

Les considérations de santé publique liées à l'élimination des déchets nucléaires par lancement de ceux-ci à destination du soleil

MURRAY R. BERKOWITZ, D.O., M.A., M.S., M.P.H.*

Le présent article examine les aspects de la santé publique en éliminant les déchets en les projetant vers le soleil. Les problèmes environnementaux et écologiques rencontrés depuis le déversement accidentel d'hydrocarbures par *British Petroleum* –BP dans le Golfe du Mexique le 20 avril 2010 ont donné lieu à des débats à propos de l'identification des sources d'énergie devant remplacer les produits pétroliers. Le 11 mai 2010, les sénateurs américains John Kerry (Démocrate du Massachusetts) et Joseph Lieberman (Indépendant du Connecticut) présentèrent au Congrès une proposition de loi (*l'American Power Act*) visant « à garantir l'avenir énergétique des États-Unis, à encourager la production intérieure d'énergie renouvelable afin de réduire la pollution d'une manière significative¹ ». L'énergie nucléaire figure parmi les nombreuses formes d'énergie provenant de diverses sources de substitution et suscite un renouveau d'intérêt accru. Les problèmes causés par les dégâts subis par la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi à la suite du séisme d'une magnitude de 9,0 et du raz de marée qui s'ensuivit au Japon le 15 mars 2011, ainsi que les problèmes signalés dans plusieurs centrales nucléaires le long de la côte est des États-Unis lors de l'ouragan Irène, ont intensifié les inquiétudes en matière de sécurité et de santé suscitées par

* L'auteur est professeur titulaire et directeur associé de médecine préventive et communautaire, au *Georgia campus* du *Philadelphia College of Osteopathic Medicine* et chercheur au *Osteopathic Research Center* à Fort Worth, au Texas. Il a fait sa résidence en médecine préventive et en santé publique au *Maryland Department of Health and Mental Hygiene* de l'État du Maryland. Il est également certifié en médecine neuromusculosquelettique et en manipulation ostéopathique ainsi qu'en médecine préventive et santé publique. Il est titulaire d'un BS de *Polytechnic Institute* de *New York University*, d'une maîtrise et d'un MS de *Columbia University* ; d'un MPH de *Bloomberg School of Public Health* de *Johns Hopkins University* ; d'un DO du *College of Osteopathic Medicine and Surgery* de *Des Moines University Osteopathic Medical Center*. Il est aussi certifié en médecine du travail. Il a servi en tant qu'officier du Corps médical de l'armée de Terre américaine. Avant d'entamer ses études médicales, il a servi dans de nombreuses missions dans les armées de Terre et de l'Air américaines. Il est aussi rédacteur en chef, scientifique, de *l'American Academy of Osteopathy Journal*. Il est auteur et conférencier avec plus de 100 manuscrits, articles et présentations. Le docteur Berkowitz est diplômé de *l'Armor Officer Advanced Course*, *Marine Corps Command and Staff College*, *Air Command and Staff College* et *Air War College*.

l'utilisation de l'énergie nucléaire. En outre, lorsque des pannes d'électricité avaient paralysé la côte Est des États-Unis après « *Superstorm Sandy* » le 29 octobre 2012, la presse s'empara du sujet et publia des articles sur les centrales nucléaires mettant en danger la vie du public.

Les déchets nucléaires, qui émettent un « rayonnement ionisant », menacent la santé publique par une exposition à cette propagation. La menace est basée sur la durée de ce rayonnement, la distance par rapport à la source de celui-ci, le type de rayonnement (par exemple, alpha, bêta, gamma, etc.) ainsi que sur la présence d'un blindage quelconque et sur son type². Parmi les sources de déchets radioactifs figurent les armes nucléaires, les sources d'énergie nucléaire, les radionucléides utilisés à des fins médicales pour le diagnostic ou le traitement des malades, les machines émettant cette radiation, les métaux radioactifs et les isotopes radioactifs de tous les éléments (généralement trouvés dans le « rayonnement ambiant³ »).

