

12. RESULTATS

12.1. MATIERES RADIOACTIVES RESIDUELLES DEJA PRESENTES DANS L'ENVIRONNEMENT ACCESSIBLE DES ATOLLS

L'Etude a permis de constater que les milieux terrestre et aquatique de Mururoa et de Fangataufa qui sont accessibles aux personnes contiennent des matières radioactives résiduelles attribuables aux expériences nucléaires, mais généralement à des concentrations très faibles qui, selon les conclusions de l'Etude, sont sans importance du point de vue radiologique. Il convient toutefois de relever un certain nombre d'éléments dont les incidences radiologiques sont examinées à la section 12.3:

- a) Plusieurs kilogrammes de plutonium résultant des essais nucléaires atmosphériques effectués sur les atolls subsistent dans les sédiments du lagon de chaque atoll. Une partie du plutonium présent dans les sédiments du lagon de Mururoa provenait des expériences de sécurité atmosphériques;
- b) On a constaté que les concentrations de tritium dans chaque lagon étaient plus élevées que dans l'océan à cause de fuites provenant d'un certain nombre de cavités-cheminées créées par des essais nucléaires souterrains;
- c) Des particules contenant du plutonium et de petites quantités d'américium résultant des expériences de sécurité atmosphériques subsistent dans la zone des sites des expériences, à savoir les motu Colette, Ariel et Vesta à Mururoa. Dans le cadre de l'Etude, on a analysé ces types de particules, qui ont été décelées dans des échantillons de sable et de corail recueillis à la surface du motu Colette et dans du sable prélevé dans un banc de sable adjacent à ce motu;
- d) Des niveaux de ^{137}Cs supérieurs à la normale ont été décelés sur de petites surfaces représentant au total plusieurs hectares dans le secteur Kilo-Empereur de la couronne de Fangataufa.

12.2. MATIERES RADIOACTIVES RESIDUELLES DANS LE SOUS-SOL DES ATOLLS

L'Etude a permis de constater que les résultats des évaluations de l'énergie des explosions nucléaires de l'ensemble des essais nucléaires souterrains ainsi que des

quantités correspondantes de matières radioactives résiduelles contenues dans le sous-sol des atolls présentent une bonne concordance avec les informations de sources françaises qui ont été communiquées pour l'Etude.

D'après les mesures de l'activité dans des échantillons d'eaux souterraines prélevés dans les deux cavités-cheminées choisies pour l'échantillonnage in situ, l'Etude a permis de constater que les concentrations de radionucléides hautement réfractaires, en particulier de $^{239+240}\text{Pu}$, sont extrêmement faibles, ce qui est l'indice d'un degré de rétention élevé de ces radionucléides dans la lave vitreuse formée dans les cavités par la roche basaltique fondue lors des explosions souterraines.

12.3. DOSES POTENTIELLES DE RAYONNEMENTS DUES AUX MATIERES RADIOACTIVES DEJA PRESENTES DANS L'ENVIRONNEMENT ACCESSIBLE DES ATOLLS

Bien qu'il soit douteux que Mururoa — et a fortiori Fangataufa — puissent nourrir une population permanente exclusivement tributaire des ressources locales pour son alimentation, on a évalué les doses de rayonnements que recevraient des habitants hypothétiques à cause des matières radioactives résiduelles présentes actuellement dans les milieux terrestre et aquatique des deux atolls. L'Etude a permis de constater qu'une population résidant en permanence sur les deux atolls et ayant un régime alimentaire constitué de denrées et de produits de la mer locaux ne recevrait pas, en général, une dose de rayonnements attribuable aux matières radioactives résiduelles qui serait supérieure à 0,01 mSv par an, ce qui équivaut à une fraction très faible (moins de 1/200^e) de la dose annuelle due au fond de rayonnements que cette population résidente recevrait inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements. Il a été cependant jugé nécessaire, dans le cadre de l'Etude, d'examiner spécialement les quatre éléments indiqués à la section 12.1.

