

Distribution limitée

WHC-99/CONF.204/INF.9C

Paris, le 11 juin 1999

Original : Anglais

**ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE**

**CONVENTION CONCERNANT LA PROTECTION DU PATRIMOINE  
MONDIAL, CULTUREL ET NATUREL**

**BUREAU DU COMITE DU PATRIMOINE MONDIAL**

**Vingt-troisième session  
Paris, Siège de l'UNESCO, Salle X  
5-10 juillet 1999**

**Document d'information: Evaluation du Projet de Jabiluka: rapport du Scientifique chargé de la supervision au Comité du patrimoine mondial (Résumé analytique exclusivement)**

## **Antécédents**

Ce document d'information contient une étude des questions scientifiques soulevées par la mission de l'UNESCO au Parc national de Kakadu, Australie (WHC-99/CONF.204/INF.9A) conformément à la demande de la vingt-deuxième session du Comité du patrimoine mondial (Kyoto, Japon, 30 novembre – 5 décembre 1998)

## **Autres documents de référence**

<b>WHC-99/CONF.204/5</b>	Rapports sur l'état de conservation de biens inscrits sur la Liste du patrimoine mondial en péril (voir section concernant le Parc national de Kakadu, Australie)
<b>WHC-99/CONF.204/INF.9A</b>	Rapport de la mission au Parc national de Kakadu, Australie, 26 octobre au 1 <sup>er</sup> novembre 1998
<b>WHC-99/CONF.204/INF.9B</b>	Protéger le patrimoine mondial – Kakadu en Australie. Réponse du Gouvernement australien au Comité du patrimoine mondial de l'UNESCO concernant le Parc national de Kakadu (avril 1999)
<b>WHC-99/CONF.204/INF.9D</b>	Etude écrite réalisée par des experts indépendants des Organismes consultatifs (UICN, ICOMOS et ICCROM) concernant la réduction des menaces causées par la construction de la mine de Jabiluka et représentant des dangers réels et potentiels pour le Parc national de Kakadu
<b>WHC-99/CONF.204/INF.9E</b>	Etude réalisée par un comité scientifique indépendant sur les questions scientifiques liées à l'extraction d'uranium envisagée à Jabiluka concernant l'état de conservation du Parc national de Kakadu, entreprise entre le 22 avril et le 13 mai 1999

## **Résumé écrit par l'exécutif**

### **1.1 Introduction**

Lors de la vingt-deuxième réunion du Comité du Patrimoine Mondial qui s'est tenue à Paris du 22 au 27 juin 1998, il a été décidé que le Président du Comité devrait mener une Mission en Australie et plus particulièrement au Parc National de Kakadu pour évaluer les dangers certains et potentiels qui menaceraient les valeurs du Patrimoine Mondial du Parc National de Kakadu en cas d'exploitation de la mine d'uranium de Jabiluka. La visite de la Mission a eu lieu du 26 octobre au 1 novembre 1998.

Le rapport de la Mission a été remis au Bureau du Comité du Patrimoine Mondial lors de sa réunion à Kyoto (Japon) les 27-28 novembre 1998. Le Bureau a ensuite émis quelques recommandations dont le Comité du Patrimoine Mondial a discuté en réunion du 30 novembre au 5 décembre 1998.

Le rapport a notifié que "de graves dangers fondés ou potentiels menaçeraient les valeurs naturelles et culturelles du Parc National de Kakadu en cas d'exploitation de la mine d'uranium et d'activité de l'usine à Jabiluka" et a recommandé l'interruption du projet. Dans le cas des menaces touchant les valeurs naturelles du Parc, la Mission a insisté particulièrement sur "la gravité des inquiétudes exprimées par quelques scientifiques australiens éminents quant au degré de certitude scientifique se rapportant à la conception de la mine de Jabiluka, à la disposition des résidus et à l'impact potentiel sur les processus de captages". Ces inquiétudes firent l'objet d'un rapport soumis par Wasson, White, Mackey et Fleming (Wasson et. al., 1998, Appendice 2).

Comme les autorités australiennes n'avaient pas encore donné leur réponse, par manque de temps, le Comité du Patrimoine Mondial n'a pas pris de décisions fermes sur le futur statut de Kakadu à la réunion de novembre 1998. Dans sa décision, le Comité a demandé que l'Institut de Surveillance Scientifique fasse une évaluation exhaustive des zones scientifiquement incertaines. Les questions abordées comprenaient la modélisation hydrologique, la prévision et l'impact d'incidents météorologiques importants, le stockage du minéral d'uranium à la surface et le stockage à long terme des résidus miniers.

Ce document est le compte-rendu d'enquête de l'Institut de Surveillance Scientifique. En préparant ce compte-rendu, l'Institut a utilisé les nombreuses expertises de son organisation. De plus, étant donné le grand intérêt porté à la question du Patrimoine Mondial et le besoin de transparence absolue, il a recherché l'avis d'experts indépendants parmi divers instituts scientifiques en Australie. Les scientifiques du Bureau de Météorologie, de l'Université de Melbourne, de l'Organisation de Recherche Industrielle et Scientifique du Commonwealth et de l'Université de la Nouvelle-Galles du Sud ont écrit des rapports sur des sujets spécifiques à la demande de l'Institut. Ces derniers sont joints à ce rapport.

### **1.2 Questions à aborder**

Suite à un examen détaillé du rapport de Wasson et al (1998), comme de celui de la Mission, l'Institut de Surveillance Scientifique a résumé les principales questions

abordées par le Comité du Patrimoine Mondial et a confirmé cette interprétation avec le Président du Comité. Voici le résumé:

#### *La modélisation hydrologique*

Ce sujet comprend des questions soulevées par Wasson et al (1998) dans la section 5 de leur rapport; en particulier, (i) l'estimation de ce qui représente 1 dans 10,000 AEP (Probabilité d'excédant annuel) de précipitations annuelles pour la conception d'un bassin de rétention, (ii) l'évaporation dans la sortie du courant atmosphérique du système de ventilation de la mine et (iii) l'évaporation des eaux de surface.

#### *La prévision et l'impact d'incidents météorologiques*

Ce sujet se réfère (i) aux incertitudes mentionnées par Wasson et al (1998) à la section 4 de leur rapport à propos des travaux de Nott (1996) en ce qui concerne les importantes décharges dans la région de Waterfall Creek et dans les eaux inondant Katherine, (ii) aux incertitudes exprimées par Wasson et al (1998) sur ce qui représente le niveau maximum probable de précipitations (PMP) et (iii) les effets des changements climatiques tant sur la moyenne annuelle des précipitations que sur l'intensité des tempêtes.

