permis de mettre à plat le diagnostic, en vue d'établir une hiérarchisation de ces thématiques en toute objectivité.

Hiérarchisation des enjeux environnementaux

Une fois définis, les enjeux environnementaux ont été hiérarchisés selon le raisonnement suivant.

Niveau d'enjeu	Justification du niveau d'enjeu
Fort	<u>Un enjeu fort concerne :</u> <ul style="list-style-type: none"> - les thématiques présentant une forte sensibilité ou un intérêt notable situés au droit ou à proximité immédiate du projet d'aménagement - les thématiques avec lesquels le projet aura une interaction directe et/ou permanente conduisant à une dégradation ou à une amélioration de leur état - les thématiques nécessitant une maîtrise technique particulière
Modéré	<u>Un enjeu modéré concerne :</u> <ul style="list-style-type: none"> - les thématiques présentant une sensibilité moyenne ou un intérêt modéré situés au droit du projet d'aménagement

	<ul style="list-style-type: none"> - les paramètres de l'environnement présentant une sensibilité forte ou un intérêt notable mais situés dans un périmètre non rapproché - les paramètres de l'environnement présentant une sensibilité particulière avec lesquels le projet aura seulement une interaction indirecte et/ou provisoire conduisant à une dégradation ou à une amélioration de leur état - les paramètres de l'environnement nécessitant quelques adaptations techniques
Faible	<u>Un enjeu faible concerne :</u> <ul style="list-style-type: none"> - les thématiques présentant une faible sensibilité située au droit du projet d'aménagement - les paramètres de l'environnement avec lesquels le projet aura une interaction indirecte et/ou provisoire n'entraînant pas de modification ou d'amélioration de leur état

Figure 238 – Justification de la hiérarchisation des enjeux (Source : ALTO Ingénierie)

2.5 Troisième phase : Analyse des effets

A la lumière de la connaissance du projet en phase d'Avant-Projet Définitif (APD), les impacts ont été évalués pour chacune des thématiques de l'état initial de l'environnement. Cette évaluation fut divisée en deux parties : les impacts liés à la phase de chantier du projet et les impacts dus à l'exploitation du CIAPML. A chaque fois des mesures sont directement associées aux impacts autant que faire se peut.

Ces évaluations sont fondées sur des méthodes qualitatives, principalement par analogie avec des projets d'aménagement similaires en milieu semblable.

Quantitativement, l'évaluation se base sur les caractéristiques de modèles construits (en particulier en ce qui concerne la mesure des nuisances sonores et atmosphériques). Certains résultats obtenus sont à nuancer au vu du manque de données de bases obligeant à des hypothèses très simplificatrices. Les ordres de grandeurs résultant permettent tout de même d'apprécier les impacts du projet.

Cette analyse se base sur l'expertise d'une équipe pluridisciplinaire permettant de porter un œil lucide et critique sur le projet et ses potentiels impacts.

2.6 Quatrième phase : Analyse des effets cumulés

Afin de compléter l'analyse, une démarche systémique a été mise en place pour référencer les projets pouvant interagir avec le projet et engendrer des impacts cumulés.

Ces projets correspondent aux projets dits connus, ceux faisant l'objet d'un document d'incidence et d'une enquête publique ou ceux ayant fait l'objet d'une étude d'impact et pour lesquels un avis de l'autorité administrative de l'Etat a été rendu.

2.7 Cinquième phase : Analyse de la méthode d'évaluation conduisant à la solution d'aménagement retenue

Le projet trouve sa justification par l'analyse d'une volonté départementale au service d'ambitions à l'échelle nationale mais aussi par une analyse du contexte socio-économique local suivant des facteurs objectifs comme le taux de chômage à Montignac où l'offre touristique déjà présente au sein de la vallée de la Vézère.

Le choix du projet architectural et paysager en tant que tel se justifie par la démarche du concours mettant en concurrence 4 équipes. Il est possible de légitimer ce choix en fonction des critères et du barème mis en place mais aussi par la qualité et la diversité des membres de la commission d'analyse des projets proposés.

Les membres de la commission technique d'analyse

3 représentants du Département

- Christian MEMET, Conseiller technique du Président du Conseil Général
- Bernard NOËL, Directeur Général Adjoint chargé de la Culture et de l'Education

- Christophe VARAILLON, Directeur du Patrimoine Départemental

3 représentants de l'Etat

- Alain RIEU, Conservateur Régional des Monuments Historiques
- Dany BARRAUD, Conservateur Régional de l'Archéologie représenté par Mme Nathalie FREMONT
- Philippe ROCHAS, Chef du Service Territorial de l'Architecture et du Patrimoine de la Dordogne

3 représentants de la région Aquitaine

- Emmanuelle THONG-HIME, Directrice de la Culture et du Patrimoine, représentée par Mr Eric CRON
- Bruno ALMERAS, Direction maîtrise d'ouvrage publique
- François GILBERT, Délégué T.I.C.

3 experts

- Mylène PESTOURIE, Architecte à l'ATD24 et auteur du programme architectural
- Nicolas ST CYR, Scénographe, auteur du programme muséographique
- Jacques BUISSON-CATIL, Directeur du Pôle International de la Préhistoire

Les partenaires associés pour l'analyse

Société INGÉROP, Conseil et Ingénierie, Représentée par Mme Anne Julie RICHARD, Ingénieur, missionnée pour vérifier les enveloppes prévisionnelles du volet économique de chaque projet et faire une projection des projets suivant une approche en coût global.

Groupe ABAQUE-VTIC, Représentée par Mr Jean-Paul VACHER, muséographe et Mr Vincent TAURISSON – bureau d'étude TIC, missionné pour vérifier le montant prévisionnel affecté à chaque élément muséographique.

Service de la DDT Accessibilité, Représenté par Mr Daniel SICRE, chargé de mission et M. et Mme CORGNAC.

SDIS Dordogne – Sécurité, Représenté par le Capitaine LAVAUD

ATD 24 assistance technique, Mr Antoine BIGOT Architecte et Mr Alain PESTOURIE Architecte paysagiste

3. DIFFICULTES RENCONTREES

EVENTUELLES

La réalisation de l'étude d'impact du dossier de création du CIAPML s'est déroulée du mois de Février 2013 au mois de Juillet 2013. L'étude a été menée parallèlement au processus de conception du projet par l'équipe de maîtrise d'œuvre lauréate.

Les principales difficultés concernent :

- La mutabilité de la définition du périmètre et des détails du projet
- La limite des modélisations utilisées pour évaluer les impacts

Mutabilité du périmètre d'étude et des détails du projet

De manière logique, le projet a évolué tout au long des phases d'APS (Avant-Projet Sommaire) et d'APD (Avant-Projet Définitif) pendant lesquelles l'étude d'impact a été réalisée. Cette situation a nécessité une mise à jour continue des informations contenues dans l'étude.

L'étude d'impact en l'état est fidèle au programme prévu à l'issue de la phase d'APD du projet

Limite des modélisations utilisées

L'absence de certaines données ont obligé à émettre certaines hypothèses pour obtenir des valeurs. Ces hypothèses sont le résultat d'un important travail bibliographique en amont.

Cependant, les résultats obtenus correspondent à des ordres de grandeurs qui permettent bien de qualifier l'échelle de chaque impact du projet.

VIII – TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation de Montignac en France (Source : Lordculture, Sartorio-Longueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011).....	9
Figure 2 - Localisation de Montignac dans le Périgord Noir (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012).....	9
Figure 3 - Localisation de Montignac dans le Triangle d'Or (Source : Lordculture, Sartorio-Longueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011)	10
Figure 4 - Situation géographique du secteur d'étude (Source : Géoportail, carte IGN).....	10
Figure 5 - Carte d'occupation des sols de la commune (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012).....	11
Figure 6 - Localisation du site du projet (Source : Lordculture, Sartorio-Longueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011).....	12
Figure 7 - Extrait carte IGN contexte environnemental (Source : Enquête publique source Fageotte n°B00017302, juillet 2007)	12
Figure 8 - Photographie aérienne du site d'implantation du CIAPML et du P1 (Source : Conseil Général de la Dordogne)	13
Figure 9 - Photographie du site d'implantation du Parking P2 avec la rue du Barry menant au CIAPML (Source : ALTO Ingénierie)	13
Figure 10 - Tableau des parcelles cadastrales du CIAPML et du P1 (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012).....	13
Figure 11 - Tableau des parcelles cadastrales du P2 (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2012).....	14
Figure 12 - Dimensions des terrains d'implantation du projet (Source : Géoportail, photographie aérienne, plan cadastral)	14
Figure 13 - Propriétés foncières (Source : données du Conseil Général de la Dordogne, fond Géoportail).....	14
Figure 14 - Périmètres des différents permis à déposer (Source : Géoportail).....	16
Figure 15 - Rubriques du Code de l'environnement concernant le projet (Source : ETEN Environnement).....	16
Figure 16 - Aire d'étude du projet d'étude d'impact (Source : ALTO Ingénierie).....	19
Figure 17 - Evolution des températures à Montignac en 2011 (Source : Chambre d'agriculture de la Dordogne)	20
Figure 18 - Hauteurs de pluie en mm en 2011 (Source : Météo France).....	20
Figure 19 - Ensoleillement en heures en 2011 (Source : Météo France)	21
Figure 20 - Nombre de jours de gelée à Brive en 2011 (Source : Météo France).....	21
Figure 21 - Nombres de jours avec brouillard à Brive en 2011 (Source : Météo France)	21
Figure 22 - Plan topographique du site du CIAPML et du parking P1	23
Figure 23 - Plan topographique du site du parking P2 (Source : DRPP, Conseil Général de la Dordogne).....	24
Figure 24 - Extrait de la carte géologique de Terrasson n°784 (Source : BRGM)	25
Figure 25 - Extrait de la carte géologique de synthèse	26
Figure 26 - Carte de localisation des sondages (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011).....	27

Figure 27 - Répartition des sols du site (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011).....	28
Figure 28 - Schéma de principe de la structure des sols (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011).....	28
Figure 29 - Plan topographique du toit du substratum calcaire sondages (Source : Rapport Rn°11RD 959, OPTisol, novembre 2011)	28
Figure 30 - Profils et nature des terrains (Source : ATD 24, Programme architectural, avril 2011).....	29
Figure 31 - Carte piézométrique de la nappe du Crétacé (Source : Saunier Techna, avril 2003).....	31
Figure 32 - Localisation des emplacements des sondages (Source : Rapport Rn°12RD 655, OPTisol, mars 2012) <i>PZx = tube piézométrique</i>	31
Figure 33 - Profils des niveaux piézométriques (Source : Rapport Rn°12RD 655, OPTisol, mars 2012)	31
Figure 34 - Localisation de la source de la Haute Fageotte (Source : Géoportail, Fond IGN, parcelles cadastrales)	32
Figure 35 - Ecoulements observés en Avril 2013 (Source : ALTO Ingénierie)	32
Figure 36 - Localisation de la source de la Haute Fageotte et des écoulements observés (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)	33
Figure 37 - Réseau hydrographique à l'échelle régionale (Source : AEAG, DIREN, EPIDOR)	33
Figure 38 - Réseau hydrographique aux abords du projet (Source : Dossier de déclaration au titre du Code de l'environnement, ETEN Environnement, juin 2013)	34
Figure 39 - Tableau des cours d'eau à proximité (Source : EPIDOR).....	34
Figure 40 - Photographie de la Vézère à Montignac (Source : Eric Coll)	34
Figure 41 - Caractéristiques des bassins versants étudiés (Source : Dossier Police de l'eau provisoire, ETEN Environnement, mai 2013).....	35
Figure 42 - Bassins versant du projet, carte 1 (Source : Dossier Police de l'eau, ETEN Environnement, juin 2013).....	35
Figure 43 - Photographie de la structure de la RD704 ^{E1} (Source : ALTO Ingénierie).....	36
Figure 44 - Photographie de la rue du Barry (Source : ALTO Ingénierie).....	36
Figure 45 - Carte des zones de vulnérabilité (Source : AEAG « SDAGE », EPIDOR « Géologie »).....	37
Figure 46 - Tableau récapitulatif des masses d'eaux souterraines (Source : SDAGE 2010-2015).....	38
Figure 47 - Tableau des masses d'eaux superficielles (Source : SDAGE 2010-2015).....	39
Figure 48 - Infrastructures, prélèvements et rejets sur la Vézère et ses affluents (Source : SIE Adour Garonne).....	39
Figure 49 - Localisation du captage AEP de La Fageotte (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)	40
Figure 50 - Localisation de la source de La Fageotte, de ses périmètres de protection et du site du projet (Source : Avis hydrogéologue agréé, mars 2012)	41

Figure 51 - Interconnexion des réseaux d'alimentation en eau potable de Montignac et de Saint-Armand-de-Coly (Source : SOCAMA Ingénierie).....	42
Figure 52 - Interconnexion à la source et défense incendie au niveau de Montignac (Source : SOCAMA Ingénierie).....	43
Figure 53 - Carte du Bassin Adour Garonne (Source : Agence de l'eau Adour Garonne)	45
Figure 54 - Carte du bassin Dordogne Vézère (Source : EPIDOR).....	46
Figure 55 - Proposition de découpage du bassin versant de la Dordogne en 4 SAGE (Source : EPIDOR).....	46
Figure 56 - Habitats d'intérêt communautaire du site FR7200668 (Source : ETEN Environnement).....	48
Figure 57 - Espèces d'intérêt communautaire du site FR7200668 (Source : ETEN Environnement).....	48
Figure 58 - Périmètres d'inventaires et site Natura 2000 (Source : ETEN Environnement) ...	50
Figure 59 - Habitats naturels rencontrés sur le site (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	51
Figure 60 - Pelouse sèche semi-naturelle (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	51
Figure 61 – Fourré (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013).....	51
Figure 62 - Prairie mésophile (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	52
Figure 63 - Chênaie acidiphile (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	52
Figure 64 - Verger (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013).....	53
Figure 65 - Zone rudérale (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	53
Figure 66 - Carte des habitats naturels (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	54
Figure 67 - <i>Orphrys apifera</i> (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	55
Figure 68 - Répartition du Milan noir (Source : Nouvel inventaire des oiseaux de France, 2008)	55
Figure 69 - Répartition du lézard des murailles en France (Source : VACHER J-P, 2011)....	56
Figure 70 - Lézard des murailles (Source : ETEN Environnement).....	56
Figure 71 - Salamandre tachetée (Source : ETEN Environnement).....	56
Figure 72 - Site de reproduction de la Salamandre tachetée (Source : ETEN Environnement)	56
Figure 73 - Répartition de la Salamandre tachetée en France (Source : ACEMAV coll., 2003) et en Aquitaine (Source : Cistude Nature, 2010)	57
Figure 74 - Carte de la faune patrimoniale (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013)	58
Figure 75 - Bioévaluation des milieux naturels et anthropiques (Source : Inventaire faune/flore, ETEN Environnement, juin 2013).....	59

Figure 76 - Enjeux des espèces et de leurs habitats (Source : ETEN Environnement)	59
Figure 77 – Enjeux liés aux habitats naturels (Source : ETEN Environnement).....	60
Figure 78 - Localisation des sites archéologiques (Source : DRAC Aquitaine)	61
Figure 79 - Plan de repérage des tranchées de sondages (Source : Service archéologique départemental JP Chandelle, décembre 2011)	61
Figure 80 - Carte géologique de synthèse (Source : Hypogée R-23011-12, septembre 2011)	62
Figure 81 - Plan de localisation des secteurs soumis à prescriptions de fouille (Source : DRAC, arrêté SF 12.021 annexe 2 du 5 mars 2012)	62
Figure 82 - Localisation des monuments historiques (Source : DRAC Aquitaine).....	63
Figure 83 - Carte du périmètre du site classé (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125)	64
Figure 84 - Carte du périmètre du site inscrit (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125)	65
Figure 85 - Carte des périmètres des sites inscrit et classé (Source DREAL Aquitaine, Atlas de la Dordogne, Fiche 125).....	65
Figure 86 - Localisation des sites classés Patrimoine Mondial de l'Humanité en Vallée de la Vézère (Source : UNESCO, 1979).....	66
Figure 87 - Photographies de la Vallée de la Vézère (Source : DIREN Aquitaine, Etude en vue de la gestion et de la protection paysagère de la Vallée de la Vézère, décembre 2008)	68
Figure 88 - Comparaison des cartes de Montignac (Source : DIREN Aquitaine, Etude Vallée de la Vézère décembre 2008).....	69
Figure 89 - Photographie du centre-bourg de Montignac avec en arrière-plan le site du projet (Source : Conseil Général de la Dordogne).....	69
Figure 90 - Coupe du site (Source : Lordculture, Sartorio-Longueue, Sagalovitsch & associé, Etude de définition, Tome 2, octobre 2011).....	70
Figure 91 - Photographie aérienne du site (Source : Conseil Général de la Dordogne).....	70
Figure 92 - Panorama des parcelles du site depuis la Colline de Lascaux (Source : ALTO Ingénierie).....	71
Figure 93 - Panorama du site du CIAPML depuis le site du parking P1 (Source : ALTO Ingénierie).....	71
Figure 94 - Photographies de la Colline et des boisements (Source : ALTO Ingénierie).....	72
Figure 95 - Photographie des terres cultivées (Source : DREAL Aquitaine)	72
Figure 96 - Ferme de la Grande Béchade (Source : ALTO Ingénierie).....	72
Figure 97 - Ferme de la Fageotte (Source : ALTO Ingénierie).....	72
Figure 98 - Habitations au Nord-Ouest du parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)	73
Figure 99 - Pointe Nord du parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)	73
Figure 100 - Schéma de principe du paysage (Source : ALTO Ingénierie)	73
Figure 101 - Rue du Barry menant au CIAPML (Source : ALTO Ingénierie).....	74
Figure 102 - Pointe Sud du futur parking P2 (Source : ALTO ingénierie).....	74
Figure 103 - Evolution de la population à Montignac (Source : INSEE)	75

Figure 104 - Evolution des tranches d'âges entre 1999 et 2009 à Montignac (Source : INSEE)	75
Figure 105 - Population de 15 ans ou plus selon la catégorie professionnelle en 1999 et en 2009 (Source : INSEE).....	76
Figure 106 - Lieu de travail des actifs de 15 ans ou plus ayant un emploi et résidant à Montignac en 1999 et en 2009 (Source : INSEE).....	76
Figure 107 - Aire d'influence des pôles d'emplois en Dordogne (Source : Direction Départementale des Territoires, mars 2012)	77
Figure 108 - Emplois selon le statut professionnel à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE).....	78
Figure 109 - Répartition des établissements actifs par tranche d'effectif salarié au 31 décembre 2010 (Source : INSEE)	78
Figure 110 - Localisation des zones d'activités de Montignac (Source : Géoportail)	78
Figure 111 - Emplois par catégorie socioprofessionnelle de Montignac (Source: INSEE).....	79
Figure 112 - Emplois selon le secteur d'activité à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE).....	79
Figure 113 - Population des 15 à 64 ans par type d'activité à Montignac en 2009 (Source : INSEE).....	79
Figure 114 - Activité et emploi de la population de 15 à 64 ans en 2009 à Montignac (Source : INSEE).....	79
Figure 115 - Population en activité de 15 à 64 ans selon la catégorie socioprofessionnelle (Source : INSEE).....	80
Figure 116 - Taux de chômage des 15-64 ans par sexe et âge en 2009 à Montignac (Source : INSEE).....	80
Figure 117 - Recensement agricole 2010, effectifs bovins (Source : Agreste 2010)	81
Figure 118 - Recensement agricole 2010, effectifs ovins, caprins, porcins (Source : Agreste 2010)	81
Figure 119 - Photographie de Lascaux II (Source : Cessy-Loup).....	83
Figure 120 - Photographie du Château de Castelnau (Source : vernhiet.raymond)	83
Figure 121 - Photographie des Jardins de Marqueyssac (Source : Tourisme en Périgord Noir)	83
Figure 122 - Photographie du Roque de St Christophe (Source : Hostellerie du Passeur)....	83
Figure 123 - Nombre de chambres selon les étoiles de l'hôtel au 1 janvier 2012 (Source : INSEE).....	84
Figure 124 - Evolution du nombre de logements par catégorie à Montignac (Source : INSEE)	84
Figure 125 - Types de logements à Montignac en 1999 et 2009 (Source : INSEE).....	85
Figure 126 - Résidences principales selon le nombre de pièces à Montignac (Source : INSEE).....	85
Figure 127 - Carte des infrastructures routières au niveau de la zone d'étude (Source : ATD24, Programme architectural, avril 2011).....	86