La menace que fait peser une exposition à ces éléments est principalement le résultat d'un accident ou incident qui entraîne une « fuite » de matières nucléaires radioactives (c'est-à-dire, un « déversement nucléaire ») que le reste de la population ne rencontrerait pas normalement. La méthode employée actuellement, demande le transport sécurisé des déchets et leur stockage dans des lieux spécialisés, eux aussi sécurisés. Ces dépôts de déchets nucléaires doivent être implantés à l'écart des zones peuplées, avec des installations dont la sécurité matérielle peut être assurée et où l'accès par des intrus, qu'il soit délibéré ou par inadvertance, est extrêmement improbable et aisé à détecter (par exemple le site de *Yucca Mountain* où les fonds ont été refusés en 2010) et dans des zones qui ont peu de chances de souffrir de dérèglements géologiques (par exemple, tremblements de terre, volcans, etc.).

Une autre option envisagée est le rassemblement et l'enfouissement des déchets radioactifs dans les profondeurs des océans, en particulier dans les crevasses profondes des chaînes de montagnes médio-océaniques ou les formations géologiques océaniques extrêmement profondes telles que la fosse des Mariannes. Manifestement, tout projet d'enfouissement en haute mer de déchets radioactifs exigerait que toute zone envisagée soit très éloignée des plaques tectoniques océaniques, qui ont plus de chances d'attirer les volcans, tremblements de terre et autres activités sismiques. D'après Charles Hollister et Steven Nadis, les océanologues estiment que ces zones n'ont pas été géologiquement actives depuis plus de 50 millions d'années. Il est par conséquent douteux qu'elles le deviendront à l'avenir⁴.

L'élimination des déchets radioactifs par leur lancement à destination du soleil fait disparaître les risques d'exposition que font peser des fuites dans une installation de stockage ou le détournement de tels déchets à des fins de terrorisme nucléaire⁵. Le principe sous-jacent est que toute matière capturée par la gravité du soleil subira des contraintes excédant les limites de son intégrité structurelle et se disloquera avant d'arriver au soleil lui-même. En outre, les tempéra-

tures sont tellement élevées qu'elles incinèrent et consomment tous les matériaux avant d'arriver à la couronne solaire⁶. Précisément, lorsque la matière s'échauffe, elle se dilate au-delà des limites de son intégrité structurelle, l'énergie calorifique rencontrée cause la rupture des liaisons moléculaires. Même les éléments dont le numéro atomique est supérieur à deux (par exemple, l'hélium) n'ont pas d'intégrité atomique à l'intérieur du soleil⁷. Essentiellement, la chaleur les brise dans leurs particules subatomiques composites (par exemple, électrons, protons, neutrons, etc⁸). Par conséquent, les déchets radioactifs ne touchent jamais le soleil et il n'y a aucun effet sur l'« écosystème » solaire, c'est-à-dire que les déchets nucléaires ne peuvent « endommager » le soleil.

Ampleur du problème

En matière de santé publique, il faut considérer la possibilité d'un accident au lancement, au cours duquel les déchets nucléaires ne quittent pas la terre et/ou le lanceur se désintègre peu de temps après le lancement en répandant des débris radioactifs. Un examen du programme américain de vols spatiaux habités nous permet d'estimer le risque d'accident au lancement d'un véhicule spatial. Le nombre de missions de navette spatiale inhabitée, y compris Atlas, Centaur, Delta, Delta II, et les missions Saturn V totalisent plus de 1.000 missions de navette spatiale. La taille des débris produits par les deux accidents de navette spatiale varie de quelques centimètres (cm) à plusieurs mètres (m) de long et de large mais rien n'était radioactif. Durant tout le programme spatial, non-habité, la probabilité d'un accident spatial s'élevait à trois pourcent⁹. S'il est vrai que la probabilité d'un tel événement est faible, elle n'en existe pas moins.

Nous reconnaissons depuis longtemps les risques sanitaires posés par le rayonnement ionisant. Les conséquences sanitaires à court et long terme des incidents des retombées des bombes atomiques larguées au-dessus des villes japonaises de Hiroshima et Nagasaki, les essais de bombes nucléaires et thermonucléaires effectués dans l'atmosphère par les États-Unis et l'Union Soviétique de 1946 à 1964, ainsi que les incidents de réacteurs nucléaires à Three-Mile Island aux États-Unis en 1979 et à Tchernobyl en Union Soviétique en 1983 ont été bien documentées. Les risques associés à un incident affectant un lanceur spatial dont la charge utile consiste en déchets radioactifs sont analogues à ceux associés à la distribution des retombées radioactives observée lors des essais de bombes nucléaires effectués dans l'atmosphère jusqu'à l'entrée en vigueur du Traité d'interdiction des essais nucléaire.