#### *Le stockage de l'uranium en surface*

Il s'agit de (i) la conception des installations de surface pour assurer que, ayant pris en considération les problèmes mentionnés ci-dessus, les fuites (ruissellement) provenant des réserves du minerai seront toutes recueillies dans le bassin de rétention même en cas de conditions météorologiques très mauvaises, et de (ii) la capacité des paramètres utilisés dans la conception du bassin de rétention à assurer que les eaux qui y sont recueillies peuvent être retenues, même dans des conditions d'extrême mauvais temps, sans qu'il y ait besoin d'écouler de l'eau vers les eaux de surface, derrière le site minier.

#### *Le stockage à long terme des résidus de la mine*

Ce paragraphe traite de deux questions relatives à la rétention, à long terme, du total des résidus de Jabiluka dans les fûts de la mine et dans les silos supplémentaires creusés près du gisement dans le but spécifique de contenir les résidus. Ces deux questions sont: (i) la rétention à long terme des résidus solides pour qu'ils ne nuisent pas aux marécages de Kakadu et (ii) la dispersion dans les eaux souterraines de contaminants provenant des résidus en conteneurs et les conséquences potentielles pour les marécages de Kakadu.

Un certain nombre de problèmes soulevés par Wasson et al (1998) dans leur rapport doivent être clarifiés. Ceux-ci et d'autres, plus généraux, sont abordés dans le présent rapport.

### **1.3 Résumé des conclusions**

#### **Problèmes de modélisation hydrologique**

Les conclusions et les recommandations de l'Institut de Surveillance Scientifique à propos des problèmes de modélisation hydrologique soulevés par Wasson et al (1998) sont les suivantes:

*Estimation de 1:10,000 AEP de précipitations annuelles.*

- Il est recommandé d'utiliser l'enregistrement des précipitations de Oenpelli pour les années 1917 à 1998 pour évaluer 1:10,000 AEP de précipitations annuelles, de même que pour d'autres modélisations hydrologiques du projet de Jabiluka, parce qu'il est beaucoup plus extensif que celui de Jabiru et qu'il correspond à l'enregistrement de Jabiru pour la période de chevauchement.
- La valeur recommandée pour les 1:10,000 AEP de précipitations annuelles est de 2460 mm avec une sureté de 95% et une marge de plus ou moins 190 mm. Cette estimation correspond parfaitement à la valeur adoptée par ERA (Energy Resource of Australia Ltd ), qui est de 2450 mm.
- Il est reconnu qu'il pourrait y avoir quelque dépendance résiduelle de modèle dans la valeur recommandée de 1:10,000 AEP de précipitations annuelles. Cependant, ceci n'est pas important, dans cette évaluation, pour la modélisation du système de gestion des eaux à Jabiluka, parce qu'une méthode de simulation Monte-Carlo est utilisée selon des données de précipitations produites d'une manière stochastique.

*L'évaporation des eaux de surface*

- Toutes les suggestions faites par Wasson et al (1998) pour vérifier la validité des facteurs d'évaporation - "pan factors" (évaporation des eaux de stagnation) - utilisés par ERA ont déjà été prises en considération dans les calculs d'évaporation présentés par ERA dans sa modélisation hydrologique du système de gestion des eaux pour le projet de Jabiluka.
- Suite à deux évaluations indépendantes récentes, il est recommandé d'utiliser les facteurs "pan", proposés par l'Institut de Surveillance Scientifique en 1987, pour toutes futures modélisations hydrologiques du système de gestion des eaux de Jabiluka.
- La différence entre l'évaporation annuelle du bassin calculée à l'aide des facteurs "pan", recommandés par l'Institut de Surveillance Scientifique, et celle obtenue à l'aide des facteurs adoptés par ERA dans le PER (Rapport Public Environnemental) pour Jabiluka est minime (environ 2%). Cette différence correspond aux attentes actuelles en ce qui concerne la précision de la modélisation de la gestion des eaux.
- Le volume du bassin de rétention de Jabiluka devrait être augmenté d'environ 3% pour tenir compte des variations de l'évaporation selon les années et le rapport inverse entre évaporation et précipitations.
- Cette estimation est cependant considérée comme étant exagérée parce que le rapport entre évaporation et précipitations n'est pas linéaire. Au contraire, l'évaporation pendant les mois les plus importants de la saison humide tend vers une valeur constante lors de fortes précipitations.
- Il est conseillé d'incorporer un rapport linéaire entre évaporation et précipitations dans la modélisation future de la gestion des eaux parce que cela produira des résultats conservateurs dans des conditions de fortes précipitations et, dans des

conditions de sécheresse, des résultats plus réalistes qu'ils ne le seraient si on utilisait l'évaporation moyenne mensuelle à long terme.

#### *L'évaporation dans les conduits d'aération*

- L'observation faite par Wasson et al (1998) selon laquelle la chaleur latente de l'évaporation doit être alimentée est correcte. La conclusion que cela entraîne une erreur importante est cependant sans fondement parce que l'énergie nécessaire peut être fournie extérieurement, et l'intention de l'ingénieur était que la façon optimale d'y parvenir devrait être étudiée au stade de la conception détaillée, dès que le projet aurait reçu le feu vert.
- Le coût d'investissement et de l'opération d'un système d'humidificateur conçu pour répondre aux besoins d'énergie de l'évaporation seraient considérables et une analyse coûts-avantages des options diverses pour la gestion des eaux sera nécessaire avant qu'une décision finale ne soit prise sur l'installation d'un système d'humidificateur.
- Si ces coûts sont jugés trop élevés ou si l'impact environnemental est jugé inacceptable, la superficie du bassin de rétention à Jabiluka devra être élargie de 9 ha à 13 ha. Etant donné l'exemple de la mine de Ranger qui a une zone d'environ 500 ha, ces 4 ha ne devraient pas changer l'impact sur l'environnement.