Figure 128 - Photographie aérienne des infrastructures routières principales au niveau de la zone opérationnelle (Source : Géoportail)	87
Figure 129 - Avenue de Lascaux, en provenance du Sud (Source : ALTO Ingénierie)	87
Figure 130 - Rue du Barry entre le CIAPML et le parking P2 (Source : ALTO Ingénierie).....	87
Figure 131 - Comptages routiers Nord (Source : Conseil Général de la Dordogne).....	89
Figure 132 - Structure sommaire de la route départementale 704 ^{e1} au niveau de l'emplacement du projet (Source : OPTIsol, fond de carte Géoportail)	89
Figure 133 - Connexion entre la route du Barry et les axes principaux desservant Montignac (Source : Géoportail).....	90
Figure 134 - Photographie de la rue du Barry en direction du centre-ville depuis le parking P2 (Source : ALTO Ingénierie)	90
Figure 135 - Réseau TransPérigord (Source : Conseil Général de la Dordogne)	91
Figure 136 - Carte des arrêts de bus à Montignac (Source : Géoportail)	91
Figure 137 - Carte des chemins ruraux autour de Montignac (Source : Conseil Général – réalisé en collaboration avec la Communauté de Communes de la Vallée de la Vézère)	92
Figure 138 - Parkings du centre-ville (Source : Municipalité de Montignac).....	92
Figure 139 - Carte du stationnement en centre-ville de Montignac (Source : Direction Départementale de l'Équipement de la Dordogne).....	93
Figure 140 - Plan du réseau EDF à proximité du site du CIAPML (Source : ERDF)	94
Figure 141 - Plan du réseau EDF à proximité du futur parking P2 (Source : ERDF)	95
Figure 142 - Réseau de télécommunications présent au Nord du CIAPML	96
Figure 143 - Réseau de télécommunications présent au Sud du CIAPML.....	97
Figure 144 - Réseau de télécommunications présent au niveau du Parking P2	97
Figure 145 - Plan des conduites de gaz à proximité du périmètre (Source : GRDF)	98
Figure 146 - Réseau d'eau potable (Source : Veolia)	99
Figure 147 - Réseau d'eaux usées (Source : Véolia).....	100
Figure 148 - Synthèse des réseaux aux abords du site (Source : Programme architectural, ATD 24)	101
Figure 149 - Extrait du plan de zonage avant modification n°3 : localisation du site du projet (Source : Modification n°3 du PLU, Agence URBAM).....	103
Figure 150 - Extrait du plan de zonage après modification n°3 : localisation du site du projet (Source : Modification n°3 du PLU, Agence URBAM).....	104
Figure 151 - Orientations d'aménagement schématiques et programmatiques (Source : Modification n°3 du PLU de Montignac, Agence URBAM).....	109
Figure 152 - Synthèse des servitudes d'utilité publique du site (Source : ALTO Ingénierie).....	111
Figure 153 - Cartographie des périmètres de protection environnementale à proximité du projet sur la commune de Montignac (Source : ETEN Environnement, juin 2013).....	112
Figure 154 - Extrait du PPRI de Montignac (Source : DDE 24).....	113
Figure 155 - Extrait du PPRI (Source : DDE 24).....	114
Figure 156 - Extrait de la carte du risque inondation par remontée de nappes (Source : inondationsnappes.fr)	114
Figure 157 - Extrait de la carte des mouvements de terrain (Source : BRGM, MEDDTL)	115

Figure 158 - Carte des cavités souterraines (Source : BRGM)	116
Figure 159 - Carte des risques de retrait/gonflement des argiles (Source : BRGM)	117
Figure 160 - Carte des aléas sismiques en France (Source : site internet du MEEDAT, février 2013)	117
Figure 161 - Classement sonore des infrastructures de transport terrestre (Source : DDT de la Dordogne)	119
Figure 162 - Classement sonore de la RD704 (Source : DDT de la Dordogne)	119
Figure 163 - Localisation des points de mesure (Source : Rapport d'étude acoustique, ORFEA Acoustique)	120
Figure 164 - Tableau des résultats des mesures (Source : Rapport d'étude acoustique, ORFEA Acoustique)	120
Figure 165 - Niveau de bruit diurne à 5m de la route (Source : Commins Acoustics Workshop)	121
Figure 166 - Niveau de bruit diurne à 30m de la route en présence d'équipement agricole actif (Source : Commins Acoustics Workshop)	121
Figure 167 - Localisation des sites BASIAS à proximité du site (Source : BASIAS)	124
Figure 168 - Tableau des sites BASIAS à proximité du site (Source : BASIAS)	124
Figure 169 - Synthèse des résultats de l'analyse de la source de la Fageotte (Source : Veolia)	126
Figure 170 - Tableau de synthèse des enjeux (Environnement physique) (Source : ALTO STEP)	131
Figure 171 - Tableau de synthèse des enjeux (Environnement naturel/Patrimoine et paysage / Environnement humain) (Source : ALTO STEP)	134
Figure 172 - Tableau de synthèse des enjeux (Risques, nuisances et pollutions) (Source : ALTO STEP)	136
Figure 173 - Implantation du projet par rapport à l'urbanisation du territoire (Source: Géoportail)	140
Figure 174 - Implantation du projet (Source : Programme architectural, ATD 24, avril 2012)	141
Figure 175 - Dimensions des terrains d'implantation du projet (Source : Géoportail, photographie aérienne, plan cadastre)	142
Figure 176 - Projections en phase concours du projet SNØHETTA (source : SNØHETTA)	144
Figure 177 - Volumétrie du projet de Mateo Arquitectura (Source : Mateo)	144
Figure 178 - Projections de projet de Mateo Arquitectura (Source : Mateo)	144
Figure 179 - Projections du projet d'Auer & Weber (Source : Auer Weber)	145
Figure 180 - Projections du projet des Ateliers Jean Nouvel (Source : AJN)	146
Figure 181 - Récapitulatif des données quantitatives des projets proposés (Source : ATD24)	147
Figure 182 - Observations concernant la gestion environnementale du site (Source : Rapport de la Commission Technique, ATD24)	149
Figure 183 - Observations concernant les performances du bâtiment (Source : Rapport de la Commission Technique, ATD 24)	150

Figure 184 - Rendu de l'architecture en phase concours, vue depuis le château (Source : SNØHETTA)	151
Figure 185 - Projection de l'insertion du centre dans le site en phase d'APD, vue depuis le parking P1 (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)	151
Figure 186 - Projection de l'insertion du centre dans le site en phase APD, vue depuis l'avenue de Lascaux (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)	151
Figure 187 - Plan de masse du projet (Source : SNØHETTA)	152
Figure 188 - Façade principale (Source : Notice architecturale, SNØHETTA)	153
Figure 189 - Zone d'orientation, système de ruissellement de l'eau sur les parois (Source : Notice architecturale APD, SNØHETTA)	153
Figure 190 - Zone d'orientation, détail de la paroi (Source : Notice architecturale APD, SNØHETTA)	153
Figure 191 - Projection du CIAPML (Source : SNØHETTA)	154
Figure 192 - Plan général du paysage (Source : SNØHETTA)	156
Figure 193 - Schéma de principe de la zone verticale en phase APD (Source : SNØHETTA)	158
Figure 194 - Projection de l'entrée du CIAPML en phase APS (Source : SNØHETTA)	158
Figure 195 - Plan du RDC du CIAPML (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)	159
Figure 196 - Profils de structure du CIAPML (Source : KHEPHREN Ingénierie)	160
Figure 197 - Structure du CIAPML (Source : KHEPHREN Ingénierie)	161
Figure 198 - Puissance calorifiques du bâtiment en phase d'APD (Source : ALTO Ingénierie)	161
Figure 199 - Implantation de la chaufferie bois (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)	162
Figure 200 - Délimitation des bassins versants à la réalisation du projet Lascaux 4 Scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)	163
Figure 201 - Plan de détail du réseau de collecte modélisé scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)	164
Figure 202 - Programme de travaux scénario 5 (Source : SOCAMA Ingénierie)	165
Figure 203 - Coupe du CIAPML avec 2 fac-similés (Source : SNØHETTA)	166
Figure 204 - Parking P1 en phase d'APD (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)	166
Figure 205 - Coupes du Parking P1 en phase d'APD (Source : SNØHETTA, ALTO Ingénierie)	167
Figure 206 - Parking P2 (Source : DRPP du Conseil Général de la Dordogne)	167
Figure 207 - Coupe AA du parking P2 (Source : DRPP du Conseil Général de la Dordogne)	168
Figure 208 - Plan de circulation (Source : Conseil Général de la Dordogne)	168
Figure 209 - Sections de route requalifiées (Source : Conseil Général de la Dordogne)	169
Figure 210 - Requalification de l'avenue de Lascaux (Source : Conseil Général de la Dordogne)	169
Figure 211 - Requalification de la section 7 (Source : Conseil Général de la Dordogne)	170
Figure 212 - Profil du futur giratoire à l'angle de l'avenue de Lascaux et de la rue du Barry (Source : Conseil Général de la Dordogne)	170

Figure 213 - Aménagement de la rue du Barry entre le CIAPML et le parking P2 (Source : Conseil général de la Dordogne)	170
Figure 214 - Aménagement de la rue du Barry à l'embranchement du parking P2 (Source : Conseil général de la Dordogne)	171
Figure 215 - Aménagements étudiés (Source : Conseil Général de la Dordogne)	171
Figure 216 - Aménagement de l'avenue de Lascaux en dehors du périmètre du l'étude d'impact (Source : Conseil Général de la Dordogne)	172
Figure 217 - Situation de la propriété bâtie à l'angle des rues de la Fontaine des Pères et du Barry (Source : Conseil Général de la Dordogne)	172
Figure 218 - Tableau des volumes de déblais et de remblais (Source : ALTO Ingénierie) ..	173
Figure 219 - Planning de la réalisation du projet (Source : SNØHETTA, VPEAS)	175
Figure 220 - Calendrier enveloppe des travaux (Source : CRX Ouest)	179
Figure 221 - Esquisse plan d'installation de chantier (Source : CRX OUEST, juillet 2013) ..	181
Figure 222 – Zone de défrichement (Source : DUNCAN LEWIS)	183
Figure 223 - Mesure de limitation de l'emprise du chantier vis-à-vis des zones humides (Source : ETEN Environnement)	190
Figure 224 - Localisation du site Natura 2000 au regard du projet (Source : ETEN Environnement)	191
Figure 225 - Ordonnance n°2000-914 du 18 Septembre 2000	194
Figure 226 - Cartographie du périmètre maximal de l'amplitude acoustique ressentie (Source : ALTO Ingénierie, fond IGN)	195
Figure 227 - Méthode de calcul des rejets atmosphériques du trafic routier engendré par le projet (Source : ALTO Ingénierie)	200
Figure 228 - Evaluation des concentrations en polluant du rejet (effets chroniques) (Source : ETEN Environnement)	203
Figure 229 - Effectif prévisionnel (Source : Lordculture)	206
Figure 230 – Plan des aménagements du chemin du Régourdou (Source : DRPP, Conseil Général de la Dordogne)	228
Figure 231 – Taux de dépréciation des valeurs locatives en fonction du bruit (Source : Instruction cadre du 25 mars 2004, mise à jour le 27 mai 2005)	230
Figure 232 – Catégories de milieux pour l'évaluation des incidences monétaires de la pollution atmosphérique (Sources : Données de l'instruction cadre)	231
Figure 233 – Incidences pour le transport en milieu urbain diffus (Source : Données de l'instruction cadre)	231
Figure 234 - Compatibilité du projet avec le SDAGE Adour-Garonne (Source : Dossier loi sur l'eau, ETEN Environnement, juin 2013)	236
Figure 235 - Compatibilité du projet avec l'U.H.R « Vézère »	237
Figure 236 - prospections de terrain (Source : ETEN Environnement)	245
Figure 237 - Aire d'étude (Source : ETEN Environnement)	248
Figure 238 – Justification de la hiérarchisation des enjeux (Source : ALTO Ingénierie	249

IX – ANNEXES

1. ANNEXE I : REPOSE DE LA DREAL SUITE A LA DEMANDE D'EXAMEN AU CAS PAR CAS



PRÉFET DE LA RÉGION AQUITAINE

Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
Aquitaine

Mission Connaissance et Évaluation
Dossier : F07212P0432

Bordeaux, le

Arrêté portant décision d'examen au cas par cas
en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement

Le Préfet de la région Aquitaine,
Préfet de la Gironde,
Officier de la Légion d'Honneur,
Officier de l'Ordre National du Mérite

Vu la directive 2011/62/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011
concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement,
notamment son annexe II ;

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 122-1, R. 122-2 et R. 122-3 ;

Vu l'arrêté du ministre de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement du
22 mai 2012 relatif au contenu du formulaire de demande d'examen au cas par cas ;

Vu le formulaire de demande d'examen au cas par cas n° F07212P0432 relatif à la construction
du centre international d'art pariétal de Montignac-Lascaux, situé à « la Grande Béche », sur la
commune de MONTIGNAC (24), formulaire reçu complet le 20 décembre 2012 ;

Vu l'avis de l'Agence Régionale de Santé du 3 janvier 2013 ;

Considérant la nature du projet relatif à la construction d'un équipement culturel de 8 180 m² de
surface de plancher susceptible d'accueillir entre 1 500 et 4 000 personnes par jour en période de haute
fréquentation, cet équipement étant doté de deux aires de 200 places de stationnement, l'une d'elles
pouvant être agrandie de 100 places à terme, sur une emprise foncière totale de 8,28 ha,

Considérant que la mise en œuvre de ce projet peut nécessiter un défrichement, en l'absence
d'empêchement,

ce projet relève des rubriques

38°) du tableau annexé à l'article R.122-2 du code de l'environnement qui soumet à examen au
cas par cas les équipements culturels, sportifs ou de loisirs susceptibles d'accueillir plus de 1 000
personnes et moins de 5 000 personnes,

40°) du dit tableau, qui soumet à examen au cas par cas les aires de stationnement de plus de
100 unités situées dans une commune non dotée d'un document d'urbanisme ayant fait l'objet d'une
évaluation environnementale

et 51a°) du même tableau, qui soumet à examen au cas par cas les projets de défrichement
portant sur une superficie totale, même fragmentée, inférieure à 25 hectares ;

Château de

Préfecture d'Aquitaine

Département d'examens au cas

par cas, transmis par le

SG de la

Préfecture d'Aquitaine

Horaires d'ouverture : 08h30-17h30 / 13h35-17h00
Tél : 33 (0)5 56 24 88 22 - fax : 33 (0)5 56 24 47 24
Site administratif : 197 50 - rue Jules Ferry
33098 Bordeaux cedex

Considérant que l'ouverture de ce centre international d'art pariétal aura d'une part des effets
positifs en permettant de sanctuariser la colline de Lascaux, par l'exclusion de véhicules à moteur sur cette
colline, tout en proposant à la visite un fac-similé intégral de la grotte associée à des formes innovantes de
scoléographie permettant de restituer l'art pariétal avec une grande finesse,

mais que d'autre part l'ouverture de ce centre international d'art pariétal modifiera de façon
significative la fréquentation du site et de ses abords sur le territoire de la commune de Montignac, avec
une augmentation de la circulation de véhicules légers, d'autos et également de pèlerins, les prévisions
de fréquentation correspondant à environ 400 000 visiteurs par an au lieu des 255 000 visiteurs actuels du
site Lascaux II,

Considérant que le projet du bâtiment est conçu de sorte de minimiser l'impact sur la forêt, en
s'insérant dans la colline, mais que cette implantation nécessite la réalisation de fondations profondes et
d'affleurements importants, susceptibles de générer des impacts notables en phase chantier,

Considérant la localisation du projet en milieu sensible

d'un point de vue patrimonial avec la présence des sites inscrits de la colline de Lascaux
(SIN0000037), et des vallées de la Beune, de la petite Beune et de la Vézère (SIN0000116) et des sites
classés de la colline de Lascaux (SCL0000591) et de son extension (SCL0000670), et la proximité de la
grotte de Lascaux, classée au titre des monuments historiques et du patrimoine mondial de l'UNESCO,

et vis-à-vis du milieu naturel, le projet se situant dans le périmètre de protection rapprochée de la
source d'eau potable de la Fageotte et à environ 200 m du site Natura 2000, directive Habitat de la Vézère
(FR7200966)

Considérant ainsi au regard de la nature et de la localisation du projet que celui-ci est
susceptible d'avoir des impacts notables sur l'environnement, en phase chantier puis en phase
d'exploitation,

Arrête :

Article 1^{er}

L'opération objet du formulaire n° F07212P0432 est soumise à étude d'impact en application de
la section première du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement.

Article 2

La présente décision, délivrée en application de l'article R. 122-3 du code de l'environnement, ne
dispense pas des autorisations administratives auxquelles le projet peut être soumis.

Article 3

Le présent arrêté sera publié sur les sites Internet de la préfecture de région et de la Direction
régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Aquitaine.

Le Préfet de région,

2. ANNEXE II : LISTE DES OISEAUX IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom commun	Statut réglementaire			LR France 2011			LR Monde	Statut sur l'aire d'étude
		PN	Bern	DO	Nicheur	Hivernant	De passage		
<i>Carduelis carduelis</i>	Cardonnet élégant	Art.3	An. II	/	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Corvus corone</i>	Corneille noire	/	/	An. II/2	LC	NAd	/	LC	S
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	Art.3	An. II	/	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Turdus philomelos</i>	Grive musicienne	/	An. III	An. II/2	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Turdus merula</i>	Merle noir	/	An. III	An. II/2	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	Art.3	An. II	/	LC	/	NAb	LC	Npo
<i>Milvus migrans</i>	Milan noir	Art.3	An. II	An. I	LC	/	NAd	LC	C
<i>Passer domesticus</i>	Moineau domestique	Art.3	/	/	LC	/	NAb	LC	Npo
<i>Picus viridis</i>	Pic vert	Art.3	An. II	/	LC	/	/	LC	Npr
<i>Columba palumbus</i>	Pigeon ramier	/	/	/	LC	LC	NAd	LC	Npo
<i>Fringilla coelebs</i>	Pinson des arbres	Art.3	An. III	/	LC	NAd	NAd	LC	Npr
<i>Erithacus rubecula</i>	Rougegorge familier	Art.3	An. II	/	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Phoenicurus ochruros</i>	Rougequeue noir	Art.3	An. II	/	LC	NAd	NAd	LC	Npo
<i>Serinus serinus</i>	Serin cini	Art.3	An. II	/	LC	/	NAd	LC	Npo
<i>Sitta europaea</i>	Sitelle torchepot	Art.3	An. II	/	LC	/	/	LC	Npo
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tourterelle turque	/	An. III	An. II/2	LC	/	NAd	LC	Npo
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	Art.3	An. II	/	LC	NAd	/	LC	Npo
<i>Carduelis chloris</i>	Verdier d'Europe	Art.3	An. II	/	LC	NAd	NAd	LC	Npo

PN : Protection Nationale

Art. 3 : Espèce protégée ainsi que son habitat

Bern : Convention de Bern

An. II : Espèce protégée ainsi que son habitat

An. III : Espèce dont l'exploitation est réglementée

DO : Directive Oiseaux

An. I : Espèces faisant l'objet de mesures de conservation spéciale concernant leur habitat, afin d'assurer leur survie et leur reproduction dans leur aire de distribution

An. II : Espèces dont la chasse n'est pas interdite à condition que cela ne porte pas atteinte à la conservation des espèces

LR : Liste rouge

Espèces menacées de disparition

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

Autres catégories

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

DD : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle ou marginale et non observée chaque année en métropole, (c) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais ne remplissant pas les critères d'une présence significative, ou (d) régulièrement présente en métropole en hivernage ou en passage mais pour laquelle le manque de données disponibles ne permet pas de confirmer que les critères d'une présence significative sont remplis)

NE : Non évaluée (espèce non encore confrontée aux critères de la Liste rouge)

Statut :

H : hivernant

M : migrateur

Npo : nicheur possible

Npr : nicheur probable

Nc : nicheur certain

E : estivant

S : survol

C : chasse

3. ANNEXE III : LISTE DES REPTILES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom commun	Statut réglementaire			LR France 2009	LR Monde
		PN	Bern	DH		
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	Art. 2	An. II	An. IV	LC	LC

PN : Protection nationale

Art. 2 : Espèce protégée ainsi que son habitat

Bern : Convention de Bern

An. II : Espèce protégée ainsi que son habitat

DH : Directive Habitats

An IV : Espèce nécessitant une protection particulière stricte

LR : Liste rouge

Espèces menacées de disparition

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

Autres catégories

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

4. ANNEXE IV : LISTE DES AMPHIBIENS IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom commun	Statut réglementaire			LR France 2009	LR monde
		PN	Bern	DH		
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandre tachetée	Art. 3	An. III	/	LC	LC

PN : Protection nationale

Art. 2 : Espèce protégée ainsi que son habitat

Art. 3 : Espèce protégée

Bern : Convention de Bern

An. II : Espèce protégée ainsi que son habitat

An. III : Espèce dont l'exploitation est réglementée

DH : Directive Habitats

An. II : Espèce d'intérêt communautaire - * Espèce prioritaire

An IV : Espèce nécessitant une protection particulière stricte

An V : Interdiction de l'utilisation de moyens non sélectifs de prélèvement, de capture et de mise à mort pour ces espèces