Principaux facteurs

Comme indiqué plus haut, les causes du problème pouvant affecter la santé publique sont bien connues. Particulièrement, nous parlons ici des effets biolo-

giques d'un environnement de déchets radioactifs. Le rayonnement ionisant endommage les structures biochimiques, moléculaires et cellulaires à la base de toute forme de vie. Les comportements humains n'ont aucun effet direct sur ce problème mais ils peuvent avoir un effet indirect par la façon dont ils provoquent des inquiétudes en termes de sûreté et/ou de sécurité à propos du traitement ou du confinement des déchets radioactifs dans le milieu géopolitique international actuel. Il est inquiétant de penser que des déchets nucléaires puissent tomber entre les mains de groupes terroristes et servir à fabriquer, puis à déployer des armes nucléaires dites « sales » de faible puissance (c'est-à-dire, un terrorisme nucléaire).

Définition d'une politique et de priorités

Il existe essentiellement deux méthodes d'élimination des déchets radioactifs : 1) les envoyer dans l'espace ou 2) les rassembler, les confiner et les stocker sur terre, dans des installations en surface ou souterraines, ou bien dans les profondeurs des océans. Envoyer les déchets dans l'espace, en particulier à destination du soleil où ils se volatiliseront avant d'arriver à la couronne solaire élimine ce danger pour toujours. Comme souligné précédemment, cette option comporte le coût des opérations de lancement ainsi que les risques connexes que fait peser un accident au lancement d'un véhicule spatial chargé de déchets nucléaires qui répand des débris radioactifs dans une vaste zone géographique impossible à déterminer à l'avance. L'avantage du rassemblement, du confinement et du stockage des déchets radioactifs à la surface de la terre est que cela s'effectue très facilement et représente la moins chère des options en termes d'opérations initiales et de logistique. Cela exige une surveillance et des mesures de sécurité constantes parce que ces déchets peuvent être volés et utilisés par des terroristes à des fins malveillantes. En plus, le confinement de déchets radioactifs pourrait finir par être compromis par des causes naturelles (par exemple, tremblements de terre, volcans, etc.), ce qui conduirait à des fuites gagnant la nappe phréatique et à une contamination des ressources terrestres et/ou aquifères. Enfin, l'élimination de ces déchets dans les profondeurs des océans peut être tout aussi coûteuse que le lancement dans l'espace. Un accident maritime pourrait exposer les océans dans leurs parties bordant les régions peuplées, les zones de pêche, etc., à une contamination radioactive. En outre, bien qu'un tel site soit d'accès beaucoup plus difficile qu'une installation de confinement terrestre, les terroristes peuvent compromettre la sécurité d'un site océanique par un détournement de ces déchets radioactifs. Encore une fois, il serait nécessaire d'assurer la surveillance et la sécurité en permanence.

Néanmoins, nous disposons de moyens technico-scientifiques permettant de lancer des charges dans l'espace vers n'importe quelle cible astronomique¹⁰. Les obstacles politiques et sociocomportementaux à la mise en œuvre d'un tel projet sont basés sur la perception par le public des risques associés à l'énergie nucléaire, en réalité ces risques ne sont pas aussi graves que la majorité du grand public le

croit¹¹. Aucune étude prouvant que la santé du personnel des installations nucléaires est plus mauvaise que celle du grand public, lorsque les précautions appropriées sont prises. Toutefois il a été démontré que, lorsque des précautions ne sont pas prises ou qu'un accident ou incident dans lequel sont impliquées des matières nucléaires se produit, des conséquences sanitaires négatives, des cancers en particulier, ont été attestées par diverses sources.

Quant aux considérations économiques, un lancement de charges dans l'espace coûterait environ 10.000 dollars par livre¹². Ainsi, l'envoi de 100 tonnes métriques de déchets nucléaires radioactifs dans l'espace coûterait 2.2 milliards de dollars alors que son stockage dans le centre de *Yucca Mountain* coûte environ 200 millions de dollars par an. Par contre, le coût d'un lancement spatial qui transporte beaucoup plus de déchets que nous pourrions stocker sur un site unique sur la surface de la terre serait amorti en l'espace de onze ans.