- a) *Plutonium présent dans les lagons*: L'Etude a permis de constater que la quantité de plutonium présente dans les sédiments des deux lagons est certes élevée, mais n'a guère d'importance du point de vue radiologique, en raison principalement du faible taux

PARTIE D: CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

de transfert du plutonium aux personnes par les voies possibles. En outre, il a été noté dans l'Etude que la disponibilité du plutonium diminuera avec le temps par suite i) de l'entraînement des sédiments lagunaires dans l'océan et ii) de l'enfouissement et de la dilution progressifs des sédiments des lagons par accumulation de sédiments nouveaux;

- b) *Tritium présent dans les lagons*: De la même manière, l'Etude a permis de constater que les concentrations de tritium dans les lagons sont sans importance du point de vue radiologique bien qu'elles soient actuellement plus élevées que dans l'océan;
- c) *Particules contenant du plutonium*: Il a été noté dans l'Etude que si une personne devait se rendre sur les motu Colette, Ariel ou Vesta de Mururoa, une particule contenant du plutonium et de petites quantités d'américium pourrait être incorporée dans son organisme, par exemple par une coupure due à une chute. L'Etude a permis d'évaluer la probabilité d'incorporation d'une telle particule et sa rétention à long terme dans l'organisme. On a aussi évalué la dose de rayonnements correspondante et la probabilité de détriment résultant de la dose reçue. Sur cette base, l'Etude a permis de constater que la probabilité pour qu'une personne hypothétique qui visiterait l'un quelconque des trois motu et qui y séjournerait pendant un certain temps soit atteinte finalement d'un cancer mortel attribuable à l'incorporation d'une particule contenant du plutonium est inférieure à un pour un million par an;
- d) *Césium 137 dans le secteur Kilo-Empereur de la couronne*: L'Etude a permis de constater que si une population quelconque devait consommer exclusivement des produits cultivés sur de petites surfaces du secteur Kilo-Empereur de la couronne de Fangataufa, la dose de rayonnement maximum estimée attribuable au ^{137}Cs présent dans la couronne serait de l'ordre de 0,25 mSv par an, ce qui équivaut à environ un dixième de la dose de rayonnements totale que cette population recevrait inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements. Dans l'Etude, on considère cependant que cette situation hypothétique est hautement improbable, étant donné notamment que le secteur Kilo-Empereur de la couronne est presque aride et pratiquement inhabitable pour des personnes adoptant un mode de vie traditionnel de semi-subsistance.

L'Etude a permis de déterminer que la dose la plus élevée attribuable aux matières radioactives déjà présentes dans l'environnement accessible de Mururoa et

de Fangataufa reçue actuellement par les habitants de Tureia est inférieure à 0,0001 mSv par an, ce qui représente une fraction tout à fait insignifiante (d'environ 1/10 000^e) de la dose annuelle due au fond de rayonnement que ces habitants recevront inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements. Il convient toutefois de noter que Tureia a reçu certaines retombées immédiates des essais nucléaires atmosphériques effectués à Mururoa et à Fangataufa, en plus des retombées mondiales résultant de l'ensemble des essais nucléaires atmosphériques. Les doses de rayonnements reçues actuellement par les habitants de Tureia du fait des résidus de retombées antérieures dues aux essais nucléaires effectués à Mururoa et à Fangataufa ont été évaluées et l'on a constaté qu'elles étaient d'environ 0,005 mSv par an, ce qui représente une fraction extrêmement faible (environ 2/1 000^e) des doses annuelles dues au fond de rayonnement que ces habitants recevront inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements.

Les doses de rayonnements dues aux matières radioactives résiduelles déjà présentes dans l'environnement accessible — principalement à ^{137}Cs et aux isotopes du plutonium — continueront d'être reçues, mais elles diminueront en raison à la fois de la décroissance radioactive et d'autres processus réduisant la disponibilité de ces radionucléides dans l'environnement. Selon les estimations de l'Etude, le taux de lixiviation du ^{137}Cs et des isotopes du plutonium présents dans les sédiments des lagons continuera à décroître avec le temps, tout comme les doses de rayonnements estimées qui sont associées à ces radionucléides. L'Etude a permis de constater que les doses annuelles potentielles estimées les plus élevées qui sont attribuables aux matières radioactives résiduelles déjà présentes dans l'environnement accessible de Mururoa et de Fangataufa et dans les eaux environnantes tomberont de leur maximum hypothétique actuel, qui ne dépasse pas 0,01 mSv par an, à environ 0,001 mSv par an d'ici 100 ans.