LR : Liste rouge

Espèces menacées de disparition

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

Autres catégories

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

5. ANNEXE V : LISTE DES MAMMIFERES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom commun	Statut réglementaire			LR France 2009	LR monde
		PN	Bern	DH		
<i>Capreolus capreolus</i>	Chevreuril européen	/	An. III	/	LC	LC
<i>Lepus europaeus</i>	Lièvre d'Europe	/	/	/	LC	LC

PN : Protection nationale

Art. 2 : Espèce protégée ainsi que son habitat

Bern : Convention de Bern

An. II : Espèce protégée ainsi que son habitat

An. III : Espèce dont l'exploitation est réglementée

DH : Directive Habitats

An. II : Espèce d'intérêt communautaire - * Espèce prioritaire

An IV : Espèce nécessitant une protection particulière stricte

An V : Interdiction de l'utilisation de moyens non sélectifs de prélèvement, de capture et de mise à mort pour ces espèces

LR : Liste rouge

Espèces menacées de disparition

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

Autres catégories

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

6. ANNEXE VI : LISTE DES INSECTES IDENTIFIES SUR L'AIRE D'ETUDE

Nom scientifique	Nom commun	Statut réglementaire			LR France 2009	LR monde
		PN	Bern	DH		
<i>Callophrys rubi</i>	Argus vert	/	/	/	LC	LC
<i>Papilio machaon</i>	Machaon	/	/	/	LC	LC
<i>Lasiommata megera</i>	Mégère	/	/	/	LC	LC
<i>Melitaea cinxia</i>	Mélitée du plantain	/	/	/	LC	LC
<i>Maniola jurtina</i>	Myrtil	/	/	/	LC	LC
<i>Aglais io</i>	Paon-du-jour	/	/	/	LC	LC
<i>Leptidea sinapis</i>	Piérade de la moutarde	/	/	/	LC	LC
<i>Pieris rapae</i>	Piérade de la rave	/	/	/	LC	LC
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	/	/	/	LC	LC
<i>Vanessa atalanta</i>	Vulcain	/	/	/	LC	LC

PN : Protection nationale

Art. 2 : Espèce protégée ainsi que son habitat

Bern : Convention de Bern

An. II : Espèce protégée ainsi que son habitat

An. III : Espèce dont l'exploitation est réglementée

DH : Directive Habitats

An. II : Espèce d'intérêt communautaire - * Espèce prioritaire

An IV : Espèce nécessitant une protection particulière stricte

An V : Interdiction de l'utilisation de moyens non sélectifs de prélèvement, de capture et de mise à mort pour ces espèces

LR : Liste rouge

Espèces menacées de disparition

CR : En danger critique

EN : En danger

VU : Vulnérable

Autres catégories

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises)

LC : Préoccupation mineure (espèce pour laquelle le risque de disparition de France est faible)

DD : Données insuffisantes (espèce pour laquelle l'évaluation n'a pas pu être réalisée faute de données suffisantes)

NA : Non applicable (espèce non soumise à évaluation car (a) introduite après l'année 1500, (b) présente de manière occasionnelle)

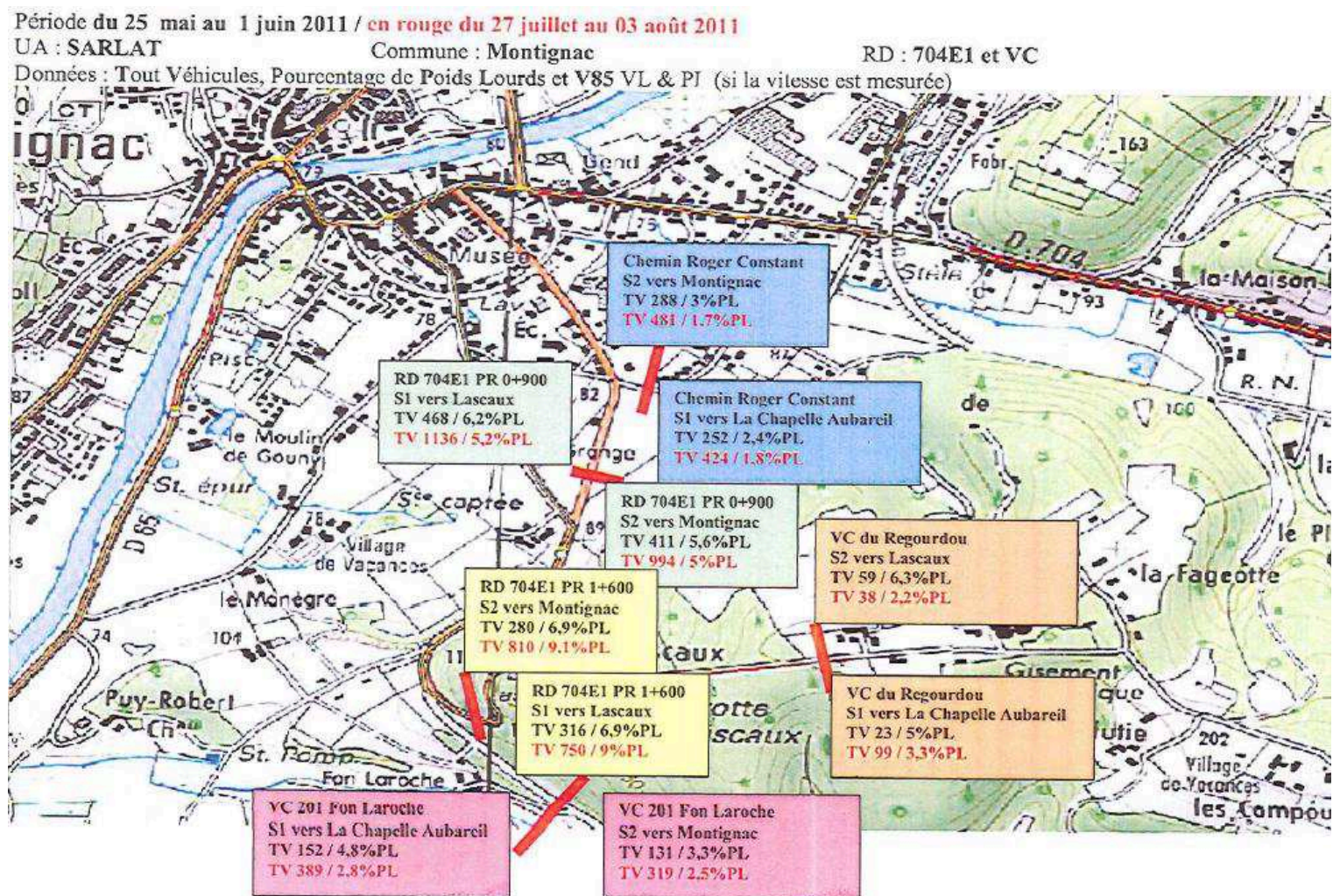
NE : Non évaluée (espèce non encore confrontée aux critères de la Liste rouge)

7. ANNEXE VII : RENDEMENTS EPURATOIRES SUR LES REJETS D'EAUX PLUVIALES DES BASSINS DE RETENTION EN PHASE D'EXPLOITATION

Paramètres de pollution	Concentration moyenne brute dans le rejet (en mg/L)	Rendement épuratoire attendu	Concentration en sortie de rejet (en mg/L)	Intervalles de concentration moyenne de l'objectif du bon état*
MES	74,71	83 %	12,70	< 30 mg/L
DCO	71,32	70 %	21,40	20 à 25 mg/L
DBO₅	10,19	75 %	2,55	3 à 5 mg/L
Hydrocarbures	1,70	88 %	0,20	Non repris
Plomb	0,11	65 %	0,04	< 0,05 mg/L

*Valeurs relatives au SEQ-Eau version 2, pris en compte dans le SDAGE 2010-2015

8. ANNEXE VIII : COMPTAGES ROUTIERS AU SUD DU CIAPML



ANNEXE 13

Centre international de l'art pariétal «Lascaux IV»

Point sur la source mise au jour lors du chantier

Nicolas Houillon

Laboratoire I2M-CGE – Université de Bordeaux

Rapport

2. Point sur la source du chantier de Lascaux IV

HOUILLON Nicolas

Sous la direction de :

Alain Denis

Roland Lastennet

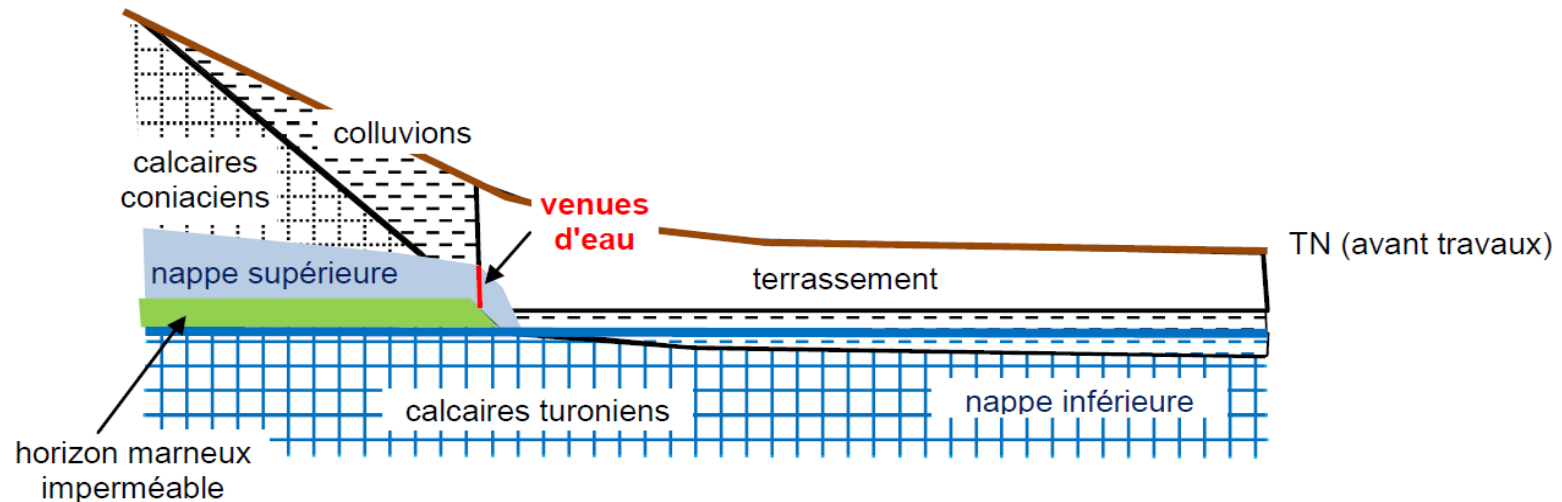
Philippe Malaurent



* www.u-bordeaux1.fr

2. Point sur la source du chantier de Lascaux IV

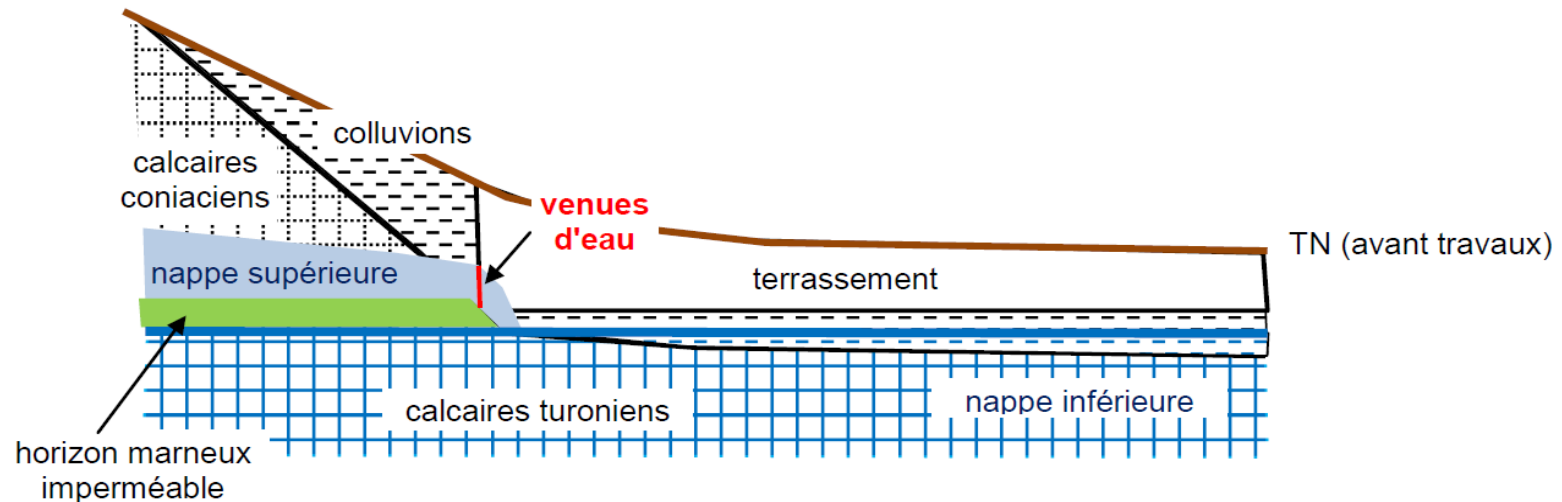
- **Origine de l'eau selon SHE (Sol Hydro Environnement)** : calcaires coniaciens comme la Haute Fageotte (même débit).



Coupe explicative de l'origine des venues d'eau (SHE)

2. Point sur la source du chantier de Lascaux IV

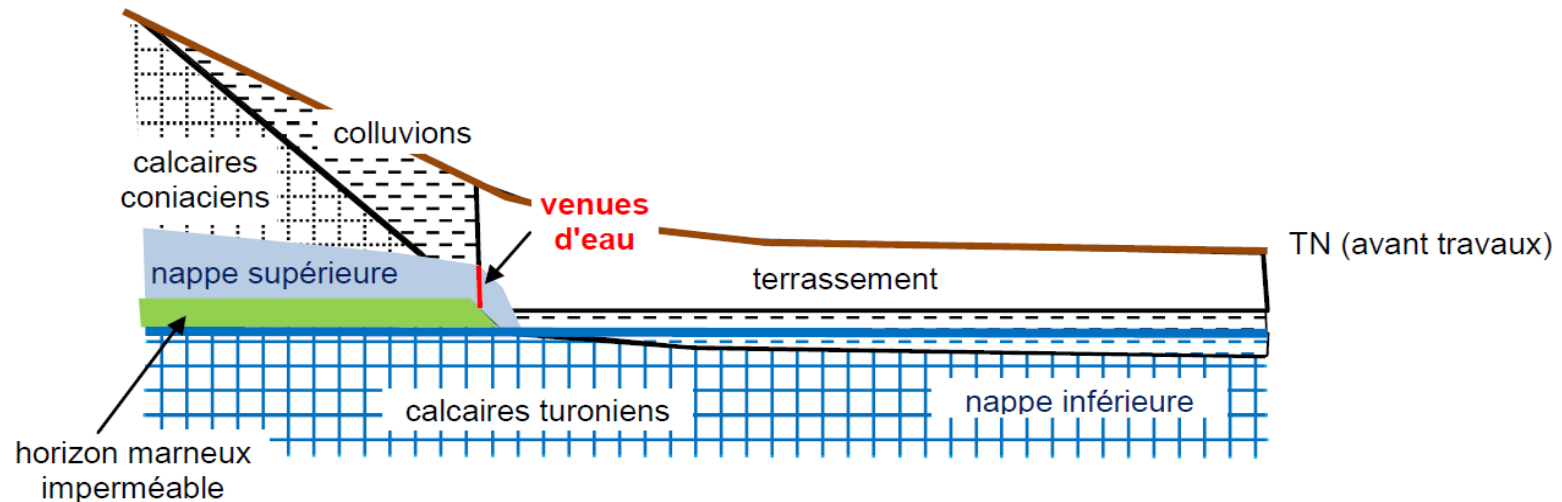
- **Origine de l'eau selon SHE (Sol Hydro Environnement)** : calcaires coniaciens comme la Haute Fageotte (même débit).



Coupe explicative de l'origine des venues d'eau (SHE)

2. Point sur la source du chantier de Lascaux IV

- **Origine de l'eau selon SHE (Sol Hydro Environnement)** : calcaires coniaciens comme la Haute Fageotte (même débit).



Coupe explicative de l'origine des venues d'eau (SHE)

ANNEXE 14

Centre international de l'art pariétal «Lascaux IV»

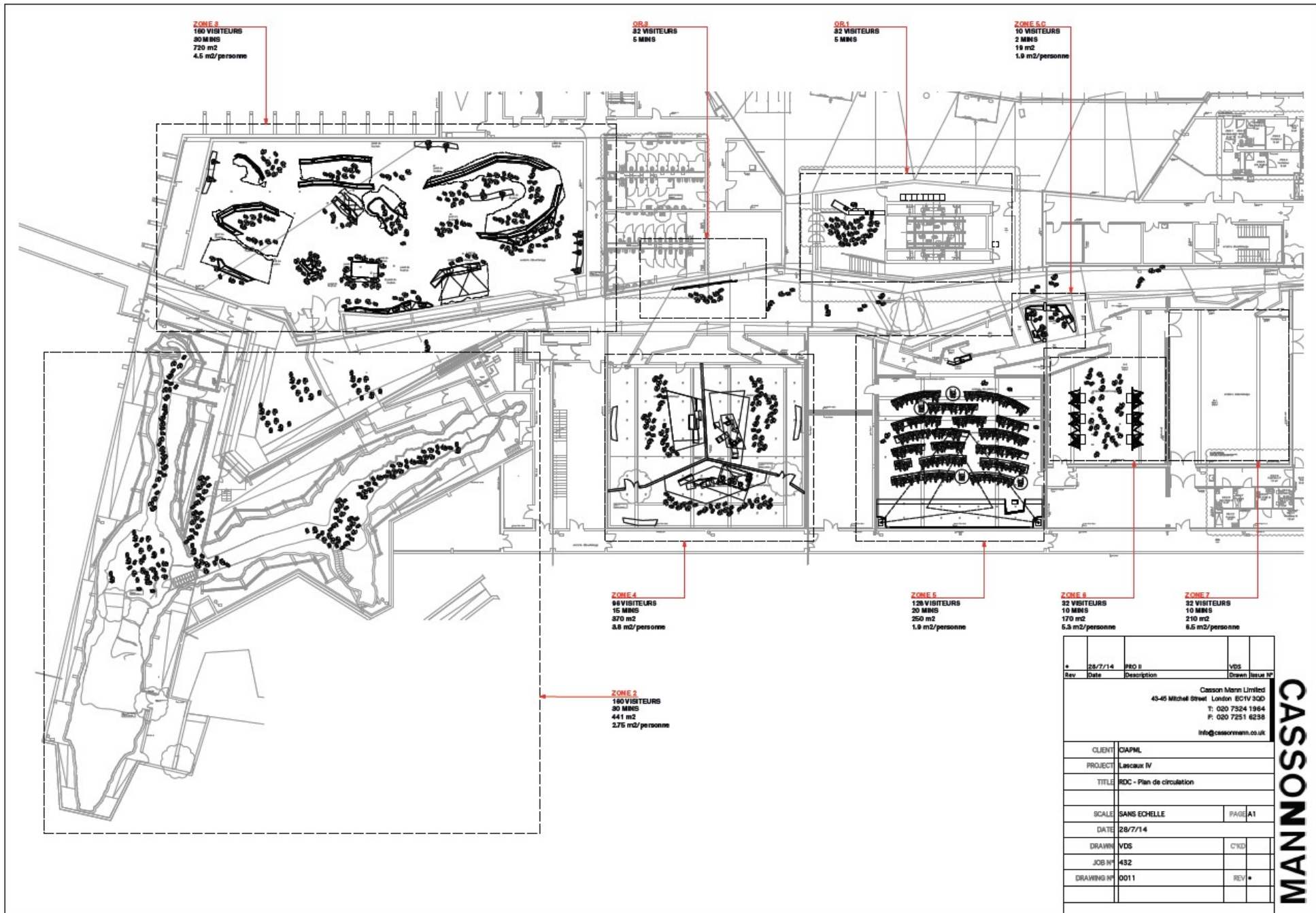
Projet architectural et scénographique

Centre international de l'art pariétal – Lascaux IV – Projet Snøhetta





Plan de circulation – Casson Mann





CIAPML - Centre International de l'Art Pariétal de Montignac-Lascaux



DOSSIER MARCHE

AVRIL 2014

PIECES GRAPHIQUE

05 – Pièces graphiques - Scénographie

SCE-001 Scénographie - Images

Le Recit

MARCEL RAVIDAT
MULA DITIMIS, NOX SIGNONEM PUBLIA
NOX MANDIUM PERITARBITAM MORIBUL
TERE ERFEK NO.



Grand hall with great
architectural details
and a large mural
of the cave.