#### **Prévision et impact de sévères conditions météorologiques**

*Si on en juge par les conditions météorologiques sévères de la région dans le passé*

- La supposition de Wasson et al (1998) selon laquelle il faut créer et construire des barrages de rétention des eaux et des résidus qui devraient rester solides pendant 10,000 années et qui retiendraient toute l'eau qui pourrait s'accumuler pendant cette période est erronée.
- Le projet approuvé par le Ministre de l'Environnement exigeait que tous les résidus soient enterrés dans les excavations minières et dans les silos ou les fûts préparés à cet effet. Il ne sera donc pas nécessaire de garder les résidus dans des dépôts à la surface, après cessation des activités minières, à savoir une trentaine d'années. De même, les structures de rétention seront vidées de leurs eaux et réhabilitées après cessation des activités.
- La critique sévère faite par Wasson et al (1998) selon laquelle le projet assumé l'état stationnaire du climat sur une période de 10,000 ans n'est donc pas fondée. Il n'est pas juste d'utiliser cela et des informations sur les régimes climatiques d'une grande diversité que connaît la région depuis plusieurs milliers d'années comme preuves que "l'intégrité de Kakadu ne saurait être garantie avec probabilité".

#### *Probabilité de précipitations maximum*

- L'estimation d'intensité de 6-minutes PMP (précipitations maximum probables) adoptée par ERA pour le projet de Jabiluka est approximativement inférieur de 20% à la valeur recommandée par le Bureau de Météorologie. Cette dernière est préférable pour la conception détaillée du projet de Jabiluka.

Un ensemble complet de valeurs PMP appropriées à Jabiluka est fourni dans ce présent rapport. Il est recommandé que ces valeurs soient utilisées, le cas échéant, dans la conception détaillée du projet de Jabiluka.

*Effets des changements climatiques sur la modélisation hydrologique.*

- Suivant le conseil de l'Institut de Surveillance Scientifique, il est important de prendre en considération les variations climatiques plus ou moins probables dans les 30 années à venir lors de la conception détaillée du système de gestion des eaux de Jabiluka. Il ne s'agit pas des effets de serre mais plutôt des changements périodiques dans la moyenne de précipitations annuelles qui ont été enregistrés dans le passé.
- Il existe une grande entente pour ce qui a trait aux prédictions des différents modèles de changements climatiques sur l'augmentation anticipée de température dans la région de Jabiluka d'ici à l'an 2030. Cette augmentation varierait entre 0,35 - 0,8°C.
- Il en est de même quant aux prédictions des différents modèles de changements climatiques, y compris ceux qui incorporent la modélisation du climat régional, sur les changements potentiels des précipitations dans la région de Jabiluka pendant la saison humide. Les variations sont de l'ordre de + 1% à - 6% d'ici à l'an 2030. Ces modèles confirment les prévisions précédentes que toute augmentation de la moyenne des précipitations, pendant la saison humide, due au réchauffement de la planète, serait minime (1%).
- Une variation survenant par décennie est l'effet de changement climatique le plus important pour la modélisation hydrologique du projet de Jabiluka. L'examen actuel confirme les analyses antérieures de l'Institut de Surveillance Scientifique que cet effet pourrait s'élever jusqu'à 15% dans les 30 prochaines années. Toutefois, cet examen a établi que la modélisation stochastique de séries de précipitations, basée sur l'enregistrement des précipitations de Oenpelli, explique parfaitement la variabilité par décennie et qu'il n'est nul besoin d'inclure cet effet dans un scénario de changements climatiques.
- L'étude de l'enregistrement historique des précipitations à Oenpelli révèle une tendance à la hausse de 1.7 mm par an dans la moyenne annuelle de précipitations qui pourrait être due au réchauffement de la planète. Cette tendance n'est pas statistiquement importante mais la prudence pousse à la considérer dans la modélisation hydrologique du projet de Jabiluka. Enfin, il faut savoir que l'enregistrement des précipitations de Oenpelli montre aussi une tendance similaire et la conclusion est encore une fois de ne pas inclure cet effet explicitement dans un scénario de changements climatiques.
- Tout comme par le passé, cette évaluation a trouvé qu'il est probable que l'intensité des violentes tempêtes augmenterait malgré une baisse générale des précipitations annuelles.
- La modélisation des changements climatiques suggère aussi la possibilité d'une augmentation importante de la magnitude des PMP

(précipitations maximum probables), jusqu'à 30%. Une telle hausse devrait être prise en considération dans la conception finale du système de gestion des eaux de Jabiluka en augmentant la hauteur des remblais. Il s'agit d'une mesure qui peut être incorporée lors de l'étape de la conception détaillée.

### **Le stockage de l'uranium en surface**

*La modélisation du système de gestion des eaux de Jabiluka dans les conditions climatiques actuelles.*

- Cette évaluation a inclus la modélisation hydrologique du système de gestion des eaux de Jabiluka en se basant sur un modèle stochastique d'équilibre des eaux quotidiennes, qui incorpore les recommandations du présent rapport, quant à l'enregistrement approprié des précipitations et de l'évaporation, une distribution réaliste des pertes de l'évaporation dans le système de ventilation au long de l'année et un modèle simple de la capacité de ruissellement des eaux du sol. Le système modelé était "l'usine de traitement alternative de Jabiluka - concept original" - où les résidus seraient stockés à l'intérieur de la mine plutôt que dans des bassins à la surface.
- Le modèle a permis des estimations de la capacité de stockage en fonction de l'excédent probable pendant les trente ans de la vie de la mine dans les conditions climatiques actuelles.
- La probabilité que le volume du bassin proposé par ERA dans le PER (Rapport Environnemental Public) (810,000m<sup>3</sup>) serait dépassé pendant la vie de la mine est de l'ordre de 1 sur 1000. Le volume du bassin nécessaire pour couvrir une possibilité d'excédent de 1 sur 10,000 pendant la vie de la mine serait de 940,000m<sup>3</sup>.

*Etude du modèle hydrologique adopté par ERA*

- L'Institut de Surveillance Scientifique a étudié le modèle hydrologique adopté par ERA dans la conception du système de gestion des eaux de Jabiluka et a fait un certain nombre de recommandations pour améliorer ce modèle.
- Les effets de ces recommandations sur le volume du bassin de rétention des eaux sont les suivants:
  - L'inclusion d'une variabilité de l'évaporation selon les années et le rapport inverse entre précipitations et évaporation conduit à une augmentation du volume du bassin d'environ 3%.
  - L'utilisation d'une distribution simulée des précipitations mensuelles plutôt que la répartition des précipitations annuelles sur chaque mois dans des proportions fixes déterminées par une distribution typique, conduit à une augmentation de la capacité nécessaire de 1,7%.
  - Se baser sur une distribution plus réaliste des pertes du système de ventilation entre les saisons humides et sèches plutôt que sur une valeur constante pour chaque mois signifie une augmentation de la capacité d'environ 1,2%.