12.4. MIGRATION DES MATIERES RADIOACTIVES RESIDUELLES A PARTIR DU SOUS-SOL

L'Etude a permis d'estimer le taux de migration des radionucléides des matières radioactives produites par les essais nucléaires souterrains depuis les cavités-cheminées vers les lagons et directement vers l'océan à travers les milieux géologiques au cours de périodes supérieures à 100 000 ans. Elle a permis de constater qu'au cours des premières dizaines d'années,

12. RESULTATS

la majeure partie des radionucléides relâchés proviendraient d'un petit nombre de sites d'essais nucléaires souterrains où le confinement des essais nucléaires assuré par le soubassement basaltique situé au-dessus du point zéro a été inadéquat. En termes de quantités d'activité, le tritium prédominerait dans les premiers relâchements, mais avec des activités volumiques qui sont sans importance du point de vue radiologique. D'autres radionucléides, dont ^{137}Cs et ^{90}Sr , seraient retenus efficacement sous terre dans le soubassement basaltique et perdraient la majeure partie de leur activité par décroissance et seules de faibles quantités d'activité seraient relâchées. Le relâchement du plutonium se poursuivrait à long terme, mais à des taux très faibles. D'après les prévisions fournies par la modélisation, il est improbable que les concentrations de ^{137}Cs et de $^{239+240}\text{Pu}$ dans l'eau des lagons excèdent les niveaux actuels à un moment quelconque à l'avenir. Les concentrations de ^{90}Sr et de ^3H pourraient éventuellement dépasser légèrement les niveaux actuels, mais seulement pendant les quelques décennies à venir.

12.5. DISPERSION DES MATIERES RADIO-ACTIVES RESIDUELLES DANS L'OCEAN

Pour l'Etude, on a utilisé des modèles océanographiques du champ régional et du champ lointain en vue d'estimer les concentrations dans l'eau de mer, en des lieux et à des moments différents, de radionucléides relâchés dans l'océan à partir de Mururoa et de Fangataufa. L'Etude a permis de constater qu'à l'exception de celles qui résulteraient d'un événement disruptif extrême hypothétique (section 12.6), les concentrations de radionucléides prévues à long terme tombent aux niveaux ambiants dans l'océan au-delà d'une centaine de kilomètres des atolls; ainsi, à Tureia, les concentrations prévues seront voisines des niveaux ambiants et sans importance du point de vue radiologique.

12.6. CONSEQUENCES D'EVENEMENTS DISRUPTIFS POSTULES

Le seul événement disruptif dont on a jugé dans l'Etude qu'il méritait d'être évalué de manière approfondie a été le détachement et le glissement hypothétique d'une masse importante de roches carbonatées dans la zone nord de Mururoa, là où ont été effectués les expériences de sécurité souterraines et certains des essais nucléaires ayant produit des cavités-cheminées qui ont pénétré dans les formations carbonatées. Si un tel événement extrême hypothétique devait se produire, les courants océaniques entraîneraient les matières radioactives relâchées en les éloignant de Mururoa, en sorte que ce sont les habitants d'atolls proches qui recevraient la dose annuelle potentielle la plus élevée. Dans le cas des habitants de Tureia, la dose reçue au cours de la première année qui suivrait un tel glissement ne serait pas supérieure à quelques millièmes de millisievert, ce qui correspond à une fraction extrêmement faible (quelques parties par millier) de la dose annuelle due au fond de rayonnement que les habitants recevront inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements — même si l'on part de l'hypothèse pessimiste que tout le plutonium en jeu dans ce glissement entrerait en solution.

12.7. DOSES POTENTIELLES A L'AVENIR

L'Etude a permis de constater qu'à l'exception de la situation hypothétique examinée à la section 12.3, aucun groupe de population n'est susceptible, à un moment futur quelconque, de recevoir une dose attribuable aux matières radioactives résiduelles présentes à Mururoa et à Fangataufa qui soit supérieure à environ 1 % de la dose due au fond de rayonnement que ce groupe recevra inévitablement du fait des sources naturelles de rayonnements.