L'élimination des déchets radioactifs par leur lancement vers le soleil profite aux personnes, aux collectivités et à la société en général, au niveau mondial, car ces déchets éliminés de la terre ne posent plus de risques en matière de santé publique résultant d'accidents ou d'incidents quelconques ni celui d'être disponibles pour être employés dans des activités de terrorisme nucléaire. Les risques sont présents au lancement, peu de temps après celui-ci ou plus tard mais avant de quitter l'atmosphère terrestre. Manifestement, un accident qui se produit au lancement ou peu de temps après, affectera les collectivités géographiquement voisines du point de lancement (par exemple, Melbourne, en Floride, proche de Cape Canaveral et de *Patrick Air Force Base*). Des débris radioactifs se déposeront rapidement dans ces régions géographiques immédiatement voisines et auront des conséquences en matière de santé publique dans ces collectivités. Selon un communiqué de presse de *John Hopkins University*,

Les retombées nucléaires à la suite d'un accident ou d'un acte de terrorisme contiennent de l'iode radioactif susceptible de causer un cancer de la thyroïde, en particulier chez les bébés et les enfants jusqu'à 18 ans. Les comprimés d'iodure de potassium empêchent la thyroïde d'absorber l'iode radioactif, ce qui protège la glande.

Le cancer de la thyroïde a représenté historiquement un problème majeur de santé publique résultant d'incidents nucléaires, y compris le bombardement de Nagasaki, au Japon, et l'accident nucléaire de Tchernobyl, en Ukraine, d'après le docteur Paul W. Ladeson, directeur de l'*Endocrinology and Metabolism* à *John Hopkins*¹³.

Les plans établis prévoient la distribution de tablettes de potassium iodine aux gens qui vivent dans un rayon maximum de 32 km autour du lieu d'un incident nucléaire.

Un accident se produisant dans la haute atmosphère entraînera la dispersion de débris radioactifs par les vents en altitude et les courants-jets dominants, suivant que l'accident s'est produit dans l'hémisphère boréal ou austral, ce qui déter-

mine quels sont les centres de population qui pourraient être affectés et à quel point ils le seront. Des débris radioactifs affecteront également la vie marine et le commerce maritime. En réalité, l'impact d'un accident aussi improbable ne sera pas pire que les résultats de n'importe quel essai nucléaire dans l'atmosphère, tel que l'explosion d'armes nucléaires de plusieurs mégatonnes produisant de grandes quantités de débris radioactifs sous la forme de retombées. Les déchets nucléaires déclarés sont bien loin de se compter en « mégatonnes ».

Evaluations des risques connexes

Plusieurs évaluations de risque ont un rapport direct avec le rassemblement et le transport de matières nucléaires, y compris les problèmes de sûreté et les analyses de risques posés par les accidents ou incidents potentiels et de leur impact sur la santé publique. La *National Nuclear Security Administration* – NNSA (agence nationale de la sécurité nucléaire) du secrétariat américain à l'Énergie a effectué de nombreuses évaluations des risques. En janvier 2004, la NNSA a conclu dans l'élaboration des risques latents des décès par cancer dans la population résultant de la collecte et transport des matières nucléaires fissiles, en particulier le mouvement par air de l'uranium hautement enrichi de la Russie à un site sécurisé près de Knoxville, dans le Tennessee aux États-Unis. La NNSA a effectué des évaluations des cas d'absence d'accident ou d'incident, de désintégration ou de destruction de l'aéronef en vol, de destruction de l'aéronef au sol (c'est-à-dire un atterrissage forcé), de destruction des véhicules routiers transportant les matières (par exemple, accidents de camions), et en absence d'action. Dans tous les cas et scénarios, la NNSA a identifié comme la pire situation, l'« exposition maximale » d'une personne à des matières radioactives sur le site d'un accident de la circulation et, dans ce cas, il fut déterminé que le taux de décès par cancer serait de « $1,4 \times 10^{-10}$, soit moins d'une chance sur un milliard ». Pour le personnel effectuant le transfert des paquets d'uranium hautement enrichi de l'aéronef aux camions, le risque serait de « moins d'une chance sur 140.000¹⁴ ». Par conséquent, la NNSA a émis un constat « d'absence d'impact significatif ». L'évaluation des risques comparables aboutit à la même conclusion, y compris ceux du *Chariton Valley Biomass Project*, de la décontamination et du démantèlement du réacteur nucléaire de l'*Argonne National Laboratory*, à côté de Chicago, et la construction d'installations de production de combustibles pour réacteurs nucléaires près de Aiken, en South Carolina, donnèrent lieu elles aussi à une « conclusion d'absence d'impact important¹⁵ ».