- L'utilisation des facteurs "pan" recommandée dans cette évaluation plutôt que ceux de ERA dans le PER résulte en une augmentation du volume d'environ 2,5%.
- Utiliser un modèle d'équilibre des eaux quotidiennes plutôt qu'un modèle mensuel mène à une augmentation du volume du bassin de plus ou moins 1,4%.
- L'utilisation d'un modèle conceptuel de précipitations-ruissellement plutôt qu'un coefficient fixe de ruissellement mène par contre à une diminution du volume du bassin d'à peu près 0,4%.
- Suivre les recommandations faites par cette évaluation pour chacun des sujets traités plutôt que d'appliquer le modèle de ERA a pour effet que le volume du bassin requis pour réaliser un excédent potentiel donné serait augmenté de 10%.

*Utilisation de l'évaporation du bassin plutôt que de l'évaporation accrue dans le système de ventilation*

- L'utilisation de l'évaporation du bassin au lieu de l'évaporation accrue dans le système de ventilation conduirait à une réduction dans la capacité de stockage nécessaire d'environ 30%, parce que la capacité d'évaporation totale serait disponible dès le début des opérations au lieu de n'atteindre son effet maximum qu'après 10 ans.
- Il est souhaité qu'ERA utilise, dans sa conception détaillée du système de gestion des eaux de Jabiluka, une évaporation plus forte du bassin plutôt qu'une évaporation accrue dans le système de ventilation. Il faut alors reconnaître qu'une évaporation accrue dans le système de ventilation due à des procédures de dépoussiérage est inévitable. ERA devra être particulièrement soigneux dans sa modélisation pour réaliser le meilleur système possible de gestion des eaux.
- Répartir le bassin de rétention des eaux en trois ou quatre compartiments avec des déversoirs qui sont reliés les uns aux autres et un système de pompe à eau est l'une des façons de contrôler les pertes d'évaporation. Les pertes d'évaporation en périodes sèches pourraient être réduites en pompant toute l'eau restante dans l'un des compartiments et être accrues au maximum en périodes de pluies en utilisant la capacité d'évaporation totale de tous les compartiments. Il est souhaité qu'ERA considère cette méthode dans sa conception du système de gestion des eaux de Jabiluka.

*Effet des changements climatiques sur la capacité de stockage requise*

- L'augmentation minimum de température prévue est le scénario extrême pour la modélisation de l'équilibre des eaux puisque cela minimiserait l'évaporation et donc augmenterait au maximum le volume de stockage requis. Le minimum d'augmentation prévue de 0,35°C, pendant les 30 prochaines années, n'est pas suffisant pour avoir un impact important sur l'évaporation. Il n'est donc pas nécessaire d'ajuster le modèle hydrologique pour tenir compte de l'effet de changement de température.



- Le changement maximum prévu dans les précipitations annuelles, dû au réchauffement de la planète, dans les 30 prochaines années, est de 1%. Il n'est donc pas utile de répéter la simulation du système de gestion des eaux car l'effet du changement climatique est insignifiant.
- L'effet de l'augmentation prévue en intensité des tempêtes, due au réchauffement de la planète, a été étudié en utilisant les résultats d'une analyse de la sensibilité. Ceux-ci indiquent qu'une augmentation aurait un effet négligeable sur la capacité nécessaire de stockage du système de gestion des eaux de Jabiluka.

#### *Evaluation des risques de la proposition de ERA*

- Une évaluation des risques a été faite pour le système de gestion des eaux proposée par ERA pour la mine de Jabiluka. A cet égard, il est important de noter que les résidus ne seront pas entreposés à la surface. Le principal danger qui doit être étudié est l'impact possible sur les populations et sur l'écosystème en aval, d'une décharge imprévue d'eaux ayant été en contact avec le minerai d'uranium.
- En analysant les risques, des estimations ont été faites sur les concentrations de corps dissous dans les ruissellements provenant des réserves d'uranium. La valeur de ces concentrations ont été considérées à leur maximum et certaines sont probablement exagérées.
- L'évaluation a envisagé la situation qui pourrait survenir où les ruissellements accumulés provenant du captage du bassin de rétention des eaux à Jabiluka excéderaient la capacité du bassin; l'eau en excès dans la Zone de Rétention Totale serait détournée et s'écoulerait librement dans Swift Creek. Une autre situation évaluée est celle d'un défaut de la structure du bassin de rétention des eaux provenant d'un trop plein du bassin, d'un défaut de la digue de retenue ou d'un tremblement de terre important.

#### *Risques associés au dépassement de la capacité de rétention de l'eau*

- Des estimations ont été faites du cas où une partie de la population serait exposée aux radiations en conséquence d'une saison exceptionnellement humide où la capacité de rétention de l'eau serait dépassée et où l'eau s'écoulerait dans Swift Creek. La probabilité pour quelqu'un de subir ainsi une dose de radiation de 20  $\mu\text{Sv}$  en une fois, pendant les 30 ans de la vie de la mine, est de moins de 1 sur 10,000. Selon la Commission Internationale sur la Protection Radiologique, la dose annuelle maximale que quelqu'un devrait subir est de 1000  $\mu\text{Sv}$ . On peut donc conclure que le système de gestion des eaux proposé par ERA pour Jabiluka ne représente guère de danger de radiation pour la population qui vit dans les environs immédiats de la mine et qui consomme de la nourriture traditionnelle obtenue dans les points d'eau en aval des mines.
- D'autres estimations ont été faites des effets potentiels sur les animaux aquatiques d'une saison particulièrement humide pendant laquelle la

capacité de stockage du bassin de rétention des eaux serait dépassée et où l'eau en excès s'écoulerait dans Swift Creek. L'étude comprend l'exposition radiologique et chimique. La conclusion en est que, dans des circonstances normales, il n'y aurait aucun effet sur les animaux aquatiques vivant à Swift Creek en aval de la mine de Jabiluka, même quand le volume des eaux en excès qui sont déchargées comporte une probabilité d'excédant de l'ordre de 1 sur 50,000 pendant la vie de la mine. Si la décharge provient de pluies très fortes avec une probabilité d'excédant nettement supérieure à 1 sur 100 à la fin de la saison des pluies pendant laquelle les précipitations ont eu une probabilité d'excédant supérieure à 1 sur 1000, quelques effets nocifs pourraient se produire chez les invertébrés, mais pas sur les poissons. Ces effets seraient de très courte durée.