Est-ce la plus belle grotte
préhistorique du monde
que l'on vient de découvrir
à Montignac-sur-Vézère ?
LES EXPERTS L'AFFIRMENT

(De notre reportage spécial)
Montignac-sur-Vézère, 24 septembre.
Une grotte préhistorique, l'une des plus belles d'Europe,
a été découverte à Montignac-sur-Vézère, dans le département
de la Dordogne. Les experts l'ont affirmé.

Les figures
peintes
de la Grotte
de Lascaux.



LA GROTTE
DE LASCAUX
A été découverte
à Montignac-sur-Vézère,
dans le département
de la Dordogne.

Les figures
peintes
de la Grotte
de Lascaux

La découverte
du souterrain
et l'inventaire
de ses richesses



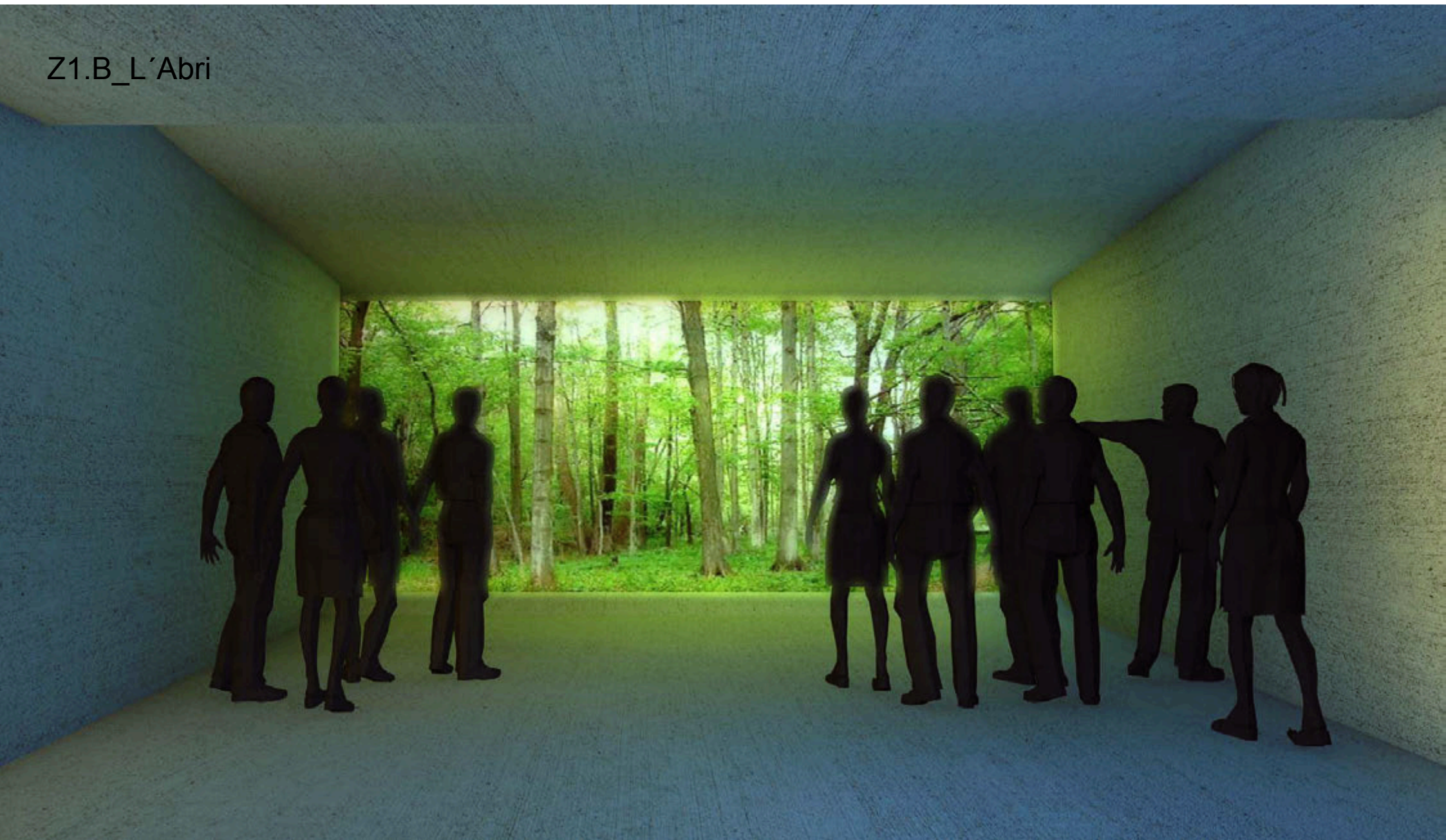
LEON LAVAL
RIT CERNULI NGULTUIUS ESTRI PREM NONIUS,
NOCUPICIT, NIQUODI, NOS NUM IA POENDEM.