Particulièrement significative pour l'idée suggérée est la décision de lancer la mission Cassini à destination de Saturne. Pour commencer, la mission fait intervenir le lancement dans l'espace d'une charge utile au-delà de l'orbite terrestre. Ensuite, le vaisseau spatial (c'est-à-dire, l'orbiteur Cassini) est à propulsion nucléaire. Enfin, sa charge utile, la sonde Huygen, contient elle aussi des composants nucléaires. Les évaluations des risques effectuées par la *Interagency Nuclear Safety*

Review Panel for the National Aeronautics and Space Administration passa en revue les scénarios d'accident au lancement, de rentrée accidentelle dans l'atmosphère terrestre accompagnée d'une désintégration et d'une destruction du lanceur spatial et de rentrée accidentelle due à l'attraction terrestre pendant une manœuvre de « gravitédéviation » conçue pour accélérer à la vitesse inertielle du véhicule spatial pendant la phase de voyage interplanétaire. Le *Final Environmental Impact Statement for the Cassini Mission Report* détermina que le taux moyen de décès par cancer était d'« approximativement 1 cas sur 50.000 missions¹⁶ ». Les variations vont « d'un sur 13 milliards » à « un sur 280 milliards¹⁷ ». Ces situations sont significatives dans la mesure où elles sont très semblables aux scénarios d'accident ou d'incident nucléaire susceptible de se produire si l'idée suggérée était adoptée.

Conclusion et recommandation

Cet article a affirmé que les risques que fait peser sur la santé publique l'élimination des déchets radioactifs par leur lancement vers le soleil sont extrêmement faibles. Plus précisément, le taux moyen de décès par cancer est d'un sur 3,8 milliards enregistré par la commission Cassini, basée sur des scénarios comparables à ceux qui pourraient se produire lors du lancement. Dans le cas d'un accident impliquant le véhicule de lancement spatial, le taux de décès par cancer est nettement moins que dans la population en général (un sur 5.000). À la lumière des risques extrêmement minimes pour la santé publique, ainsi que le retrait de financement du *Yucca Mountain Nuclear Waste Repository*, cet article recommande que les États-Unis reconsidèrent l'alternative économiquement viable de lancer les déchets nucléaires au soleil.

Notes

1. Senate, *A Bill to Secure the Energy Future of the United States, to Provide Incentives for the Domestic Production of Clean Energy Technology, to Achieve Meaningful Pollution Reductions, to Create Jobs, and for Other Purposes*, discussion draft, 111e Cong., 2e sess., 11 mai 2010, [1], www.kerry.senate.gov/imo/media/doc/APAbill3.pdf.

2. « Radioactivity and Nuclear Physics », in SEARS, Francis W. et ZEMANSKY, Mark Waldo, *University Physics*, 2e ed., Reading, MA : Addison-Wesley Publishing, 1962, pp. 901–16.

3. CHEEVER, C. L., « Ionizing Radiation », in *Fundamentals of Industrial Hygiene*, 5e ed., ed. PLOG, Barbara A. et QUINLAN, Patricia J., Itasca, IL : National Safety Council Press, 2002, pp. 257–80.

4. HOLLISTER, Charles D. et NADIS, Steven, « Burial of Radioactive Waste under the Seabed », *Scientific American* 278, no. 1, janvier 1998, pp. 60–65.

5. ZIMMERMAN, A. V., THOMPSON, R. L., et LUBICK, R. J., *Summary Report of Space Transportation and Destination Considerations for Extraterrestrial Disposal of Radioactive Waste*, NASA TM X-68211

Cleveland, OH : Lewis Research Center, avril 1973, http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19730012836_1973012836.pdf.

6. ASCHWANDEN, Markus J., *Physics of the Solar Corona: An Introduction*, New York : Springer, 2004, pp. 26–29.

7. « Change of Phase », in ZEMANSKY, Mark Waldo, *Heat and Thermodynamics*, 4e ed., New York : McGraw-Hill, 1957, pp. 317–38 ; et « Applications of Thermodynamics to Special Systems », in *id.*, pp. 280–316.