*Risques associés au trop-plein du bassin de rétention des eaux*

- La probabilité du débordement du bassin en l'absence de plans d'urgence a été estimée à 5 sur 10,000. On a assumé que le débordement causerait un échec total de la structure de la digue de retenue du bassin. Dans un tel cas, les radiations calculées pour la population seraient environ de 150  $\mu\text{Sv}$ . Aussi, même en cas de catastrophe, les doses reçues par les personnes affectées n'excéderaient-elles pas 15% de la limite annuelle fixée par la Commission Internationale de Protection Radiologique.
- La concentration d'uranium dans Swift Creek provenant du débordement du bassin de rétention et de l'échec total ultérieur des murs du barrage aurait probablement des effets nocifs sur quelques invertébrés aquatiques mais non pas sur les poissons.
- Il existe un risque d'environ 5 sur 10,000 que, à la suite du débordement du bassin de rétention des eaux, une zone égale à 1% de la plaine inondable de Magela serait soumise à des effets nocifs sur les animaux aquatiques. Or, les poissons et bien d'autres espèces ne seraient pas touchés. Entre 2  $\text{km}^2$  et 20  $\text{km}^2$ , des effets nocifs pourraient subsister, mais non pas au-delà de 20  $\text{km}^2$ . De plus, ces effets seraient passagers et le système fonctionnerait de nouveau à plein après nettoyage par les eaux naturelles de Magela Creek.
- Si des déversoirs étaient proprement agencés dans les murs du bassin de rétention, le barrage serait protégé de la destruction en cas de débordement. Il en résulterait une perte nettement inférieure du volume d'eau pendant une période plus longue et protégerait pleinement à la fois Swift Creek et la plaine inondable de Magela dans les conditions ci-nommées. Un déversoir devrait donc être incorporé.

*Risques associés à l'échec de la pente de la digue de retenue du bassin de stockage de l'eau.*

- La probabilité de cet échec est moindre que celle du débordement, ce dernier étant de 5 sur 10,000. Etant donné que l'échec de la pente se produirait dans les mêmes circonstances que celles du débordement, les estimations des conséquences s'appliquent aux deux situations.

### *Risques en cas de tremblement de terre important*

- Pendant la vie de la mine, la probabilité de l'échec de la structure du bassin de rétention des eaux provenant d'un tremblement de terre important est de l'ordre de 5 sur 10,000. Seulement les tremblements locaux et régionaux entrent en ligne de compte dans ce calcul. Les fréquents mais lointains tremblements de terre de la mer de Banda, en Indonésie, devraient être pris en considération dans la conception du bassin de rétention puisqu'ils provoquent beaucoup de cycles de mouvement des sols. Il est souhaitable que ERA fasse une étude lors de la phase détaillée de la conception de Jabiluka.
- Les risques d'exposition aux radiations pour la population à la suite d'un tremblement de terre sont extrêmement faibles. A un niveau de probabilité de 1 sur 10,000, l'exposition aux radiations est d'environ 30 $\mu$ Sv. L'exposition la plus forte, qui est moins d'un dixième de la limite acceptée à l'échelle internationale, a une très petite probabilité d'excédant.
- Pour un tremblement de terre qui se produirait pendant la saison humide, la zone maximale de la plaine inondable de Magela où l'on pourrait trouver des effets nocifs sur quelques animaux aquatiques invertébrés est d'à peu près 1,5 km<sup>2</sup>, mais les chances sont minimes. La zone affectée à un niveau de probabilité de 1 sur 10,000 est inférieure à 0,5 km<sup>2</sup>, c'est à dire moins de 0,3% de la région inondable. Au même niveau de probabilité, des effets résiduels pourraient se produire chez certaines espèces d'invertébrés dans une zone d'environ 5 km<sup>2</sup>. Même à l'intérieur de ces zones, l'impact serait faible (par exemple, les poissons ne seraient pas touchés) et le système fonctionnerait à plein de nouveau, suite au nettoyage par les eaux naturelles du système de Magela.
- En cas de tremblement de terre en saison sèche, la région touchée serait plus grande. Cependant, les chances de tels effets restent faibles et le système fonctionnerait de nouveau lors de la saison humide suivante.

### *Mesures d'urgence*

- Il est recommandé de séparer les ruissellements des réserves du minerai des ruissellements provenant des restes de la Zone Totale de Rétention, de sorte qu'ils soient toujours orientés vers le bassin de rétention, alors que, dans des conditions extrêmes, les ruissellements des restes de la ZTR sont détournés vers le bassin de stockage. Cette mesure réduirait encore les risques associés au manque de capacité du bassin de stockage.
- Il est souhaité que le bassin de rétention des eaux soit construit avec un déversoir proprement agencé pour s'assurer que, même si les mesures d'urgence (déviation) échouent, la structure du bassin résisterait en cas de trop-plein. Cela réduirait notablement l'impact d'un débordement parce qu'un faible volume d'eau seulement serait relâché dans l'environnement plutôt que le volume total du bassin.

### **Stockage des résidus à long terme**

#### *Erosion des résidus à long terme*

- Une fois que la mine de Jabiluka aura été bouchée et scellée après cessation des activités, le seul mécanisme pour la dispersion physique des résidus solides sera l'érosion de la couche rocheuse qui la recouvre. Comme les excavations minières et les silos seront à environ 100m sous la surface et que la surface supérieure des installations de stockage sera en dessous du niveau de la mer, il faudrait que toute la masse du sol soit érodée, et à ce moment-là les marécages de Kakadu n'existeraient plus. Ainsi, la dispersion physique des résidus ne représente pas un danger pour les marécages de Kakadu.
- Il faudrait environ 2 millions d'années pour que se fasse l'érosion de la couche rocheuse recouvrant les résidus à l'intérieur de la mine ainsi que les silos. Et alors les concentrations en excès de tous les produits radioactifs se seront désintégrés au moment où les résidus seront exposés et ils seront en équilibre avec l'uranium restant.
- La dispersion des résidus à très long terme n'est pas une menace pour les générations à venir.