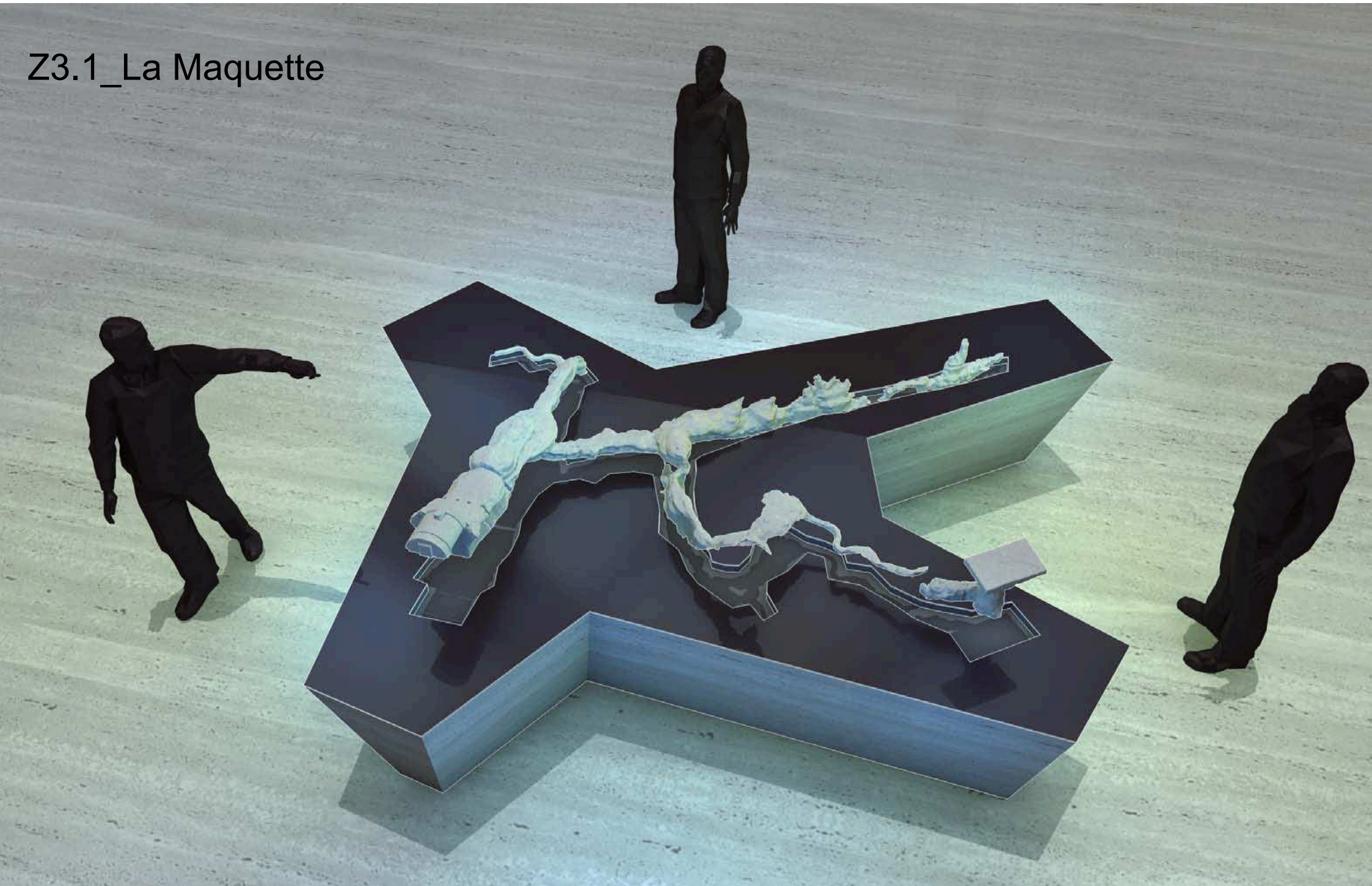
Z1.A_Le Belvedere



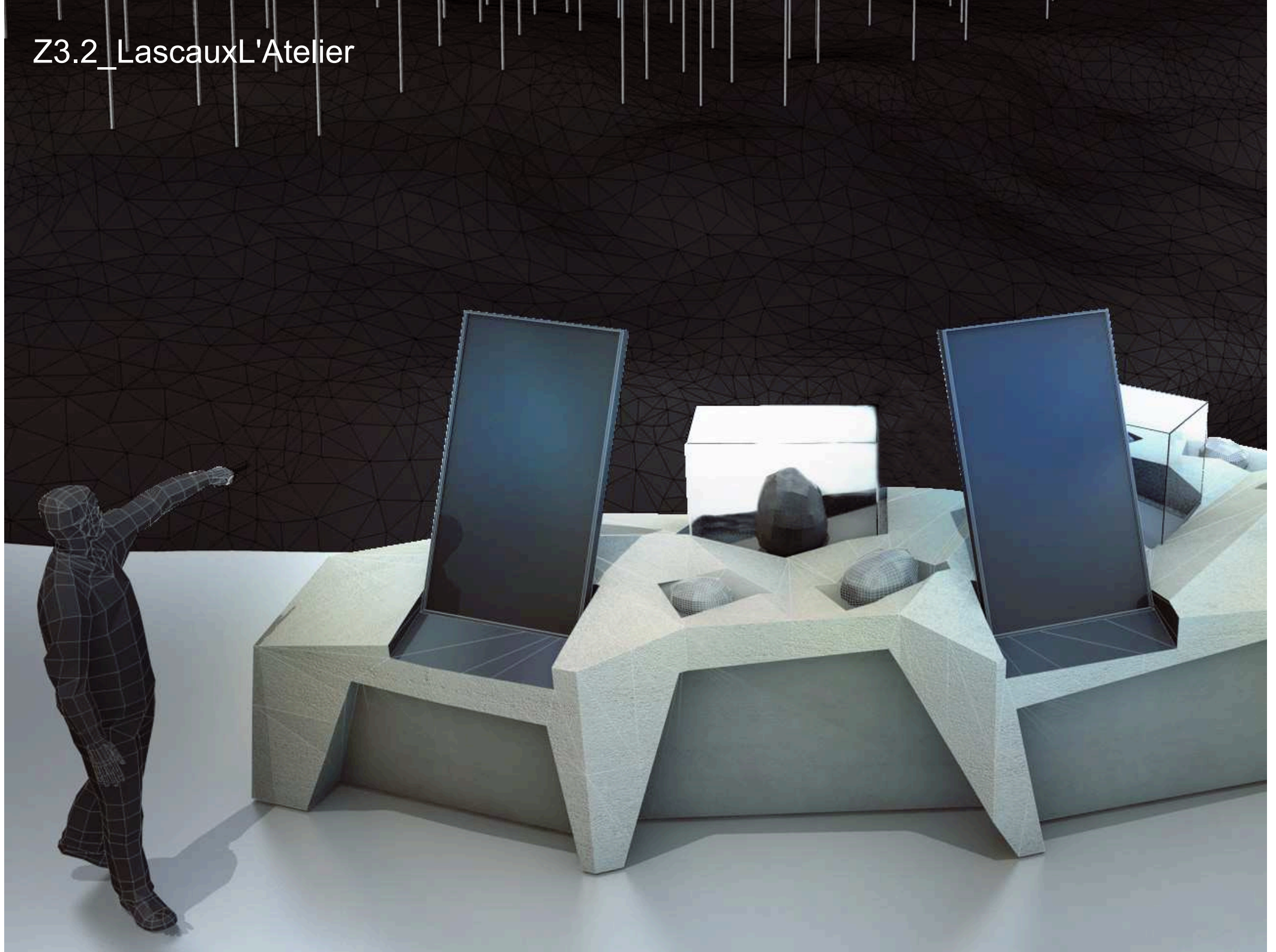
Z1.B_L'Abri



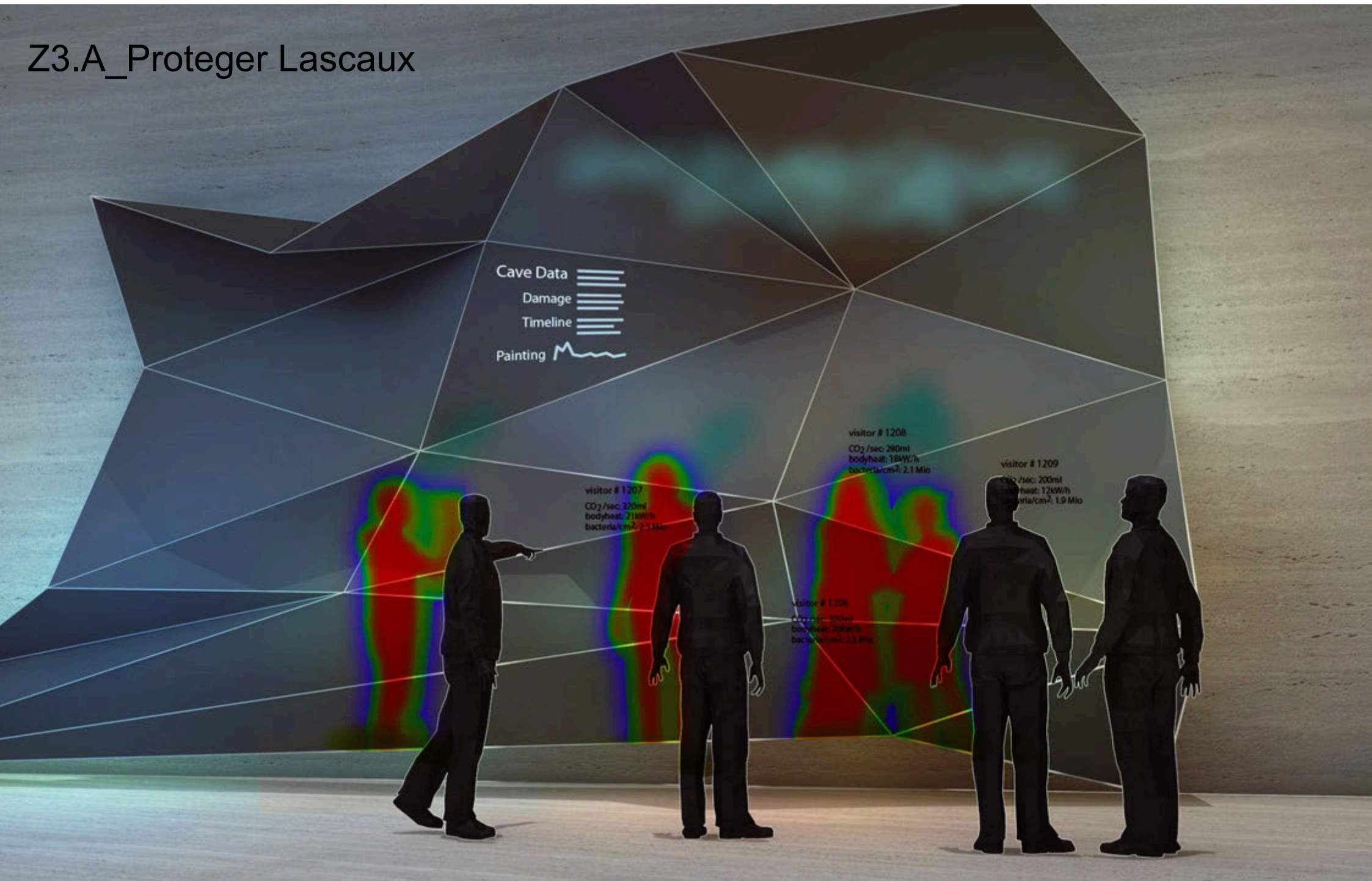
Z3.1_La Maquette



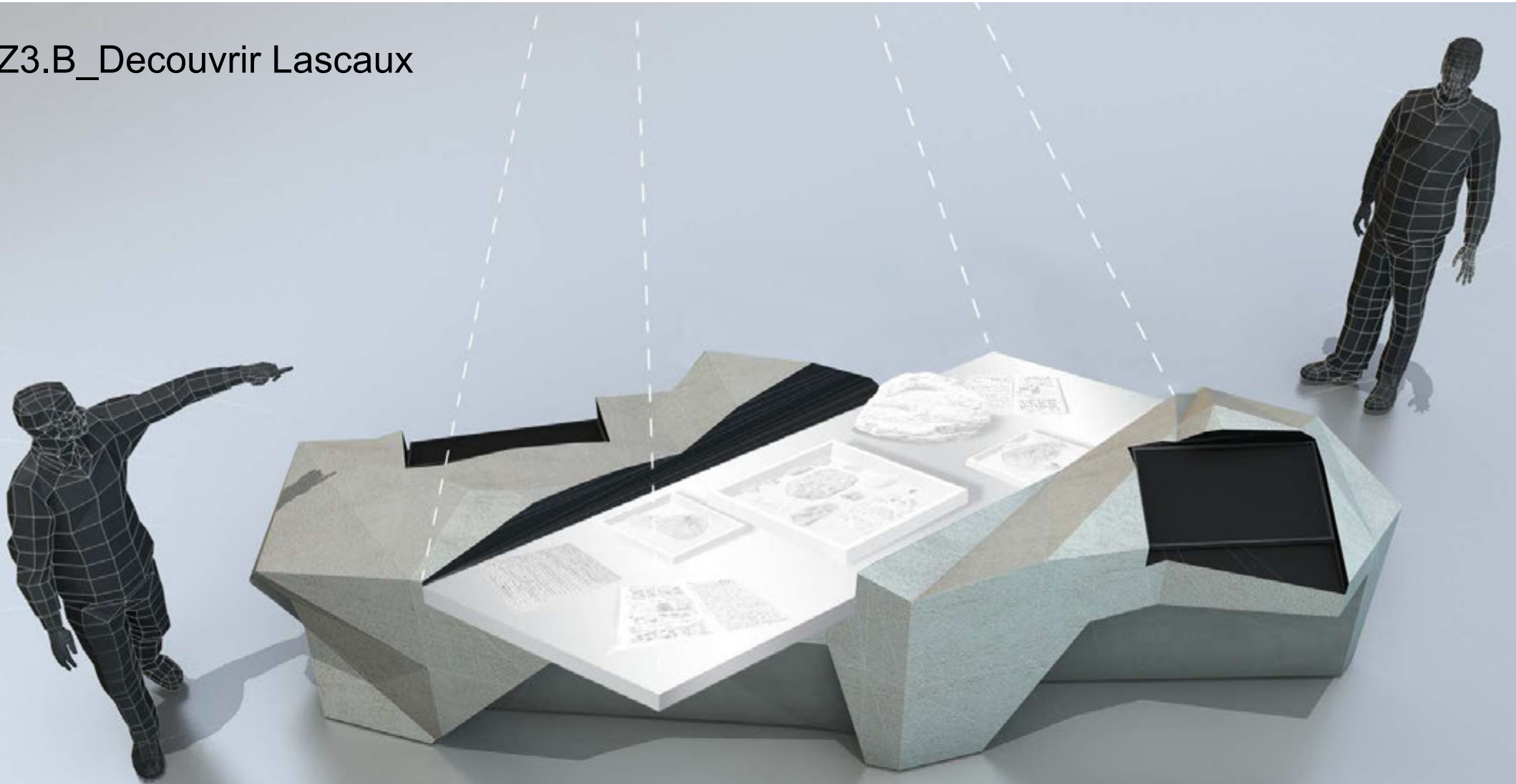
Z3.2_LascauxL'Atelier

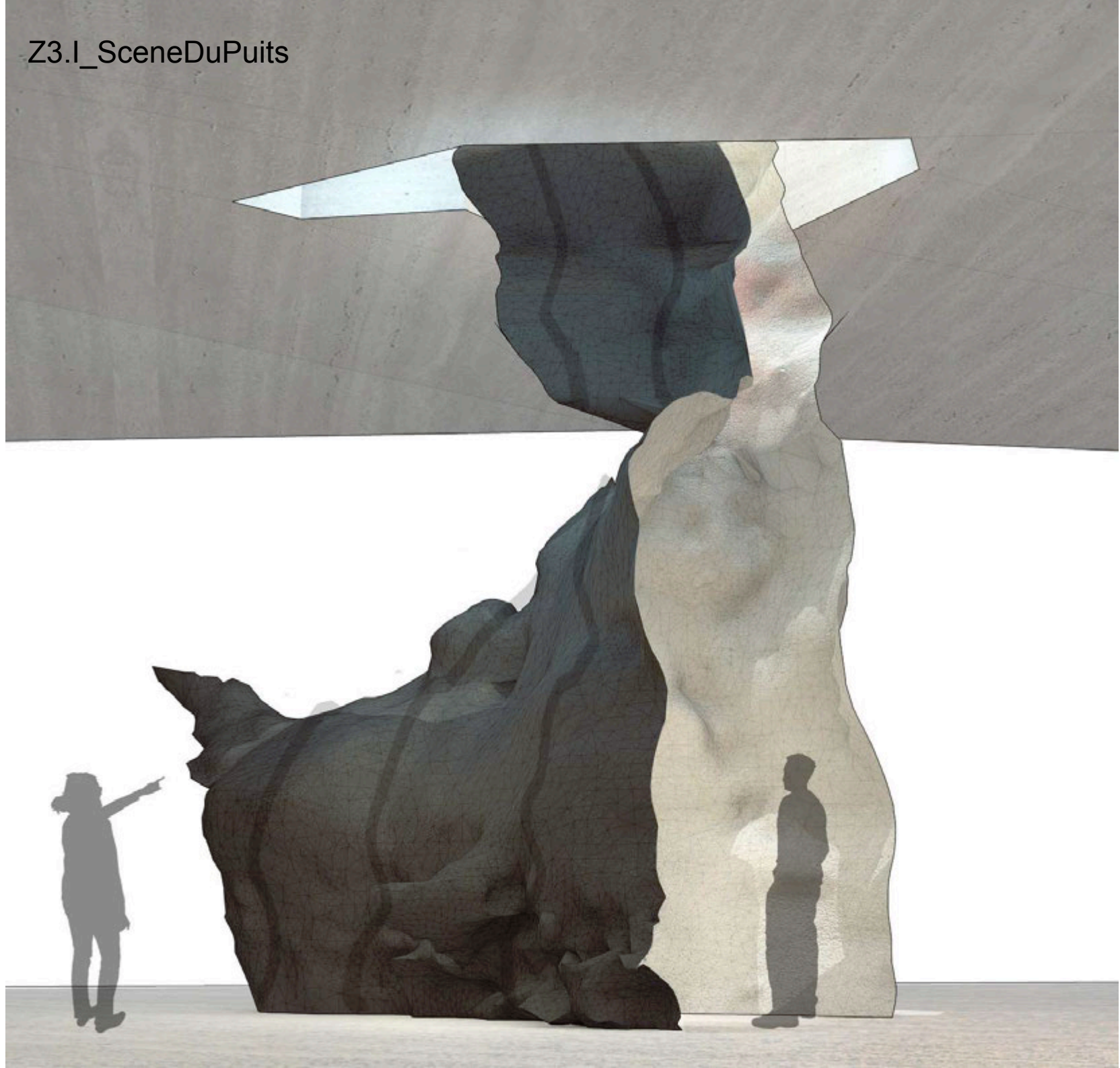


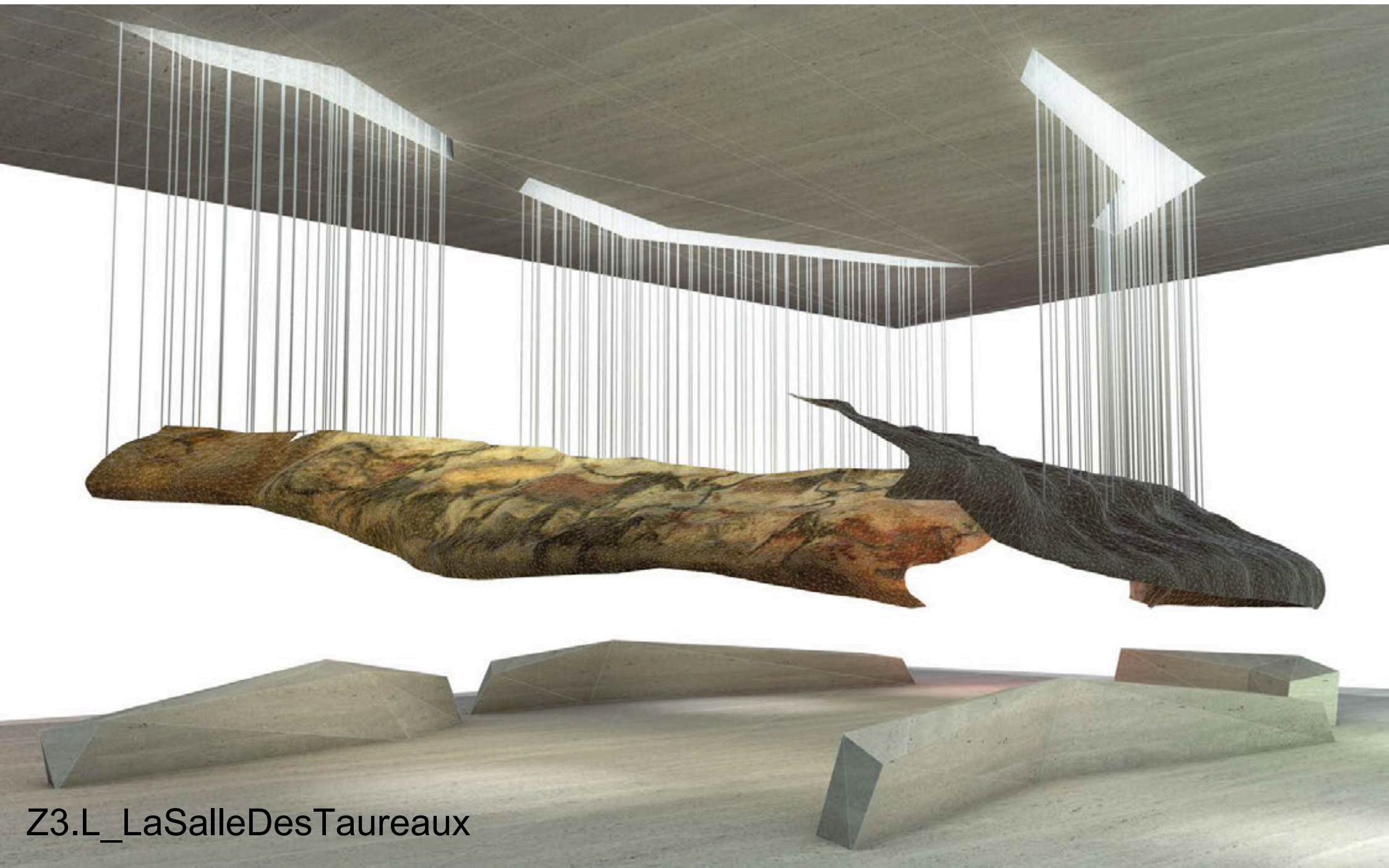
Z3.A_Proteger Lascaux



Z3.B_Decouvrir Lascaux







Z3.L_LaSalleDesTaureaux



Zone 3 - Comprendre Lascaux
Les Membranes Froissées



Lumière venant du plafond

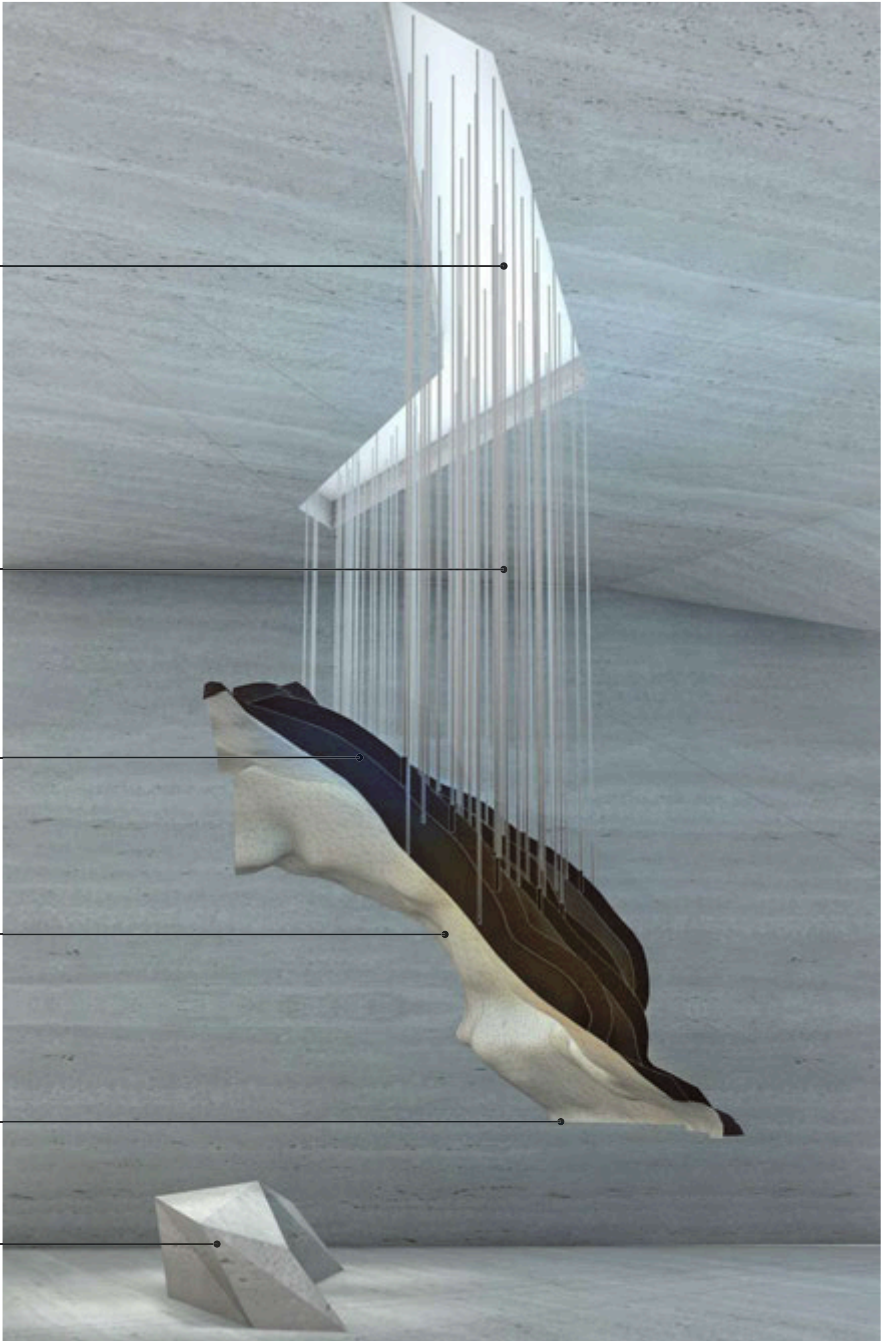
Tubes métalliques
suspendus

Ossatures structurelles intégrées au
dos des membranes.
Finition gris sombre afin d'atténuer
toute réflexion lumineuse

Texture de roche

Distance entre sol et bas de la
membrane : 600 mm
(à défaut : un élément surrélevé sera
ajouté au sol)

Élément surrélevé (même finition que
le sol) permettant la mise à distance
des visiteurs et assurer les cônes de
projections. Cet élément habille les
projecteurs et les éclairages



Zone 3 - Comprendre Lascaux

Le principe d'interaction

Organisation sur les différents types d'expériences de visite de la zone 3

A - La Maquette



Zone 3.1 - La maquette de la grotte

B - Tables / Panneaux



Zone 3.A - Protéger Lascaux

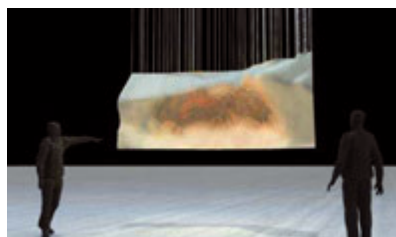


Zone 3.B - Découvrir Lascaux



Zone 3.2 - Lascaux L'Atelier

C - Projections sur membranes froissées



Zone 3.C - Les Deux Bisons Adossés (Nef)



Zone 3.D - La Grande Vache Noire (Nef)



Zone 3.E - Le Panneau de l'Empreinte (Nef)

D - Panneaux de Fac-similé



Zone 3.J - Le diverticule Axial



Zone 3.K - Le Cheval Renversé



Zone 3.L - La Salle des taureaux

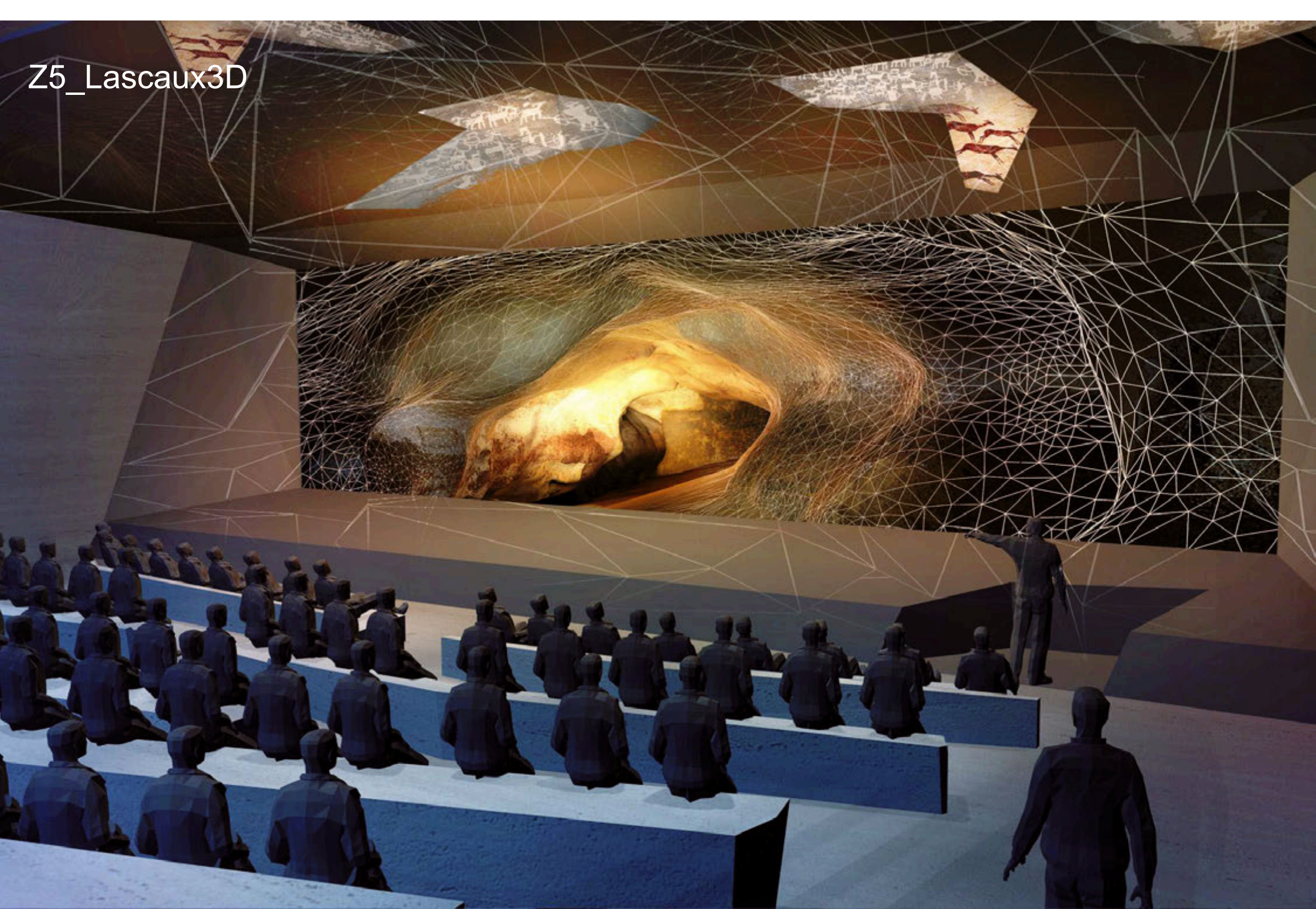


Zone 3.G - L'Abside

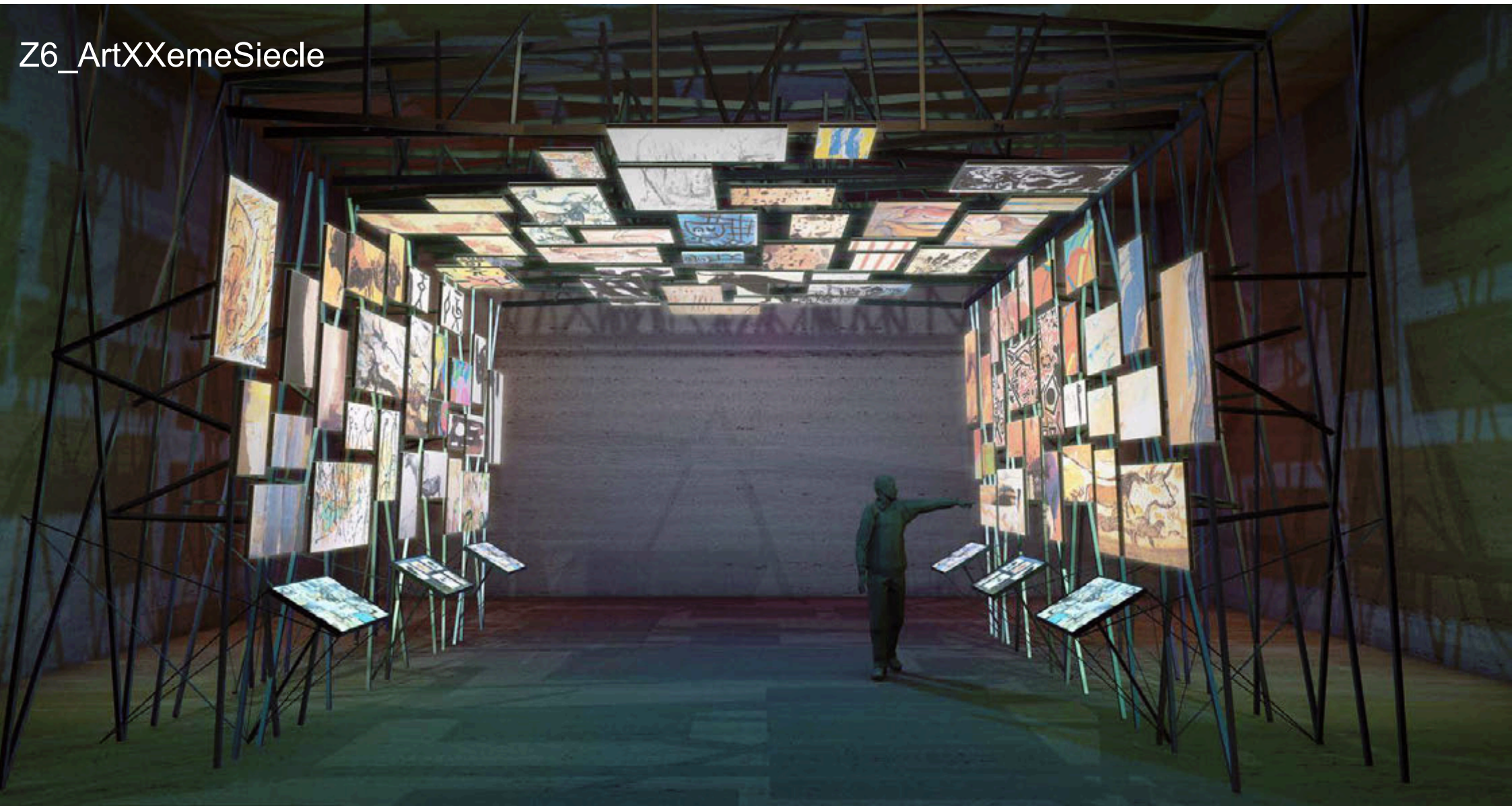


Zone 3.I - La Scène du Puits

Z5_Lascaux3D



Z6_ArtXXemeSiecle



ANNEXE 15

Conseil scientifique de la grotte de Lascaux

Arrêté ministériel de renouvellement du conseil

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de la culture et de la
communication

Arrêté du 29 MAR. 2013

portant nomination au Conseil scientifique de la grotte de Lascaux

La ministre de la culture et de la communication,

Vu l'arrêté du 15 février 2010 modifié portant création du Conseil scientifique de la grotte de Lascaux,

Arrête :

Article 1^{er}

Sont nommés membres du Conseil scientifique de la grotte de Lascaux :

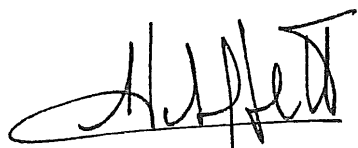
- M. Yves Coppens, Préhistoire, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur honoraire au Collège de France, Professeur honoraire au Muséum national d'histoire naturelle, Paris ; Président ;
- M. Jean-Jacques Delannoy, Karstologie, Professeur des Universités (Université de Savoie), Directeur du laboratoire EDYTEM (Environnements, Dynamiques et Territoires de Montagne) Université de Savoie, Chambéry ; Vice-Président ;
- M. Bruno Arfib, Hydrogéologie karstique, Maître de Conférences à l'Université d'Aix-Marseille, Laboratoire CEREGE (Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement) d'Aix-en-Provence ;
- M. René Bally, Microbiologie, Directeur de recherches au CNRS, Chargé de mission à l'Agence inter-établissements de recherche pour le développement, IRD, Marseille ;
- M. Louis Deharveng, Entomologie souterraine, Directeur de recherche au CNRS, Muséum national d'histoire naturelle, laboratoire Origine, structure et évolution de la biodiversité, Paris ;
- Mme Joëlle Dupont, Mycologie, Professeur au muséum national d'histoire naturelle, laboratoire Origine, structure et évolution de la biodiversité, Paris ;
- M. Thierry Heulin, Microbiologie, Directeur de recherche au CEA, Directeur de l'Institut de biologie environnementale et biotechnologie (IBEB) CEA, Cadarache ;
- Mme Lucile Jocteur-Monrozier, Pédologie, Chargée de recherche honoraire au CNRS, Laboratoire d'écologie microbienne, Lyon ;

- M. Robert J. Koestler, Biologie, Directeur du Muséum Conservation Institute, Smithsonian Institution, Washington DC, Etats-Unis ;
- M. Baudouin Lismonde, Climatologie souterraine, Professeur honoraire des Universités (Université Joseph Fourier), laboratoire des écoulements géophysiques et industriels, Grenoble ;
- M. Roberto Ontañón Peredo, Archéologie, directeur des grottes ornées de Cantabrie, Conseil de la Culture, du Tourisme et des Sports, Gouvernement de Cantabrie, Santander, Espagne ;
- Mme Valérie Plagnes, Hydrogéologie, Maître de conférences à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris 6 ;
- M. André Sentenac, Biologie, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut de biologie et technologie du CEA, Saclay ;
- M. Piero Tiano, Conservation, Directeur de l'Institut pour la conservation et la valorisation des biens culturels (l'ICVBC), *Consiglio Nazionale delle Ricerche*, Florence, Italie.