13. CONCLUSIONS

13.1. INCIDENCES POUR LA SANTE HUMAINE

L'Etude a permis de conclure qu'il n'y aura aucun effet sur la santé qui puisse être diagnostiqué médicalement chez un individu ou décelé dans un groupe par des études épidémiologiques et qui serait attribuable aux doses de rayonnements estimées qui sont reçues actuellement ou qui seraient reçues à l'avenir par des personnes du fait des matières radioactives résiduelles présentes à Mururoa et à Fangataufa.

Il a toutefois été noté dans l'Etude que l'incidence signalée du cancer dans les populations de la région du Pacifique Sud et dans le monde entier évolue pour diverses raisons, et notamment à cause de l'amélioration du diagnostic et de l'enregistrement des cas de cancer; de modifications de l'exposition aux agents cancérigènes dans le milieu ainsi que des habitudes individuelles (comme les habitudes alimentaires et tabagiques); des migrations de population qui modifient les taux de référence pour l'incidence du cancer; et de changements dans l'incidence d'autres maladies. Il est cependant souligné dans l'Etude qu'aux très faibles niveaux de doses estimés dans celle-ci, il n'y aura aucune modification des taux d'incidence du cancer dans la région qui soit attribuable à l'exposition aux rayonnements provoquée par les matières radioactives résiduelles présentes à Mururoa et à Fangataufa.

13.2. INCIDENCES POUR LE MILIEU BIOLOGIQUE

L'Etude a permis d'évaluer les débits de doses au milieu biologique indigène résultant des matières radioactives résiduelles présentes à Mururoa et à Fangataufa et, dans la grande majorité des cas, il a été constaté qu'ils étaient analogues ou inférieurs aux débits de doses dus aux sources naturelles de rayonnements. Une exception à cela est constituée par les débits de doses potentiellement élevés auxquels pourraient être exposés des individus de certaines espèces du fait du plutonium contenu dans des particules — provenant,

par exemple, des sédiments du banc de sable adjacent au motu Colette dans la partie nord de l'atoll de Mururoa. L'Etude a permis de conclure que, dans l'ensemble, les débits de doses de rayonnements et les modes d'exposition attendus sont tels qu'ils ne pourraient avoir aucun effet sur des groupes de population du biotope, bien que des individus des espèces puissent occasionnellement subir un détrimement, mais pas au point que cela mette en péril l'ensemble de l'espèce ou crée des déséquilibres entre les espèces.

13.3. MESURES CORRECTIVES

Etant donné les niveaux d'activité mesurés et prévus de radionucléides et les faibles niveaux de doses estimés pour le présent et pour l'avenir, et compte tenu des recommandations internationales, l'Etude a permis de conclure qu'aucune mesure corrective n'est nécessaire à Mururoa et à Fangataufa pour des raisons de protection radiologique, que ce soit maintenant ou à l'avenir.

13.4. SURVEILLANCE

De même, l'Etude a permis de conclure qu'il n'est pas nécessaire de poursuivre la surveillance de l'environnement de Mururoa et de Fangataufa à des fins de protection radiologique.

13.5. SOLIDITE DES CONCLUSIONS

Bien que de nombreuses hypothèses aient été faites pour la modélisation des systèmes, les résultats sont solides, c'est-à-dire que l'Etude a permis de conclure que l'ampleur escomptée des changements dans les conclusions du fait des incertitudes sur les paramètres utilisés dans la modélisation est faible. En outre, les doses prévues sont si faibles que des erreurs importantes (même d'un ordre de grandeur) n'influeraient pas sur les conclusions.

14. RECOMMANDATION

Il a été noté dans l'Etude qu'un programme scientifique de surveillance des concentrations des radionucléides dans les formations carbonatées et dans les cavités-cheminées des essais nucléaires est en cours à Mururoa et à Fangataufa. Au cas où ce programme serait poursuivi, il est recommandé que l'accent soit mis sur la surveillance du comportement migratoire des

radionucléides et des radiocolloïdes à longue période et relativement mobiles en raison de l'intérêt scientifique particulier qu'il présente. Ce programme scientifique, complété par une certaine surveillance des niveaux des radionucléides dans la biosphère, pourra également être utile pour convaincre le public de la sûreté radiologique permanente des atolls.