#### *Traits hydrogéologiques de la région*

- La perméabilité des schistes de la Formation de Cahill, à l'ouest du gisement est bien plus grande que celle des grès de Kombolgie à l'est. Pour cette raison, il est conseillé que les silos de résidus supplémentaires soient creusés dans le grès de Kombolgie à l'est du gisement, comme le prévoit ERA. Le choix de ce site minimisera l'impact potentiel sur l'environnement.
- Creuser pour placer les silos signifie que des matériaux supplémentaires seront remontés à la surface. L'installation des silos dans le grès plutôt que dans les schistes qui se trouvent à l'ouest est aussi préférable dans le but de minimiser les dangers environnementaux à la surface parce que le grès contient des concentrations chimiques relativement faibles. Ce matériau requiert une attention spéciale pendant la phase de réhabilitation, mais les contrôles des impacts potentiels dans les eaux de surface s'avèreront simples.
- La nappe phréatique dans les alentours du gisement de minerai de Jabiluka, à la fois à l'ouest dans la Mine Valley et à l'est vers Swift Creek, est d'une grande qualité. Les concentrations de sel soluble sont relativement faibles alors que celles de radionuclide sont très faibles. Il en est déduit qu'il y a un très faible mouvement des radionuclides dans la nappe aquifère provenant du gisement de minerai. Par contre, la nappe phréatique sous les sols de sulfates acides de la plaine inondable de Magela est d'une très grande salinité. Elle est également acide, et comporte des concentrations importantes de sulfate. Les concentrations naturelles de sulfate observées représentent jusqu'à un tiers de la concentration attendue dans les résidus de Jabiluka.

#### *Modélisation de la dispersion des corps dissous dans la nappe phréatique*

- Un modèle bidimensionnel à éléments limités a été utilisé pour déterminer la direction du courant, les répartitions de la hauteur de chute et les différentes vitesses.
- Un modèle tridimensionnel numérique de transport des corps dissous a servi à calculer les concentrations de corps dissous filtrés du magma des résidus comme concentrations d'origine dans un modèle analytique.
- Un modèle analytique de transports des contaminants a été utilisé pour déterminer les concentrations dues à l'advection, à la dispersion en trois directions coordonnées et au retardement. Ce modèle a pris comme données la variété des vitesses et les concentrations d'origine déterminées par les deux premiers modèles. Ce modèle s'est aussi combiné avec les calculs Monte-Carlo pour établir les profils de concentrations pour un grand nombre de paramètres à diverses valeurs à l'intérieur des variétés sélectionnées.

#### *Propriétés et constituants des résidus*

- Malgré le manque d'information sur les résidus de Jabiluka parce que la mine n'est pas opérationnelle, les propriétés physiques des résidus de Ranger ont été rigoureusement étudiées. À Jabiluka et à Ranger les minerais proviennent de la même formation géologique et seront sujets au même procédé de traitement. Les résidus des deux mines auront donc en toute probabilité des propriétés physiques et chimiques similaires.
- Les travaux entrepris dans cette étude montrent qu'il serait souhaitable d'obtenir une perméabilité des résidus de moins de  $10^9$  m/sec. À partir des recherches faites sur les résidus de Ranger, on conclut que 99% des résidus non-cimentés dans les silos de Jabiluka aurait une perméabilité de moins de  $10^9$  m/sec. On s'attend à des résultats similaires pour les résidus dans la cavité de la mine, mais pour éviter la séparation et la persistance d'un trop grand nombre de cavités il faudra insérer les résidus dans la cavité de la mine avec beaucoup de soin.
- Des recherches menées ailleurs sur l'effet de cimenter le magma des résidus indiquent que la perméabilité des résidus sera encore plus réduite et pourrait même atteindre un niveau qui soit inférieur d'un facteur de 1000 à celui des résidus normaux.
- Ajouter du ciment aux résidus aurait pour conséquence des conditions de forte alcalinité qui réduiraient la dispersion des métaux et des radionuclides depuis la masse des résidus se trouvant dans la nappe phréatique.
- La conclusion de cette étude est qu'il y a de fortes chances d'atteindre une perméabilité dans les résidus cimentés de moins de  $10^9$  m/sec.

#### *Concentrations prévues de corps dissous dans l'environnement*

- La modélisation des concentrations de corps dissous dans la nappe aquifère profonde, à l'est des dépôts de résidus dans la direction de Swift Creek, prédit que, après 200 ans, les concentrations de sulfates ne devraient pas

excéder 20mg/L, même à 100 m des dépôts. L'uranium ne devrait pas bouger de plus de 50m en 1000 ans et le radium plus de 15m. Selon le scénario le plus extrême (et très peu probable) de l'analyse Monte-Carlo, la distance maximum parcourue par l'uranium est de 300m. A ces distances, les concentrations d'uranium et de radium seront négligeables en comparaison avec les concentrations naturelles.

- On pense que le transport des corps dissous vers l'ouest des dépôts sera plus rapide à cause de la plus grande perméabilité des schistes, par rapport à celle des grès. Les calculs de Monte-Carlo indiquent une distance de migration probable de 500m après 200 ans pour les corps dissous non-réactifs comme le sulphate, bien que des distances supérieures soient possibles. Les corps dissous provenant des résidus entreraient dans une zone où la qualité de l'eau est déjà médiocre avec des concentrations naturelles de sulphate de l'ordre de 1500 - 7000mg/L, de sorte que l'impact du déplacement de l'eau venant des dépôts de résidus serait négligeable. De plus, la couche inférieure des sols de la plaine inondable de Magela se compose d'argiles qui limitent toute remontée éventuelle des eaux souterraines dans les eaux de surface.
- Les calculs de Monte-Carlo indiquent que l'uranium se déplacera sans doute jusqu'à une distance de 200 m vers l'ouest en à peu près 1000 ans; la concentration serait alors réduite à moins de 1 mBq/L, ce qui est considérablement moins que les concentrations naturelles de la région. Les calculs précisent que le déplacement de l'uranium jusqu'à une distance de 1200 m est possible mais très peu probable. La quantité de l'uranium comme celle du radium resteront à un niveau peu important dans la plaine inondable de Magela.
- La modélisation de la nappe phréatique indique que la composante ascendante du courant des eaux souterraines est faible à la fois dans le mouvement des eaux vers l'est (Swift Creek) et vers l'ouest (Magela). Le courant est surtout horizontal, ce qui signifie que la plupart des corps dissous venant des dépôts de résidus resteront dans la nappe aquifère profonde et se déplaceront sous la plaine inondable vers la mer et qu'une petite fraction seulement des eaux souterraines dans la nappe aquifère plus profonde pourra atteindre les eaux de surface. Tous les calculs mentionnés ci-dessus quant aux eaux souterraines renvoient aux concentrations qui se trouvent dans la nappe aquifère profonde. Les concentrations de la nappe aquifère de surface provenant des résidus seront négligeables.
- La conclusion générale est que les marécages de Kakadu ne seront pas menacés par la dispersion de constituants de résidus dans les eaux souterraines.