Article 2

Le présent arrêté sera publié au *Bulletin officiel* du ministère de la culture et de la communication.

Fait le 29 MAR 2013



Aurélie FILIPPETTI

ANNEXE 16

Conseil scientifique de la grotte de Lascaux

*Rapport de fin de mandature
Professeur Yves Coppens – Jean-Jacques Delannoy*

février 2010 – février 2013

Conseil Scientifique de la Grotte de Lascaux



Mandature février 2010 – février 2013

SOUS LA PRESIDENCE DU PROFESSEUR YVES COPPENS

RAPPORT DE FIN DE MANDATURE (FEVRIER 2010 - FEVRIER 2013)
DU CONSEIL SCIENTIFIQUE DE LA GROTTE DE LASCAUX
SOUS LA PRESIDENCE DU PROFESSEUR YVES COPPENS

Note : Ce rapport a été rédigé en fin de mandature du Conseil Scientifique (février 2013). Il repose sur la contribution de l'ensemble des conseillers. La coordination et la rédaction ont été assurées par J.J. DELANNOY

YVES COPPENS

INTRODUCTION

Ce rapport a pour objet de présenter le bilan des missions et les actions qui ont été menées par le Conseil Scientifique depuis sa nomination par décret du 15 février 2010 du Ministère de la Culture et de la Communication, pour une durée de 3 ans (15 février 2013).

Ce bilan est organisé en **trois parties**.

-1- La première concerne les **missions, la composition, le fonctionnement et l'évolution du Conseil Scientifique** ainsi que son articulation avec le Groupe de Maîtrise d'Ouvrage (GMO) qui a pour mission le suivi, la gestion et la conservation de la Grotte de Lascaux. Les actions de communication du conseil y sont également développées.

-2- La deuxième partie présente le **bilan des actions conduites par les différents groupes de travail** qui ont été mis en place au sein du conseil fin 2010. Ce bilan est mis en miroir avec les actions et le calendrier proposés dans le rapport rédigé en janvier 2011.

-3- La troisième partie est d'ordre **prospectif** : elle pose les bases des actions et modes de fonctionnement qui permettraient, (i) de développer les interactions avec le GMO, (ii) de répondre au mieux et au plus vite aux urgences et aux questions posées par les comportements du contenant et du contenu de la grotte (iii) et de soutenir l'action de conseillers particulièrement impliqués dans le fonctionnement du conseil et de ses groupes de travail.

PARTIE I –

MISSIONS, COMPOSITION ET FONCTIONNEMENT DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Cette partie vise à préciser le fonctionnement mis en place pour répondre aux différentes missions du Conseil Scientifique (CS). Sont présentés le rythme et l'objectif des différentes réunions du conseil ainsi que l'évolution de la composition du CS.

1. ATTENDUS ET MISSIONS DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Il importe de rappeler que le CS est *indépendant et consultatif*. Néanmoins, afin de répondre avec acuité et rapidité aux problématiques de conservation et de réponses aux processus pouvant atteindre l'intégrité de la Grotte, le CS se doit d'être en étroite liaison avec la *Conservation de la Grotte* et le *Groupe de maîtrise d'ouvrages* (GMO)(cf. Figure 1) qui ont en charge les missions de suivi et de gestion de la Grotte de Lascaux et de son environnement. Dans cet esprit, un référent, Jean-Jacques DELANNOY, a été nommé pour représenter le CS lors des réunions du GMO, dans le but de créer la meilleure réactivité possible entre les attentes de la maîtrise d'ouvrage et les réponses apportées par le CS.

Une attention particulière a été portée durant cette mandature aux demandes :

- (i) d'avis sur des travaux à réaliser à proximité ou au sein de la cavité
- (ii) de définition de suivi et de protocoles d'étude nécessaire à la compréhension des phénomènes altérant et/ou pouvant altérer la cavité.

En fonction, des sujets abordés, plusieurs conseillers ont participé aux réunions du GMO organisées par celui-ci pour préciser le cadre d'actions du conseil (cf. évaluation des programmes scientifiques menés à terme, évaluation du renouvellement de certains programmes, définition d'un protocole de pré-étude des vermiculations ; appel à candidature de nouveaux programmes de recherche, *infra*).

Par ailleurs, quatre représentants du ministère participent aux réunions du CS (Muriel MAURIAC, Jean-Michel GENESTE, Jean-Pierre GIRAUD et Noël COYE, secrétaire scientifique du CS) ; leur présence est nécessaire compte tenu de leur responsabilité de conservation et de leur connaissance des actions de recherche, des suivis et des aménagements qui ont été réalisés antérieurement.

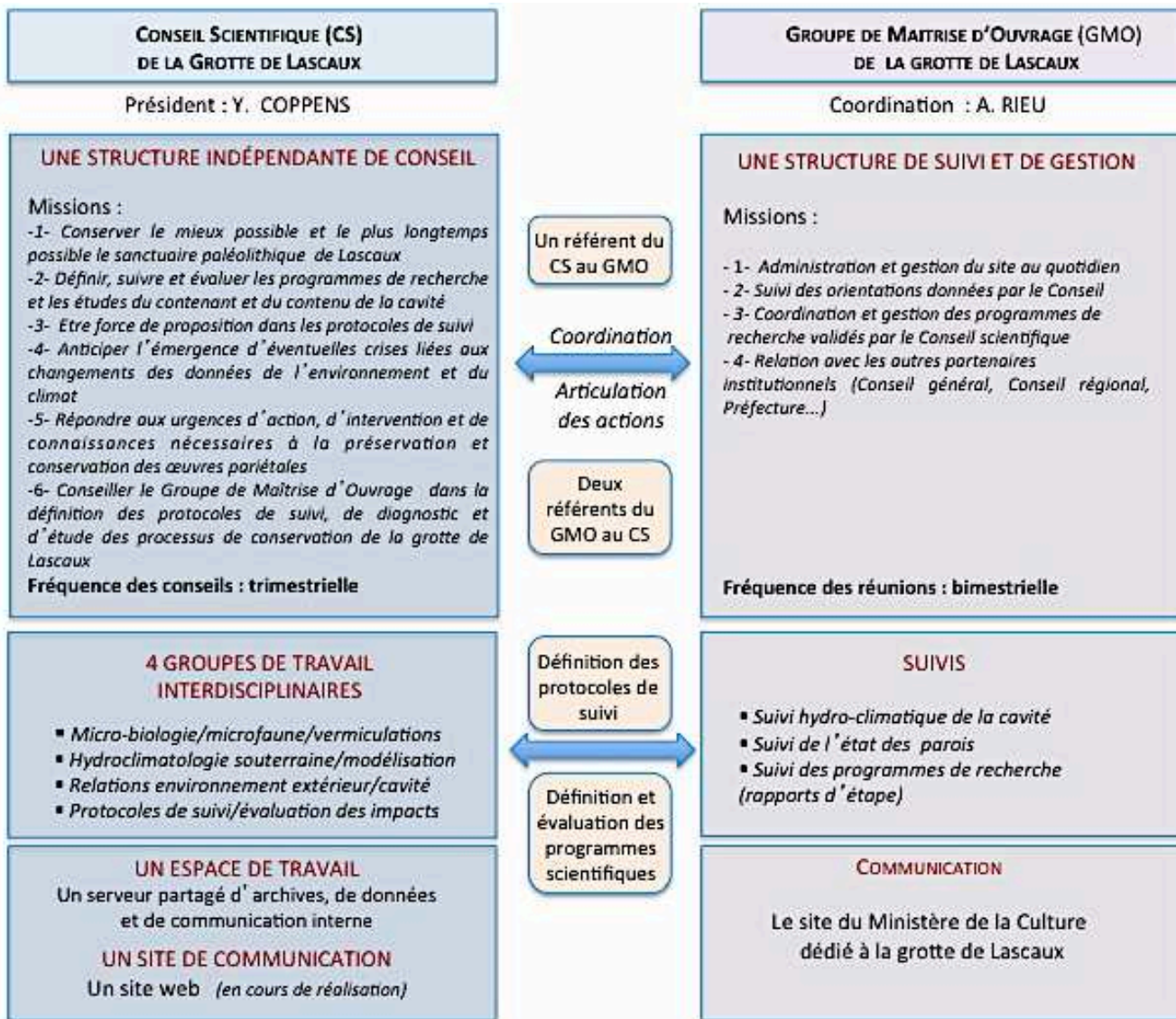


Figure 1 : Missions respectives du Conseil Scientifique et du Groupe de Maîtrise d'Ouvrage et articulations de ces missions.

Au terme de ce mandat, il ressort que :

-1- l'articulation mise en place a permis au CS d'être informé au plus près (i) de l'état et de l'évolution de la Grotte, (ii) des travaux nécessaires à la conservation ainsi que du calendrier des avis à transmettre au GMO, et (iii) des réponses à apporter dans la compréhension et la résolution de phénomènes affectant l'intégrité de la cavité ;

-2- une meilleure réactivité peut et doit être encore recherchée notamment sur les deux points suivants :

- avis apportés par le CS pour certains travaux nécessaires à la conservation de la Grotte;
- mise en place des programmes de recherche proposés par le CS pour développer les connaissances nécessaires à la compréhension des processus intervenant sur les états

de paroi et les dynamiques biotiques et abiotiques, en particulier hydroclimatiques, pouvant être des facteurs de risque ;

-3- la compréhension des phénomènes relevés dans la cavité et la recherche de solutions permettant de limiter leurs effets tout en ne déstabilisant les équilibres hydroclimatiques et écologiques de la cavité **nécessitent du temps** ; temps qui peut paraître long par rapport aux attentes exprimées par la maîtrise d'ouvrage. Le CS est conscient de cette difficulté et a tenu à trouver les réponses adéquates en mettant en place des groupes de travail plus finalisés (*infra*) et en travaillant sur les méthodes permettant de traiter les processus (a)biotiques en les replaçant dans leur environnement à micro, méso et macro-échelles (de la paroi au massif).

Sur la base de ces éléments, le Conseil scientifique a, lors de sa mandature :

- priorisé ses missions et les attendus des différents groupes de travail (cf. *infra*) ;
- élargi la composition du CS afin de disposer des meilleures expertises possibles ;
- établi un calendrier d'actions dont l'état d'avancement était discuté lors de différentes réunions du CS.

Des marges potentielles de progression sont proposées en conclusion de ce rapport (partie III) afin de développer les interactions et d'accroître la réactivité des différents acteurs œuvrant pour la conservation de la Grotte.

Les missions du Conseil Scientifique restent celles définies par le CS en 2010 (cf. relevés de conclusions, procès verbaux et rapport UNESCO 2011). Néanmoins, durant ce mandat, une attention a été portée aux missions suivantes :

- 1- Donner un avis circonstancié sur les travaux** nécessaires à la conservation des panneaux ornés et au suivi des indicateurs du bon état écologique, sanitaire et hydroclimatique de la cavité.
- 2- Evaluer les apports des programmes de recherche** qui avaient été engagés par le précédent CS (*Écologie microbienne ; Microbiologie-microclimat*) et l'intérêt ou non de leur poursuite. Il importe de rappeler que ces programmes avaient été lancés suite à la dernière crise de la cavité, afin de mieux cerner les différents paramètres qui interviennent dans l'état sanitaire de la cavité.
- 3- Définir, suivre et évaluer les protocoles d'étude et les programmes de recherche** nécessaires à une meilleure connaissance des processus intervenant dans le fonctionnement de la cavité, sur les états de parois ainsi que sur les dynamiques biotiques et abiotiques pouvant altérer les panneaux ornés. Une attention particulière a été portée au phénomène de vermiculation, aux différents paramètres intervenant dans l'écologie souterraine et à inscrire la cavité dans son environnement, surface comprise. Durant ce mandat, ont été menés à bien une étude préliminaire (protocole « vermiculations ») et le cahier des charges de deux nouveaux programmes de recherche sur les vermiculations et l'écologie microbienne (cf. *infra*).

-4- Etre force de proposition dans le suivi de la cavité au fur et à mesure de l'avancement des connaissances et de l'évolution de la cavité. Cela a été le cas dans le suivi hydro-climatique de la cavité et du CO₂ en lien avec les Groupes de Travail « *Hydroclimatologie souterraine et modélisation* » et « *Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain* »

-5- Mobiliser les réseaux de compétences des conseillers afin de disposer du plus large spectre possible d'expertise et de conseil. Cela s'est concrètement traduit par l'accueil de nouveaux membres au sein du CS et la mobilisation de personnes et/ou de structures pertinentes mener à bien certaines actions proposées par les Groupes de Travail (cf. *infra*).

-6- Informer de l'état et de l'évolution de la cavité. Plusieurs vecteurs ont été mobilisés, notamment des conférences de presse régulières et la diffusion des relevés de conclusions et de décisions du conseil sur un site public :

<http://www.culture.gouv.fr/culture/dp/archeo/lascaux.html>

Cette priorisation des missions vise à terme à :

-7- Anticiper l'émergence d'éventuelles nouvelles crises liées aux modifications de l'environnement de la cavité (climat, couverture bio-pédologique, usages anthropiques...). D'où l'attention portée durant cette mandature aux relations entre la surface, l'encaissant et la cavité ainsi qu'aux modalités de transfert.

-8- Répondre aux urgences d'action, d'intervention et de connaissances nécessaires à la préservation et à la conservation des œuvres pariétales.

Il importe de rappeler que le **Conseil Scientifique n'est pas une structure de recherche**. Une de ses principales missions est de définir et proposer des programmes de recherche et des actions de suivi auprès du Groupe de Maîtrise d'Ouvrage qui a pour charge de les mettre en œuvre. Il a été décidé, à l'unanimité de ses membres, que les conseillers ne pouvaient participer directement aux programmes de recherche et actions de suivi ; il en est de même pour les structures de recherche auxquelles appartiennent les conseillers.

Ces décisions ont permis au CS de disposer de l'indépendance nécessaire au choix des structures de recherche impliquées dans les recherches et suivis sur la Grotte de Lascaux et à l'évaluation du travail qui y est mené.

2. COMPOSITION ET ELARGISSEMENT DU CONSEIL

En fonction des missions et des priorités qui ont été précisées dans la première moitié de la mandature, **l'élargissement du CS** à des experts apportant des champs de compétence non couverts par les conseillers nommés en février 2011 est apparu nécessaire.

Cet élargissement avait d'autant plus de sens que certains conseillers ont quitté le conseil pour des raisons personnelles et/ou professionnelles (Pascale COSSART, Yves PERRETTE, Pierre VAUDAINÉ) et que d'autres n'ont pu participer autant que souhaité aux séances de travail pour des causes similaires.

Ont rejoint le conseil en 2011-2012, les membres suivants : Joëlle DUPONT, mycologue ayant déjà travaillé en grottes ornées (Muséum National d'Histoire Naturelle), Louis DEHARVENG, biospéléologue et spécialiste des collemboles (Dir. Laboratoire « Origine structure et Evolution de la Biodiversité, MNHN) et Lucille JOCTEUR-MONROZIER, spécialiste en pédologie et transfert de matière organique.

AU 1^{ER} FEVRIER 2013, LE CONSEIL SCIENTIFIQUE EST COMPOSE DE :

Yves COPPENS	Président
René BALLY	Écologie microbienne
Michel BRUNET	Paléontologie humaine
Louis DEHARVENG	Biospéléologie
Jean-Jacques DELANNOY	Géomorphologie karstique
Joëlle DUPONT	Mycologie, écologie des sols
Thierry HEULIN,	Microbiologie, biologie environnementale
Lucille JOCTEUR-MONROZIER	Pédologie
Robert KOESTLER	Conservation patrimoines
Antonio LASHERAS	Conservation
Roberto ONTAÑON PEREDO	Archéologie, grottes ornées
Valérie PLAGNES,	Hydrogéologie karstique
André SENTENAC	Biologie
Piero TIANO	Conservation, microbiologie

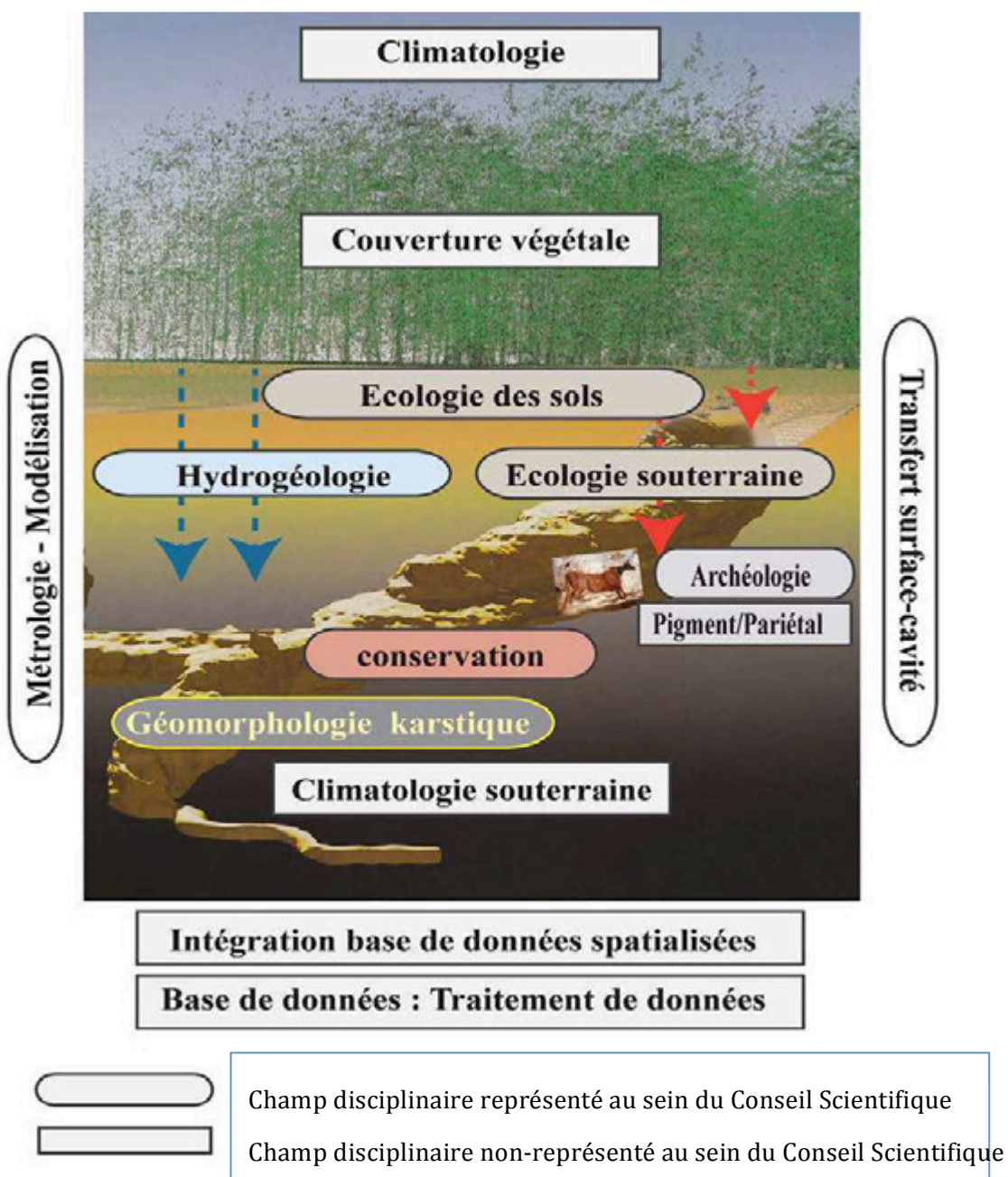


Figure 2 : Champs de recherche couverts par les membres du Conseil Scientifique

La figure ci-dessus met en avant **l'adéquation entre les champs de compétences nécessaires aux connaissances** sur les processus pouvant affecter la Grotte de Lascaux **et ceux impliqués dans le CS.**

Certaines entrées et disciplines seraient utiles pour renforcer et compléter les travaux à venir du CS, notamment en ce qui concerne la climatologie souterraine, l'écologie souterraine, la couverture biologique, la caractérisation des matériaux (pigments) et le milieu souterrain.