8. « Spectra and Atomic Physics », in SEARS et ZEMANSKY, *University Physics*, pp. 884–900.

9. WALKER, Chuck avec POWELL, Joel, *Atlas: The Ultimate Weapon; by Those Who Built It*, Burlington, Ontario : Apogee Books, 2005, pp. 265–78 ; LAUNIUS, Roger D. et JENKINS, Dennis R., *To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles*, Lexington : University Press of Kentucky, 2002, pp. 102–46, pp. 148–87 ; et KYLE, Ed, « 2013 Space Launch Report », 21 janvier 2013, www.spacelaunchreport.com/log2013.html.

10. PURCELL, Edward M., « Space Travel: Problems of Physics and Engineering », in *Models of the Atom*, ed. FEYNMAN, Richard P., New York : Holt, Reinhart and Winston, 1968, pp. 221–44 ; et COCHRAN, Curtis D., GORMAN, Dennis M., et DUMOULIN, Joseph D., eds., *Space Handbook*, Maxwell AFB, AL : Air University Press, 1985.

11. AAKKO, Eric, « Risk Communication, Risk Perception, and Public Health », *Wisconsin Medical Journal* 103, no. 1, 2004, pp. 25–27, www.wisconsinmedicalsociety.org/_WMS/publications/wmj/pdf/103/1/25.pdf.

12. « Advanced Space Transportation Program: Paving the Way to Space », Marshall Space Flight Center, National Aeronautics and Space Administration, consulté le 30 janvier 2013, www.nasa.gov/centers/marshall/news/background/facts/astp.html ; KESTENBAUM, David, « Spaceflight Is Getting Cheaper, But It's Still Not Cheap Enough », *National Public Radio*, 21 juillet 2011, www.npr.org/blogs/money/2011/07/21/138166072/spaceflight-is-getting-cheaper-but-its-still-not-cheap-enough ; SIETZEN, Frank Jr., « Spacelift Washington: International Space Transportation Association Faltering; the Myth of \$10,000 per Pound », SpaceRef, 18 mars 2001, www.spaceref.com/news/viewnews.html?id=301 ; THOMPSON, R. L., RAMLER, J. R., et STEVENSON, S. M., *Study of Extraterrestrial Disposal of Radioactive Wastes, Part 1*, NASA TM X-71557, Cleveland, OH : Lewis Research Center, mai 1974, pp. 35, 37, http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19740014663_1974014663.pdf. (À noter que les coûts de 1974 furent ajustés en fonction d'inflation en décembre 2012).

13. BLUM, Karen, « Johns Hopkins Conference to Study Prevention of Thyroid Cancer during Nuclear Events », communiqué de presse, John Hopkins Medical Institutions, 26 février 2003, <http://esgweb1.nst.jhu.edu/press/2003/FEBRUARY/030226.HTM>.

14. Department of Energy (DOE) / Environmental Assessment (EA)-1471, « EA for the Transportation of Highly Enriched Uranium from the Russian Federation to the Y-12 National Security Complex », 15 janvier 2004, p. v, http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/EA-1471-FONSI-2004.pdf.

15. DOE/EA-1475, « Finding of No Significant Impact for the Chariton Valley Biomass Project Environmental Assessment », 10 juillet 2003, http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/EA-1475-FONSI-2003.pdf; DOE/EA-1483, « Environmental Assessment for Decontamination and Decommissioning of the Juggernaut Reactor at Argonne National Laboratory—East Argonne, Illinois », mars 2004, http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/EA-1483-FEA-2004.pdf ; et DOE/EA-0170, « Finding of No Significant Impact, Fuel Materials Facility, Savannah River Plant, Aiken, South Carolina », juillet 1982, http://energy.gov/sites/prod/files/nepapub/nepa_documents/RedDont/EA-0170-FONSI-1982.pdf.

16. Solar System Exploration Division, *Final Environmental Impact Statement for the Cassini Mission*, Washington, DC : Office of Space Science, National Aeronautics and Space Administration, juin 1995, pp. 4-97 à 4-98, <http://saturn.jpl.nasa.gov/spacecraft/safety/chap4.pdf>.

17. *Id.*, pp. 4-100 à 4-101.

Visitez notre site web

http://www.au.af.mil/au/afri/aspj/apjinternational/aspj_f/Index_F.asp