#### *Evaluation des risques du stockage des résidus à long terme*

- Les risques courus par les populations et les marécages du Parc National de Kakadu, dûs au stockage à long terme des résidus dans la mine et des silos n'ont pas été analysés aussi rigoureusement que ceux dûs au stockage de l'uranium en surface.

- Pour faire une telle évaluation il faudrait étendre à la prédiction quantitative l'analyse de la dispersion des eaux souterraines, en utilisant les méthodes d'analyse de Monte-Carlo concernant les concentrations de corps dissous dans les eaux de la plaine inondable de Magela de même que la probabilité de ces concentrations. La variété et la qualité des données hydrogéologiques existantes ne permettent pas une analyse aussi détaillée.
- Toutefois, les analyses de Monte-Carlo sur les concentrations de corps dissous dans la nappe aquifère profonde et l'information disponible sur la composante verticale du courant des eaux souterraines démontrent que les concentrations de corps dissous venant des résidus dans les eaux de surface de la plaine inondable de Magela garderont leurs valeurs naturelles et ne seront pas affectées par la dispersion des corps dissous en provenance des dépôts de résidus.

### **Questions générales au sujet de la protection de l'environnement**

#### *La protection de l'environnement dans la région des rivières Alligator*

- Le régime de protection de l'environnement que le gouvernement australien a mis en place pour l'extraction de l'uranium à Ranger a toujours respecté les principes de Développement Durable et il a été démontré, à l'aide d'un programme rigoureux de surveillance chimique, biologique et radiologique, qu'il n'y a eu aucun impact substantiel par rapport à ces principes sur les populations ou sur les écosystèmes du Parc National de Kakadu, tout au long de l'exploitation de la mine.
- Le même régime de surveillance, plus rigoureux encore dans certains cas, s'appliquera à la mine de Jabiluka.

#### *Les alternatives de traitement de Ranger et de Jabiluka*

- Le rapport de la Mission critiquait ERA pour avoir voulu continuer avec le projet alternatif de Jabiluka (JMA) "bien qu'il ne soit pas le meilleur au point de vue de la protection de l'environnement". Cependant, cette présente évaluation, tout comme celle de Environment Australia concernant la première proposition de JMA, ont montré que, même si l'alternative de traitement de Ranger (RMA) est préférable, le risque que pose JMA pour l'environnement est minime et, en particulier, que les marécages ne courent aucun danger si le projet est accepté.

#### *Situation et importance du gisement de Jabiluka*

- L'étendue du gisement No 2 à Jabiluka n'a pas été totalement tracée en profondeur dans la zone à l'est de la faille de Hegge. Si RMA devait recevoir le feu vert, l'exploitation du minerai à Jabiluka serait limitée au tracé actuel du gisement et ce pour une période de 30 ans environ à moins que le Commonwealth ne donne l'autorisation d'exploiter des réserves supplémentaires suite à une évaluation selon l'Acte sur la Protection de l'Environnement (Environmental Protection (Impact of Proposals) Act) 1974.

- Si l'alternative de traitement de Jabiluka est acceptée, selon Environmental Protection (Impact of Proposals) Act 1974, la proposition d'exploiter des réserves supplémentaires ne nécessitera pas d'études complémentaires.

#### *Analyses des paysages*

- Wasson et al (1998) suggèrent que l'aspect du paysage dans la proposition de la mine n'a pas été suffisamment considéré. La mine de Jabiluka aura un impact ponctuel entraînant quelques effets spécifiques sur le paysage que la partie principale de ce rapport considère et trouve négligeables. Il est tout simplement faux de déclarer que EIS et PER sont inadéquats parce qu'ils n'ont pas étudié les conséquences potentielles sur le Parc de Kakadu tout entier. Il faut donc rejeter l'assertion selon laquelle la modélisation du contexte pour le site minier doit être plus rigoureuse qu'elle ne l'est actuellement.

#### *Les sols de sulphates acides*

- Wasson et al (1998) ont exprimé des inquiétudes au sujet, d'une part, de la circulation accidentelle de métaux lourds provenant de la mine dans les écosystèmes en aval, circulation provoquée par les sols de sulphates acides et, d'autre part, du pompage de l'eau d'un billabong qui conduirait à une acidité accrue des eaux de surface. Ces inquiétudes ne sont pas fondées. L'expérience à Ranger a prouvé que, dans tous les cas d'accidents, la quantité de métal qui échappe est très faible comparée à la quantité naturelle de métal qui se trouve dans les sols de la plaine inondable. La proposition précédente de rétablir le vieux camp de Ja-Ja a été retirée et il n'existe pas de plans de pomper de grandes quantités d'eau du billabong.

#### *Réhabilitation de la région du bail de Jabiluka*

- ERA a l'obligation de réhabiliter le site minier de Jabiluka d'une façon qui établira un environnement dans la zone du bail reflétant, autant que possible, un environnement semblable aux alentours du Parc National de Kakadu. Ceci dans le but d'incorporer la zone réhabilitée dans le Parc de Kakadu sans diminuer les valeurs du Parc.
- Le Gouvernement a mis en place des mécanismes sûrs pour s'assurer de ces réhabilitations, même si la compagnie fait faillite ou qu'elle cesse les opérations avant la fin des travaux de réhabilitation.

#### *Le transport de l'uranium de la mine de Jabiluka*

- Le transport de l'uranium de Jabiluka jusqu'au Port de Darwin, à travers le Parc National de Kakadu, est soumis aux lois du Territoire du Nord qui incluent le texte intégral des Règlements de l'Agence Internationale de l'Energie Atomique pour le transport en toute sécurité de matériaux radioactifs.
- Deux remorques d'urgence et des équipes d'urgence spécialisées sont de garde pour chaque expédition de produits d'uranium. Les remorques contiennent un équipement qui permettrait à l'équipe de ramasser tout produit d'uranium qui serait déversé accidentellement. Les dangers associés au déversement de produit d'uranium ont faits l'objet d'une étude



et des mesures d'urgence ont été mises en place pour assurer la protection des populations et des écosystèmes en cas d'accident.