3. FONCTIONNEMENT

Le rythme initialement projeté de cinq réunions annuelles du CS n'a pas pu être tenu pour différentes raisons qui sont à la fois d'ordre budgétaire et conjoncturel (grèves des transports, etc.). Néanmoins, le CS s'est réuni avec la régularité nécessaire pour répondre à ses missions. Le CS s'est réuni 12 fois entre février 2010 et février 2013 (cf. tableau 1). Les séances se sont tenues à Paris et à plusieurs reprises à Bordeaux afin de pouvoir échanger à la fois avec la Maîtrise d'Ouvrage et les différents intervenants qui assurent le suivi, le traitement et la modélisation des données hydroclimatiques de la Grotte.

Lors de chaque réunion du CS, **un état de la cavité** a été présenté aux conseillers ainsi qu'un **compte-rendu des réunions du Groupe de Maîtrise d'ouvrage** afin de pouvoir connaître et suivre les travaux en cours ou projetés, et ceux nécessitant l'avis du CS.

Autant que nécessaire, **l'état sanitaire de la cavité, les données hydroclimatiques, le suivi des vermiculations et les informations sur le fonctionnement de l'assistance climatique** ont été présentés au CS et ont été au cœur d'échanges fructueux pour que l'ensemble des conseillers aient le même niveau d'appréhension de la complexité des phénomènes observés et des réponses à apporter.

Des **experts ont été régulièrement invités** afin que le CS puisse disposer de leurs expériences sur la Grotte de Lascaux et plus généralement sur les grottes ornées et le milieu souterrain.

L'état d'avancement des actions des groupes de travail a été régulièrement présenté lors des séances du CS. Les discussions ont permis de réorienter les objectifs et les priorités des groupes de travail.

Au-delà de ces points régulièrement abordés lors des CS, **des séances ont été plus spécifiquement dédiées :**

- **à la connaissance et/ou à l'évaluation des programmes de recherche** en présence de leurs porteurs et des différentes équipes impliquées dans ces projets ;
- **aux méthodes de suivi** hydroclimatique, climatologique, d'humidité des parois ainsi que de relevés de l'état sanitaire, des vermiculations et des taches ;
- **à la définition de programmes de recherche et d'actions** relatifs au suivi des phénomènes observés et/ou des processus intervenant dans la genèse et l'évolution de ces phénomènes.

Chaque CS a fait l'objet d'un procès-verbal et d'un relevé de conclusions. Le procès verbal reprend les principaux points abordés lors des conseils ; une archive enregistrée permet de disposer de l'ensemble des échanges.

Le relevé de conclusions, plus synthétique, est accessible sur le portail public : <http://www.culture.gouv.fr/culture/dp/archeo/lascaux.html>. Il permet ainsi de suivre en toute transparence les travaux menés par le conseil.

Tableau 1 : Tableau synthétique des différentes réunions du conseil et des points marquants.

Date		Lieu	Points majeurs(*)
1	14 avril 2010	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Installation du nouveau conseil scientifique - Présentation des attendus et de l'état de la grotte de Lascaux - Définition des missions du Conseil Scientifique
2	14-15 juin 2010	Bordeaux	-
3	6-7 déc. 2010	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Définition et constitution des Groupes de travail (GT) - Définition du protocole d'étude des vermiculations <p>Travail sur la Plateforme d'échange et de travail interne au CS</p>
4	12-13 janv. 2011	Paris	<p>Définition des priorités des Groupes de Travail (GT)</p> <p>Approbation du protocole d'étude des vermiculations</p> <p>Rapport destiné à l'UNESCO sur les objectifs, missions et priorités du conseil.</p>
5	17-18 mars 2011	Paris	<ul style="list-style-type: none"> -Présentation du suivi photographique des vermiculations - Suivi climatique 2010 de la cavité -Présentation et discussion sur les travaux menés par les GT -Réflexion sur la mise en place de bases de données et de connaissances sur la grotte de Lascaux -Présentation des conclusions du programme de recherche « microbiologie-microclimat » en présence des porteurs scientifiques et des chercheurs impliqués

6	7-8-9 juin 2011	Bordeaux	<ul style="list-style-type: none"> -Rencontre avec le GMO et présentation de ses besoins et attendus envers le CS -Présentation et discussion des travaux en cours des GT -Bilan du programme « Ecologie microbienne » en présence de leurs porteurs – discussion sur les suites éventuelles à donner -Evaluation du programme microbiologie et microclimat sur la base des compléments demandés par le CS et de la demande de poursuite -Présentation et visite de la grotte-laboratoire de Leye : discussion sur son articulation avec les problématiques de la grotte de Lascaux
7	13-14 déc. 2011	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Avis sur les programmes de recherche « microbiologie-microclimat » et « Ecologie microbienne » et leur poursuite éventuelle - Recommandations auprès des personnes intervenant dans la cavité - Présentation et discussions sur l'avancement des travaux des GT - Point sur l'avancement des différents volets du protocole vermiculations
8	7-8 mars 2012	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi climatique 2011 de la cavité - Présentation des résultats du protocole vermiculations en présence de leur coordinateur - Examen des demandes de remplacement d'éléments de la machine d'assistance climatique - Elargissement du conseil : biospéléologie et entomologie en milieu souterrain
9	Juin 2012	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Présentation du projet d'archivage des données et des connaissances sur la grotte de Lascaux - Débat sur la microbiologie, sur les conclusions apportées par le CS sur les programmes précédents ainsi que sur la définition des priorités d'un prochain programme de recherche en écologie souterraine. - Point sur les activités des GT et plus particulièrement du GT « Hydroclimatologie souterraine et modélisation »

10	1-2 oct. 2012	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Définition des attendus et méthodes du programme de recherche sur les vermiculations à partir des résultats du protocole - Définition des attendus du programme de recherche sur la microbiologie - Présentation de la refonte de la Chronique de Lascaux
11	3-4 déc. 2012	Bordeaux	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi climatique 2012 de la cavité - Présentation des risques induits par la couverture forestière actuelle (incendie, chablis..) - Echanges avec le GMO et ses attendus envers le CS - Présentation des actions coordonnées par le GT « Hydroclimatologie souterraine et modélisation » pour l'étude des transferts extérieurs-cavité - Présentation du projet de numérisation des archives de Lascaux - Echanges sur le projet d'une recherche doctorale sur le suivi des écoulements et du CO2 dans la grotte de Lascaux (projet porté par le laboratoire I2M) - Lancement des programmes de recherche sur les vermiculations et l'écologie souterraine (appel à candidature lancé par le GMO – janvier 2013)
12	12-13 fév. 2013	Paris	<ul style="list-style-type: none"> - Bilan de la mandature de l'actuel Conseil scientifique et préconisations pour le prochain conseil.

(*) ne sont pas portés les points abordés lors de chaque CS (état sanitaire de la cavité, suivi hydroclimatique, CR du GMO...).

Au-delà des réunions du CS, **des réunions plus spécifiques ont été organisées par les différents groupes de travail** sur la définition de leurs priorités, de leurs champs d'action et des modes de suivi et d'acquisition des connaissances (cf. *infra* 2^{ième} partie du rapport)

CHRONOGRAMME DES ACTIONS CONDUITES PAR LE CONSEIL SCIENTIFIQUE

	Gouvernance, Evaluation	2010	2011	2012	2013	Accompagnement
		<p>Définition des missions du C5 et articulation avec la conservation et le GMO</p> <p>Mise en place des Groupes de travail du conseil</p>	<p>Restitution et analyse du programme microbiologie / microclimat</p> <p>Restitution et analyse du programme «écologie microbienne»</p> <p>Avis sur le prolongement des programmes microbiologie / microclimat & Ecologie microbienne</p>	<p>Elargissement du conseil «Entomologie souterraine» et Mycologie</p> <p>Elargissement du conseil «Ecologie des sols»</p>	<p>Lancement du programme de recherche «vermiculations»</p> <p>Lancement du programme de recherche «écologie souterraine»</p> <p>Définition du programme de recherche «vermiculations»</p> <p>Lancement de l'étude intégrée bio-pédo / géomorpho / géophysique</p> <p>Lancement du programme de recherche «vermiculations»</p> <p>Lancement du programme de recherche «vermiculations»</p>	<p>Validation du protocole du suivi photographique des vermiculations et tâches</p> <p>Examen des demandes de remplacement d'éléments de l'assistance climatique</p> <p>Analyse des impacts et de la période de changement des glissières à partir des scénarii du simulateur</p> <p>Appui à la définition des objectifs de recherche doctorale sur le suivi des écoulements et le CO2</p>

PARTIE II

BILAN DES ACTIONS CONDUITES PAR LES GROUPES DE TRAVAIL DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

1. OBJECTIFS DES GROUPES DE TRAVAIL DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

Plusieurs actions de suivi et de recherche ont été considérées par le conseil comme essentielles à la définition de modes intégrés et durable de conservation de la cavité. Celles-ci concernent :

- (i) **l'état des parois** en fonction des processus microbiologiques, hydroclimatiques et aérologiques – un focus sur les vermiculations est apparu important compte tenu de leurs impacts pressentis sur certains panneaux ornés de la grotte ;
- (ii) une meilleure compréhension de **l'écosystème souterrain** et des interactions avec les facteurs internes et externes de la cavité ;
- (iii) la nécessité de définir des **approches intégratives** remplaçant notamment la grotte dans son environnement karstique, hydrogéologique, climatique et écologique.

Toutes ces problématiques et actions de recherche sont étroitement liées. Elles nécessitent des connaissances approfondies sur la dynamique de l'écosystème souterrain ainsi que sur la part des paramètres hydroclimatiques, thermiques, aérologiques, géomorphologiques dans la localisation et l'évolution des phénomènes observés (champignons, taches, vermiculations).

Comment répondre à ces problématiques en veillant à ne pas accroître la présence humaine et à ne pas transformer la grotte en « site instrumenté » tout en répondant avec acuité aux spécificités de la Grotte de Lascaux ? Il y a là une réelle difficulté qui nécessite des réponses appropriées notamment méthodologiques (modélisation, simulation, grotte-laboratoire...).

Pour répondre à ces différents questionnements, le CS a mis en place **quatre groupes de travail**. Le tableau 2 présente de manière synthétique les champs d'action de chacun des groupes.

Groupe de Travail	Problématiques	Coordination
<i>Etat des parois : microbiologie-microfaune- vermiculations</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Mélanisation et métabolisme des micro-organismes responsables des taches noires -Vermiculations : dynamique de ce phénomène et processus en jeu -Écosystèmes microbiens et entomologie souterraine 	J.-J. DELANNOY
<i>Hydroclimatologie souterraine-modélisation</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Paramètres hydroclimatiques et physiques contrôlant l'état des parois -Transfert et flux aérologiques et hydrologiques entre l'extérieur et la cavité -Anticipation climatique 	V. PLAGNES
<i>Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Flux entre les écosystèmes de surface et souterrains -Gestion de la couverture bio-pédologique - Évaluation des risques liés à l'état de la couverture végétale 	Y. PERRETTE
<i>Veille méthodologique et Veille technologique</i>	<ul style="list-style-type: none"> -Veille méthodologique sur la métrologie et le suivi des indicateurs de fonctionnement et d'évolution de la cavité -Définition de modes intégrés et durables de réponse aux phénomènes biologiques et physiques de la cavité 	P. TIANO

Tableau 2 : Problématiques et axes de travail des GT du Conseil scientifique

En dehors des problématiques affichées dans le précédent tableau, les groupes de travail ont eu également pour mission : (i) de fournir un avis sur les résultats des programmes de recherche, (ii) de définir des protocoles d'acquisition, d'analyse et d'exploitation des données (cf. *infra*), (iii) de donner un avis sur les travaux réalisés au sein de la cavité et à l'extérieur (ex. changement de l'assistance climatique) et (iv) de proposer des modes de suivi.

2. BILAN DES ACTIONS MENEES PAR LES GROUPES DE TRAVAIL

Au regard des attendus et du calendrier prévisionnel présentés dans le rapport de janvier 2011 (cf. annexe 1), force est de constater que l'ensemble des objectifs n'a pas pu être atteint pour des raisons très diverses qui ne pouvaient être mesurées en amont. Les principales d'entre elles sont :

- la démission de conseillers qui participaient ou assuraient la (co)coordination d'un groupe de travail. Ainsi les problématiques du groupe de travail sur « *Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain* » ont été réparties entre les GT « *États de la paroi* » et « *Hydroclimatologie souterraine et modélisation* » ;
- une part non négligeable des travaux envisagés par chacun des groupes de travail reposait sur une ou des **grotte(s)-laboratoire(s)** afin de développer des connaissances, de tester des méthodes d'acquisition de données et des modes de remédiation aux phénomènes observés dans la grotte de Lascaux. Suite à sa visite par les conseillers, la Grotte du Leye n'est pas apparue adaptée aux problématiques de la Grotte de Lascaux ; la recherche d'autres cavités n'a pu être réalisée durant la mandature du CS. Un certain nombre d'objectifs souhaités par les différents GT n'ont pas pu être de ce fait atteints ;
- la réduction des moyens financiers n'a pas permis la tenue de réunions régulières de travail entre les différentes séances du CS;
- l'animation des groupes de travail nécessite un « capital temps » dont les coordinateurs n'ont pas pu disposer, malgré les efforts déployés par le Président du CS.

Ces difficultés ne doivent pas minimiser les actions menées au sein des différents groupes de travail et les résultats acquis.

2.1. BILAN DU GT « ÉTAT DES PAROIS : MICROBIOLOGIE-MICROFAUNE-VERMICULATIONS »

Le groupe de travail avait identifié quatre champs d'action sur la base du constat suivant. Depuis le début 2008 (date de l'interruption des traitements chimiques doublée d'une forte réduction de la présence humaine dans la cavité), une régression des taches noires dans la Grotte de Lascaux a été relevée. Aujourd'hui, moins de 1% des peintures sont encore atteintes par ce phénomène. Néanmoins, l'étude des champignons mélanisés à l'origine de ces taches noires et de l'évolution dans le temps de ces taches restent à développer.

Les programmes de recherche en cours de finalisation (mi-2011) ont mis en évidence la **complexité des écosystèmes microbiens souterrains** et la nécessité de développer les connaissances sur (i) la distribution spatiale et temporelle du champignon *Ochroconis* qui est encore discutée par les différentes équipes scientifiques travaillant sur la cavité ; et (ii) sur les populations microbiennes

présentes dans la cavité (paroi, eau, air) et leur interactions avec l'écosystème de la cavité.

Les programmes de recherche en microbiologie en cours (sollicités par le précédent CS) mettent en avant le rôle potentiel joué par la microfaune souterraine (collemboles, arthropodes...) dans la dissémination des champignons mélanisés. Cette hypothèse mérite des développements.

En octobre 2009, a été signalée l'apparition de « nouvelles » **vermiculations** sur une paroi ornée de la cavité (salle des Taureaux ; panneau de la Licorne). Le suivi mis en place par le Groupe de Maîtrise d'Ouvrage a permis de relever que ce phénomène actuel semble circonscrit aux écailles de paroi et semble « actif » durant quelques semaines par an et plus particulièrement à la fin de l'été. Bien que cette activité semble se limiter à des modifications millimétriques des amas vermiculés, une attention doit être portée à ce phénomène qui semble affecter très localement les pigments. Le CS s'est saisi de cette question.

Face à ce constat une attention particulière a été portée : (i) à la **mélanisation** ; (ii) aux **vermiculations** ; (iii) aux impacts potentiels de la **microfaune souterraine** ; et (iv) à une meilleure connaissance des **écosystèmes microbiens**.

Le tableau ci dessous présente de manière synoptique les actions conduites par le GT. Un réseau de spécialistes et d'experts a été constitué.

Actions		1er 2011	2ème 2011	1er 2012	2ème 2012	1 ^{er} 2013
MELANISATION (*)	Actions réalisées	Remise mi-2011 des rapports du programme en écologie microbienne	Bilan et analyse par le CS du programme écologie microbienne	Définition des objectifs et attendus d'un nouveau programme de recherche		Lancement du nouveau programme « Ecologie souterraine »
VERMICULATIONS	Actions réalisées	Lancement et réalisation du protocole d'étude des vermiculations en 6 volets (états des connaissances, caractérisation physico-chimique et microbiologique, caractérisation hydro-climatique, cartographie des zones à vermiculations et suivi photographique			Bilan et analyses des résultats du protocole et définition d'une programme approfondi de recherche	Lancement du nouveau programme « vermiculations »
BIOSPELEOLOGIE	Actions réalisées	Rencontre avec des experts en biospéléologie et entomologie souterraine		Arrivée de deux nouveaux conseillers	Bilan de l'état des connaissances en entomologie et biospéologie	Suivi et expérimentation dans la grotte laboratoire
	Actions qui n'ont pu être conduites	Définition du cahier des charges de travaux pouvant être conduit dans une grotte-labo ou en laboratoire		Mise en route de la grotte - laboratoire		
ECOSYSTEMES MICROBIENS (*)	Actions réalisées	Remise mi-2011 du rapport du programme microbiologie/microclimat	Bilan et analyse par le CS du programme microbiologie/microclimat	Définition des objectifs et attendus d'un nouveau programme de recherche en « Ecologie souterraine »		Lancement du nouveau programme « Ecologie souterraine »
	Actions qui n'ont pu être conduites	Définition du cahier des charges de suivi des écosystèmes microbiens en grottes-laboratoires		Mise en route de la grotte - laboratoire		Suivi spatio-temporel et expérimentation dans la grotte laboratoire

(*) ces deux actions ont été menées de manière conjointe compte tenu de leur étroite interaction.

2.2. BILAN DU GT « HYDROCLIMATOLOGIE SOUTERRAINE - MODELISATION »

Le groupe de travail avait identifié **quatre champs d'action** sur la base du constat suivant :

- La Grotte de Lascaux se développe dans un massif karstique avec des échanges de matière (eau, matières minérales, matières organiques) et d'énergie (gravitaire, thermique).
- Les conditions hydroclimatiques contrôlent l'état de conservation des parois (assèchement/humidification, équilibres chimiques, écosystèmes microbiens).
- Les conditions hydroclimatiques sont elles-mêmes à la fois contrôlées par des paramètres internes et externes à la grotte à l'origine des phénomènes de convection dans la cavité. Un système d'assistance climatique est présent dans la cavité et permet de contrôler l'humidité de l'air une partie de l'année quand les conditions naturelles ne sont pas favorables à la conservation (possibilité de condensation sur les parois).
- Le « Simulateur Lascaux », basé sur un code de mécanique des fluides numérique constitue un outil pertinent pour réaliser des scénarios prospectifs en vue de changement éventuel de l'assistance climatique, d'aménagement de cette assistance (ex. des glissières) voire de la grotte (ouverture ou fermeture d'une cloison...) et, d'autre part, de tester l'impact de forçages anthropiques ou climatiques (présence humaine, changements des conditions climatiques externes...).
- Le nombre de paramètres mesurés et les sites de mesures ont été multipliés ces dernières années dans le cadre de différents programmes et d'actions de suivi. Il importe de valoriser l'ensemble de ces données.

Le groupe de travail a identifié plusieurs problématiques catégorisées de la manière suivante : **d'ordre fondamental** autour de questions scientifiques, **d'ordre pratique** pour répondre à la gestion de la grotte et enfin sur l'anticipation des conditions aérologiques et hydrologiques dans la cavité dans un contexte de changements globaux des paramètres climatiques et environnementaux.

Il importe de relever que certaines des actions initialement projetées dans le cadre du GT « *Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain* » ont été menées à bien par le GT « *Hydroclimatologie* ».

Le tableau ci dessous présente de manière synoptique les actions conduites par le GT

Actions		1 ^{er} 2011	2 ^{ème} 2011	1 ^{er} 2012	2 ^{ème} 2012	1 ^{er} 2013
A L'ECHELLE DES PAROIS ET DE LA CAVITE	Actions réalisées	-Travail sur le suivi hydroclimatique interne et externe de haute précision pour comprendre l'évolution des transferts hydrologiques et thermiques et préciser les périodes de plus forte vulnérabilité des parois. - Analyse comparative des données issues du suivi et du simulateur : validation de l'acuité de cet outil - Analyse des résultats issus du programme microclimat/ microbiologie (volet acquisition des données hydrologiques et thermiques)		- Travail sur l'amélioration des suivis hydro-climatiques et thermiques - Validation des nouveaux capteurs installés par le laboratoire I2M qui assure le suivi climatique de la cavité - Travail prospectif sur le suivi de l'humidité des parois de grotte (test d'une caméra thermique de haute précision et présentation devant le CS)		
A L'ECHELLE DU MASSIF	Actions réalisées	- Définition des forçages anthropiques et climatiques sur les conditions hydroclimatiques de la cavité - Définition des paramètres devant être intégrés dans le simulateur afin d'en faire un outil de modélisation des impacts induits par les modifications environnementales et climatiques à venir		- Définition d'une étude intégrant les caractéristiques géologiques, géomorphologiques et bio-pédologiques (protocole d'étude en 4 volets). Ce programme intègre des actions initialement prévues dans le GT 'Ecosystème de surface ».	- Lancement du protocole d'étude Volet 1 : <i>Topographie du toit des calcaires et des principales discontinuités structurales</i> Volet 2 : <i>Formes et formations anciennes de surface et subsurface dans le périmètre de protection et à l'échelle de la colline de Lascaux</i> Volet 3 : <i>Caractérisation de la couverture pédologique</i> Volet 4 : <i>Caractérisation de la végétation et des boisements sur le bassin d'alimentation de la grotte</i> - Conseil dans la définition d'un projet de recherche doctorale sur le suivi physico-chimique des eaux d'infiltration ; thèse qui sera lancée en 2013.	
BASE DONNEES	Action qui n'a pu être conduite compte tenu de son ampleur ; celle-ci doit être menée sur l'ensemble des paramètres intervenant sur la dynamique du géo- hydro et éco-système de la cavité. Elle concerne l'ensemble des GT du conseil.					
ASSISTANCE A LA MAITRISE D'OUVRAGE	Actions réalisées	- Examen des demandes de remplacement d'éléments de la machine d'assistance climatique et de leurs incidences éventuelles sur la climatologie de la cavité - Analyse des impacts à partir de scénarii modélisés par le simulateur			- Suivi des effets du changement de l'assistance climatique et des glissières : aucun désordre n'a été relevé à ce jour.	
ANTICIPATION CLIMATIQUE	Action qui é été différée compte tenu de la nécessité de traiter les données acquises sur les dernières décennies sur le site de Lascaux (extérieur et intérieur) et d'analyser les tendances observées avec les données météorologiques régionales.					

Un réseau de spécialistes et d'experts a été constitué par le GT. Celui-ci a été mobilisé dans le cadre du protocole d'étude intégrée « *Géologie/géomorphologie karstique/couverture bio-pédologique* ».

2.3. BILAN DU GT « VEILLE METHODOLOGIQUE ET TECHNOLOGIQUE »

La conservation de la Grotte de Lascaux a, suite à des phases de crises, nécessité des interventions décidées dans l'urgence. Celles-ci ont été réalisées en tenant compte des connaissances alors disponibles sur les phénomènes à l'origine des crises.

L'objectif du groupe de travail est de réaliser une **veille technologique sur les méthodes** disponibles pour améliorer voire compléter les équipements d'observation et pour tester des **méthodes innovantes d'intervention** afin d'évaluer leurs impacts à court et moyen-long terme sur la cavité ; ces tests ont été conçus pour être réalisés dans des cavités autres que la Grotte de Lascaux, notamment au sein de grottes-laboratoires. L'état actuellement stable de la cavité permet de travailler avec une relative quiétude sur cette réflexion.

L'objectif est de fournir un **cadre robuste aux choix d'interventions** si celles-ci devenaient nécessaires dans le cas d'une nouvelle crise. Deux volets ont été envisagés au sein du groupe de travail en lien avec les réflexions et travaux menés par les autres GTs :

- « *Observations & suivis* » : audit des moyens actuels de monitoring et de suivi de paramètres hydrologiques, physico-chimiques et biologiques,
- « *Interventions* » : expérimenter et évaluer des technologies disponibles pour l'intervention. Ce second volet repose sur l'accès à des grottes-laboratoires répondant aux spécificités de la Grotte de Lascaux.

Actions		1er 2011	2ème 2011	1er 2012	2ème 2012	1 ^{er} 2013
Observations et suivis des indicateurs	Actions réalisées	- Travail sur la définition d'indicateurs intégrateurs permettant le suivi des paramètres intervenant sur les phénomènes physiques, abiotiques et biotiques (une attention particulière a été portée sur les « tâches » et les vermiculations et leurs impacts sur les pigments		- Travail sur la définition d'une approche systémique visant à mieux cerner les interactions entre les différents compartiments de la cavité et du système dans lequel se développe la cavité		L'ensemble des actions précédentes vise à dépasser la seule compréhension académique des phénomènes et a pour objectif de répondre concrètement aux problèmes de conservation de la cavité.
	Contraintes rencontrées dans la réalisation des objectifs	Les actions ci-dessus reposent en grande partie sur la mobilisation des données issues des programmes de recherche antérieurs et des suivis réalisées dans la cavité afin de définir des chronogrammes permettant de mettre en avant des relations de causalités entre les paramètres enregistrés (ou relevés) et les phénomènes observés. L'absence d'une réelle base de données n'a pas permis de mener ce travail au terme souhaité lors de la définition des objectifs de ce GT. La numérisation des archives de Lascaux constitue une première étape dans ce vaste chantier.				
Définition de modes d'intervention intégrée	Actions réalisées	- Travail de recherche réalisé sur l'acuité de technologies innovantes pouvant être mobilisées pour contraindre ou remédier les phénomènes biotiques et abiotiques observés dans la cavité.				Action restant d'actualité et nécessitant l'accès à une grotte-laboratoire permettant la réalisation de test en grandeur réelle et présentant des caractéristiques similaires à la grotte de Lascaux
	Contraintes rencontrées	La grotte-laboratoire du Leye initialement retenue pour réaliser des tests en conditions réelles n'est pas adaptée. La recherche infructueuse d'autres cavités permettant de mener les tests et de mesurer les effets à court et à moyen terme a fortement contraint les actions du GT.				

PARTIE III –

AUTO-EVALUATION ET PROPOSITIONS DU CONSEIL SCIENTIFIQUE

3.1. AUTO-EVALUATION AU TERME DU MANDAT 2010-2013

Ne sont portés dans le tableau ci dessous que les éléments concernant le CS. Il ne sera pas fait mention des missions et actions de la Conservation et du GMO qui ont pour objectif de tendre à « l'équilibre » de la cavité, de veiller à son bon état sanitaire, de suivre l'état de la cavité, d'assurer le suivi de paramètres hydro-climatique et microbiologique et de réaliser les travaux nécessaires à la préservation des patrimoines pariétaux et archéologiques.

Thèmes	Points forts	Points à améliorer
Composition du CS	<p>Le CS constitué en 2010 a permis de réunir un ensemble de compétences nécessaires à la compréhension des phénomènes biotiques et abiotiques opérant dans la cavité. Le CS a su s'adapter aux départs de conseillers en cours de mandature avec l'arrivée de nouveaux conseillers (statut invités permanents) qui ont permis de compléter les champs de compétences du CS.</p> <p>La présence au sein du CS de représentants du MCC était importante dans le sens où elle a permis aux conseillers d'être régulièrement informé de l'évolution de la cavité, de mieux cerner des contraintes liées à la conservation, et de disposer d'une « histoire » de la cavité, de ses évolutions et des différentes actions qui y ont eu lieu.</p>	<p>Durant la mandature du CS, plusieurs domaines de compétences sont apparus nécessaires à l'appréhension, à l'analyse et au traitement intégré des phénomènes affectant et ayant affecté l'intégrité de la cavité.</p> <p>Ces domaines (cf. figure 2) sont : climatologie souterraine s.s ; caractérisation des pigments et interactions avec vermiculations et microorganisme; bio-pédologie ; constitution base de données ; spatialisation des informations.</p> <p>Une attention sur ces champs devra être donnée dans la constitution du prochain CS (mandature 2013-2017).</p>

<p>Interactions CS - GMO</p>	<p>Compte-tenu de la séparation des missions entre le CS et le GMO, la mise en place d'une interface est apparu dès le début de la mandature nécessaire. Elle a été assurée avec régularité par un membre du CS qui assisté, dès 2011, comme référent à toutes les réunions du GMO à Bordeaux. La mission du référent était double : (i) transmettre aux conseillers les attentes du GMO en termes de travaux, de suivis et de compréhension de phénomènes observés ; (ii) informer le GMO des actions et évaluations réalisées par le CS.</p> <p>Chaque année, le CS a reçu le GMO (séance à Bordeaux) afin d'articuler au mieux les actions, attentes et réponses apportées.</p> <p>Cette double articulation (+ la présence de représentants du MCC aux séances du conseil) a permis au CS de répondre aux attentes du GMO notamment dans (i) l'évaluation des programmes de recherche engagés par le précédent comité scientifique, (ii) les recommandations et/ou validation de travaux à réaliser dans la cavité, (iii) l'étude de phénomènes nouveaux (ex. vermiculations) ; (iv) la définition de nouveaux programmes de recherche.</p> <p>Ces différentes actions menées par le CS ont été réalisées en toute indépendance.</p>	<p>Malgré les dispositifs mis en place (référent, représentants du MCC aux séances du CS, réunion annuelle conjointe), on relève que la fréquence des séances du CS (4 par an) n'a pas toujours permis de répondre rapidement aux attentes du GMO sur quelques points. La complexité des interactions environnement/cavité et les connaissances actuelles sur le milieu souterrain notamment en écologie souterraine nécessitent de bien peser l'ensemble des incidences de toutes actions menées tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de la cavité. Cette exigence du CS doit être maintenue pour garantir l'intégrité de la cavité et la non mise en déséquilibre de celle-ci.</p> <p>Cette exigence du CS peut apparaître contraignante dans la gestion quotidienne de la cavité et le besoin de réponses concrètes à des questions concrètes émises par le GMO.</p> <p>De nouveaux modes de fonctionnement et d'articulation entre les missions du CS et du GMO doivent être recherchés.</p>
---	--	---

<p>Fonctionnement & actions du CS</p>	<p>• Fréquence des réunions : Malgré les contraintes budgétaires, le CS s'est réuni de façon régulière durant la mandature (12 fois en 3 ans). L'état de la Grotte a pu être suivi de façon régulière par les membres du CS. Cette fréquence a également permis de traiter les attentes exprimées par le GMO, d'évaluer les programmes de recherche en cours et de définir les actions à conduire tant dans le suivi que dans l'étude des phénomènes observés.</p> <p>• Les groupes de travail : Quatre GT ont été mis en place dès le début de la mandature afin de se centrer sur les priorités co-définies par le CS et le GMO. Ces GT sont une émanation du CS ; ils sont animés par des conseillers, après approbation par l'ensemble du CS.</p> <p>Deux GT ont particulièrement bien fonctionnés (« <i>État des parois : microbiologie-microfaune-vermiculations</i> » et « <i>Hydro-climatologie souterraine-modélisation</i> »). Ces deux GT ont été à l'origine de différentes actions (sujet de thèse/post-doc, programmes de recherche).</p> <p>Le troisième GT (« <i>Écosystème de surface et relations avec l'écosystème souterrain</i> ») n'a pu mener l'ensemble des actions projetées du fait du départ d'un de ses animateurs : les activités de ce GT ont été progressivement réparties dans les deux premiers GT.</p> <p>Le quatrième GT (« <i>Veille méthodologique et</i></p>	<p>Si l'essentiel des actions programmées en fin de première année de la mandature a pu être mené à bien, différents points nécessitent une attention notamment en vue de la prochaine mandature :</p> <p>1- l'animation et la coordination des GT est synonyme d'un investissement en temps qui n'avait pas été bien évalué lors de leur mise en place ; il est impératif que la coordination des GT ou d'autres actions du CS puisse être prise en compte et que des modalités soient trouvées en fonction des statuts des conseillers (ex. décharge pour les universitaires particulièrement investis dans le CS).</p> <p>2- la disponibilité des résultats de l'ensemble des programmes et actions de recherche et de suivis réalisés antérieurement. Ces données sont indispensables pour la compréhension des phénomènes observés et leur évolution en fonction des actions engagées ou non. La constitution d'une base de données est à terme indispensable ; la consultation et/ou la mise à disposition des données existantes constituent une première étape (cf. exemple de la BD hydro-climatologie)</p> <p>3- la difficulté de disposer de « grottes-laboratoires » pour mieux appréhender, étudier les phénomènes pouvant altérer l'intégrité de la cavité. Les « grottes-laboratoires » visent plusieurs objectifs : (i) pouvoir</p>
--	--	--

	<p><i>technologique</i> ») a réalisé un important travail de prospective sur les méthodes d'observation, de suivis et d'interventions possibles dans la cavité.</p> <p>Programmes de recherche : Suite à l'analyse des résultats obtenus au cours des deux programmes de recherche (« <i>Écologie microbienne</i> » et « <i>Microbiologie-Microclimat</i> »), initiés par le précédent Comité scientifique et dont une grande partie des résultats a été publiée dans des revues internationales, le CS a considéré qu'il était de la plus haute importance de lancer deux nouveaux programmes de recherche (« <i>Écologie souterraine/microbienne</i> » et « <i>Vermiculations</i> ») pour mieux comprendre la dynamique des populations présentes et actives dans la Grotte de Lascaux, ainsi que les mécanismes impliqués dans la formation des vermiculations à l'origine de la décoloration et de la remobilisation de pigments de certaines peintures.</p> <p>Principe d'indépendance : Il est important de souligner que les membres du CS mettent en application le principe d'indépendance des conseillers vis-à-vis des opérateurs des projets de recherche qui ont été mis en place durant la mandature (cf. protocoles vermiculations ; relevés biopédologie et karstiques ..) et qui seront retenus.</p>	<p>prélever en quantité ; (ii) contraindre les processus à l'origine des phénomènes ; (iii) tester des modes opératoires de traitement et/ou de remédiation, voire d'anticipation à l'extension de certains processus dans un contexte de changement global, etc. Il est impératif que le prochain CS puisse disposer de tels supports ; des moyens sont à trouver et mobiliser en partenariat avec des organismes de recherche nationaux et européens. Le choix et la « gestion » des grottes laboratoires doivent être conduites par le CS.</p> <p>4- Importance de disposer d'un calendrier pluri-annuel des actions, travaux, suivis dans la cavité menés par le GMO afin que le CS puisse programmer ses travaux, évaluations, recommandations.</p> <p>5- L'indépendance des conseillers a été un leitmotiv fort du CS. Cela doit être maintenu tout en ne contraignant pas trop les actions de recherche, de suivi, ou de test de traitement. En effet, le nombre de structures travaillant sur le domaine souterrain est limité tant à l'échelle nationale et internationale ; certaines d'entre-elles pouvant avoir pour membre un(e) des conseiller(e)s. Afin de ne pas passer à côté de structures référentes, le principe est qu'aucun conseiller participe aux actions de recherche définies par le CS.</p>
--	---	---

3.2. PROPOSITIONS EN VUE DU PROCHAIN CONSEIL SCIENTIFIQUE

Les propositions émises en fin de mandature pour le prochain conseil scientifique reposent sur l'auto-évaluation et sur le « vécu » de l'actuel CS. Ces propositions reprennent les principaux items de l'auto-évaluation.

• *Composition du CS*

La composition du prochain conseil doit tenir compte des « manques » ressentis par l'actuel CS dans un certain nombre de disciplines ou de compétences qui n'étaient pas couverts par les actuels conseillers. Ces domaines sont : (i) la climatologie souterraine s.s.; (ii) la caractérisation des pigments et leurs interactions avec les microorganismes et les dynamiques de paroi (dont les vermiculations) ; (iii) le rôle de la couverture bio-pédologique et de son évolution (passée et à venir) dans le fonctionnement écosystémique de la cavité ; (iv) constitution base de données ; (v) la spatialisation des informations (SIG 3D).

Le CS devra réactif pour le remplacement et/ou l'amélioration des champs de compétences nécessaires à son bon fonctionnement.

Les conseillers du futur CS doivent être pleinement conscients que leur implication dépasse la seule participation aux séances du conseil ; cela suppose de pouvoir consacrer du temps dans différents suivis d'actions, de programmes de recherche et dans la conduite des GT ou autres actions. Des soutiens doivent être recherchés pour permettre une telle implication. Le degré d'implication de certains conseillers doit être pris par le Ministère de la Culture et de la Communication.

Le CS se donne le « droit » de pouvoir inviter tout expert nécessaire au travail du conseil. Ces experts peuvent être aussi bien des scientifiques, des « gestionnaires » de cavités ornées que des personnes impliquées dans l'évaluation des patrimoines archéologiques et pariétaux.

• *Fréquence des réunions du CS*

Il serait souhaitable que les contraintes financières ne soient pas le facteur limitant de la fréquence des réunions du CS et plus particulièrement des Groupes de Travail. Il apparaît indispensable que le CS puisse se réunir autant que de besoin, en s'adaptant aux différentes contraintes relatives à l'état de la Grotte.

• *Les Groupes de Travail*

Les GT ont pour vocation à évoluer en fonction des thématiques prioritaires définies par les membres du CS, à l'écoute des besoins du GMO. Outre les trois GT ayant fonctionné au cours de la mandature, **deux autres GT** apparaissent indispensables à l'issue de discussions récurrentes lors des réunions du CS. Il s'agit :

- (i) du GT « *Grottes-laboratoires* ». Après une tentative infructueuse avec la Grotte du Leye, il apparaît très clairement que la mise en place de ce GT transversal, lors de la prochaine mandature, sera de nature à répondre à

de nombreuses questions posées dans les trois autres GT.

- (ii) du GT « *Base de données* ». Ce GT aurait pour objet la conception d'une base de données permettant d'interroger à la fois les résultats déjà acquis, les données issues des suivis réalisés ainsi que les informations permettant de mieux appréhender les causes (multiples) des crises passées et des phénomènes en cours. Cela permettrait de construire des chronogrammes de références. Ce GT aura également mission de travailler sur la définition d'une BD spatialisée (SIG 3D) en tant que support d'approches intégratives que celles menées jusqu'ici.

La charge liée à la coordination et à l'animation de ces GT doit être prise en compte et accompagnée par des actions qu'ils restent à mener auprès du MCC et des tutelles dont dépendent les conseillers.

• *Les programmes de recherche*

Les deux programmes de recherche (« *Écologie souterraine/microbienne* » et « *Vermiculations* ») définis en fin de mandature par l'actuel CS et lancés par le GMO (par appel d'offre) devront être suivis de façon régulière et attentive par un ou des membres du CS qui auront la fonction de « référents ». Des réunions régulières devront être fixées entre le (la) coordinateur (trice) de ces programmes et les référents du CS. Ces réunions auront pour objet le suivi du cahier des charges ainsi que l'évaluation des résultats et difficultés rencontrées.

• *Interactions entre le CS et le GMO*

Dans le cadre de la prochaine mandature, il est important que l'articulation entre le CS et le GMO soit maintenue avec un **meilleur phasage entre les réunions du GMO et celles du CS**. En fonction de la disponibilité des conseillers, la participation d'un second référent permettrait d'optimiser cette interface.

Il est également souhaité qu'autant que possible le CS puisse disposer d'un **calendrier pluri-annuel** des actions, travaux, suivis que souhaitent mettre en place le GMO. Ce calendrier permettra au CS de mieux anticiper les attentes du GMO en termes d'expertise et d'évaluation des actions projetées. De même, un ordre du jour des réunions du GMO permettra au(x) référent(s) du CS de pouvoir interroger en amont les conseillers et ainsi d'être plus en position pro-active. Dans le même ordre d'idée, le CS souhaite que les actions de recherche (thèse, post-doct, programmes) soutenues par le GMO soient le plus possible discutées en amont afin de pouvoir les intégrer dans les travaux menés par le CS (cf. GT).

En complément de ce rapport de fin de mandature, les éléments suivants sont consultables auprès du Ministère de la Culture et de la Communication :

Noel COYE- Conservateur du patrimoine

Direction générale des patrimoines - Sous-direction de l'archéologie

182 rue Saint-Honoré - F-75033 PARIS Cedex 01 –

noel.coye@culture.gouv.fr

- Protocole d'étude « vermiculations » + compte rendu synthétique
- Protocole « étude intégrée bio-pédologie/géomorphologie karstique/géophysique mis en place par le GT « Hydroclimatologie souterraine-modélisation »
- Programme de recherche « Ecologie souterraine »
- Programme de recherche « vermiculations »



Grotte de Lascaux – Diverticule Axial – Cheval rouge ©Nobert Aujoulat - MCC- CNP