- Pendant la vie de la mine de Ranger, il n'y a jamais eu d'accident de transport entraînant une fuite de produits d'uranium.

#### **1. 4 Conclusions**

Ce rapport a été préparé à la demande du Comité du Patrimoine Mondial. Celui-ci avait chargé l'Institut de Surveillance Scientifique de faire une évaluation exhaustive des questions scientifiques soulevées par la Mission que le Comité avait effectuée au Parc National de Kakadu en octobre-novembre 1998. L'incertitude scientifique qui planait sur ces questions avait conduit la Mission à conclure que les valeurs naturelles de Kakadu étaient menacées par le projet de Jabiluka.

Il faut insister sur le fait que ce rapport ne prétend pas être une évaluation complète de l'impact environnemental du projet de Jabiluka. De nombreuses questions de protection de l'environnement touchant au développement de Jabiluka n'ont pas été abordées dans le rapport de la Mission ou dans la décision du Comité du Patrimoine Mondial. Ces problèmes plus vastes ont déjà été considérés dans le processus d'évaluation de l'impact environnemental auquel le projet de Jabiluka a été soumis et sont aussi inclus dans les recommandations que le Gouvernement du Commonwealth a imposées en donnant son accord au projet.

Ce rapport comprend une étude détaillée de tous les sujets abordés par le Comité du Patrimoine Mondial et fournit une évaluation rigoureuse des risques pour les populations vivant aux alentours de la mine et pour les marécages de Kakadu, à cause du stockage du minerai d'uranium à la surface à Jabiluka, de la gestion des eaux et du stockage des résidus.

Un grand nombre des problèmes soulevés dans le rapport de la Mission du Comité du Patrimoine Mondial relèvent du domaine des détails de la conception. C'est-à-dire que l'Institut de Surveillance Scientifique, comme d'autres, avait identifié ces problèmes comme devant être résolus par la compagnie proposant le projet en consultation avec les responsables du Territoire du Nord et avec l'Institut de Surveillance Scientifique au stade de la conception détaillée. Cependant, il a été conclu qu'il n'existe pas d'obstacles insurmontables empêchant la réalisation d'une conception qui assurerait le plus haut niveau de protection environnementale pour le Parc National de Kakadu.

Cette évaluation a mis en lumière un certain nombre de faiblesses dans la modélisation hydrologique présentée par ERA dans le EIS (Etudes de l'impact sur l'environnement) et le PER. En conséquence, des recommandations ont été faites et devraient être mises en œuvre par ERA lors de la réalisation de la conception détaillée du projet de Jabiluka. D'un autre côté, cette étude a clairement démontré que, si la conception du système de gestion des eaux proposé par ERA dans le PER avait

effectivement été mis en place, le risque pour les marécages du Parc National de Kakadu et les dangers de radiation pour les populations auraient été très faibles. La conclusion est valable même dans des circonstances extrêmes conduisant à l'échec total de la structure du bassin de rétention des eaux de Jabiluka.

Il ne fait pas de doute que le lecteur profane trouvera cette conclusion pour le moins surprenante. Son origine, toutefois, repose sur le fait que l'uranium n'est pas une substance particulièrement toxique pour les animaux aquatiques. Il a en effet été prouvé que la toxicité de l'uranium est bien plus faible que celle des substances comme le cuivre, le cadmium et le plomb. Le public perçoit l'uranium comme une substance très dangereuse, et la communauté scientifique n'a pas réussi à le persuader du contraire; cette situation a mené à l'adoption de mesures extrêmes pour s'assurer qu'aucun uranium ne quitte le site d'une mine d'uranium.

De même, à l'état naturel, l'uranium ne représente pas un danger de radiation sévère. L'exposition à l'uranium et à ses produits doit être contrôlée, mais la radioactivité inhérente à l'uranium et à ses produits est suffisamment basse pour qu'il soit relativement facile de faire en sorte que les populations ne soient pas exposées à des radiations nocives. Ce n'est que lorsque l'uranium est utilisé comme fuel dans un réacteur que les réactions de fission donnent un grand nombre de produits radioactifs avec des niveaux élevés de radiations ionisantes.

Ainsi, scientifiquement parlant, il n'y a aucune raison pour que les eaux collectées à Jabiluka ne puissent être déchargées dans les eaux de surface de la plaine de Magela à condition qu'il existe un régime de contrôle adéquat qui protégerait les populations et les écosystèmes. La proposition de ERA qui prévoit que ces eaux devraient être entièrement retenues sur le site de la mine n'a été conçue qu'en réponse aux inquiétudes et aux perceptions de la société, et non pas en fonction des preuves scientifiques.

Un examen a été fait également des menaces à long terme pour les marécages de Kakadu, menaces dues au stockage des résidus du traitement de l'uranium à Jabiluka. Parce que les résidus seront stockés à une profondeur importante sous la surface du sol, la dispersion physique des résidus ne sera pas possible pour des millions d'années. Il faudrait l'érosion de la masse totale des sols et à ce moment-là les marécages de Kakadu n'existeraient plus. Et même dans ce cas, le danger couru par les générations futures serait insignifiant parce que l'uranium restant et ses produits radioactifs auraient des niveaux de concentration faible et seraient mélangés, lors de leur dispersion, avec le matériau inerte qui entoure le gisement aujourd'hui. Or, il a été démontré que la dispersion des radionuclides et d'autres constituants des résidus dans la nappe phréatique ne menace pas les marécages de Kakadu, ni même les populations qui y vivent, que ce soit à court ou à long terme.

Il faut donc conclure que, contrairement aux points de vue de la Mission, le développement de la mine d'uranium de Jabiluka ne représente pas un danger pour les valeurs naturelles de Kakadu. Cette conclusion s'appuie d'ailleurs sur une très grande certitude scientifique. Il s'ensuit que la décision du Comité du Patrimoine Mondial n'est pas justifiée, à savoir que les valeurs naturelles du Patrimoine Mondial sont mises en danger à Kakadu par le projet d'exploitation de la mine d'uranium de Jabiluka.