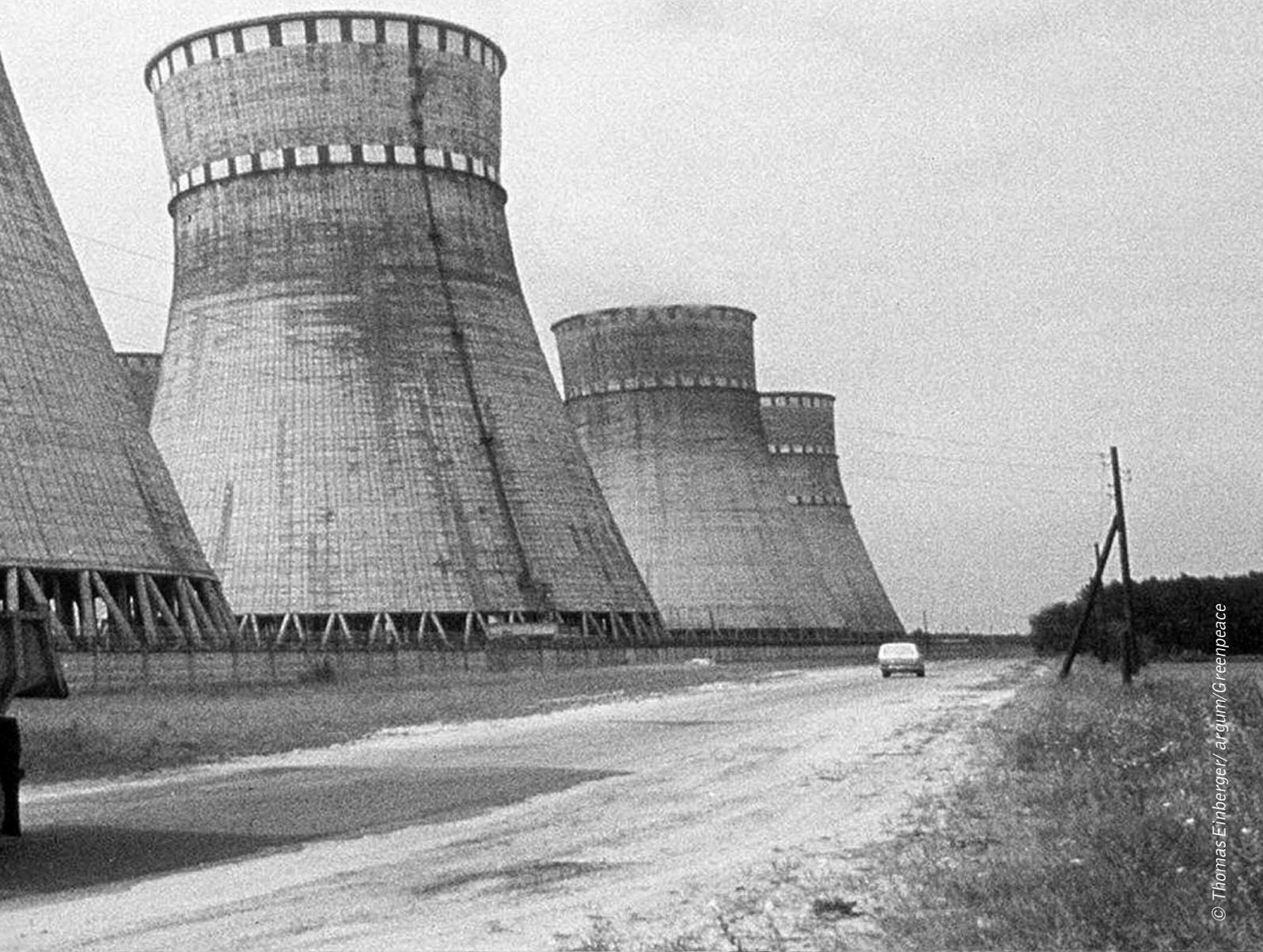


L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE – MYTHES ET RÉALITÉ

LES RISQUES ET LES PERSPECTIVES DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

PAR GERD ROSENKRANZ



L'auteur

Gerd Rosenkranz est titulaire d'un doctorat en science des matériaux et d'une maîtrise en génie des métaux. Après avoir achevé un post-doctorat en science de la communication, il a exercé la profession de journaliste pendant près de vingt ans pour plusieurs quotidiens et hebdomadaires. Sa dernière expérience de journaliste a duré cinq ans, jusqu'à la fin 2004: il a été rédacteur au siège de Berlin du journal *Der Spiegel*, où il s'est consacré aux politiques environnementales et énergétiques. Depuis octobre 2004, il est directeur politique du siège berlinois de la Deutsche Umwelthilfe e.V.

Sommaire

1 Rappel: le risque persistant de l'oubli	4
2 La sécurité: la question clé de l'énergie nucléaire	5
3 Les attentats-suicides: une nouvelle dimension du danger	10
4 Les centrales nucléaires: des cibles radioactives des guerres conventionnelles	14
5 Les applications civile et militaire de l'énergie nucléaire: des sœurs siamoises	15
6 Le cycle ouvert fuit de partout	18
7 Le nucléaire en guise de protection du climat: des propositions naïves	24
8 L'énergie nucléaire bon marché: si l'État paie la facture	28
9 Conclusion: renaissance des déclarations	37

L'énergie nucléaire – Mythes et réalité

Les risques et les perspectives de l'énergie nucléaire

Par Gerd Rosenkranz

© Fondation Heinrich Böll

Tous droits réservés

La présente publication ne représente pas nécessairement la position de la Fondation Heinrich Böll.

Contact:

Heinrich-Böll-Stiftung, Rosenthaler Str. 40/41, 10178 Berlin, Allemagne

Tél.: ++49 30 285 340; Fax: ++49 30 285 34 109; info@boell.de; www.boell.de/nuclear

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE – MYTHES ET RÉALITÉ

LES RISQUES ET LES PERSPECTIVES DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

PAR GERD ROSENKRANZ

Les profondes divisions suscitées par l'énergie nucléaire remontent presque aussi loin que son exploitation commerciale. Les premiers rêves de ses partisans se sont évanouis, au contraire des risques élevés et du danger de voir le nucléaire exploité à des fins militaires. Le terrorisme a apporté avec lui une menace spectaculaire bien concrète. Le réchauffement de la planète et la nature limitée des carburants fossiles n'évacuent pas les principaux problèmes de sécurité associés à l'énergie nucléaire. Par ailleurs, le réacteur «à l'épreuve des accidents» reste une promesse non tenue depuis plusieurs décennies maintenant.

Le réchauffement artificiel de l'atmosphère terrestre constituera assurément l'un des plus grands défis du 21^e siècle. Il existe pourtant d'autres moyens moins dangereux que l'énergie nucléaire de faire face à cette problématique. L'énergie nucléaire n'est pas durable dans la mesure où ses matériaux combustibles fissiles sont tout aussi limités que les carburants fossiles comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel. De plus, il faut isoler ses produits dérivés radioactifs de la biosphère pendant des périodes qui défient l'imagination de l'homme.

L'énergie nucléaire est une technologie à haut risque non seulement sur le plan de la sécurité, mais aussi au niveau des investissements financiers. Sans aides d'État, elle n'a aucune chance de s'imposer dans l'économie de marché. Pourtant, les entreprises continueront de bénéficier de l'énergie nucléaire à des conditions spéciales contrôlées par les autorités publiques. Pour les opérateurs, la prolongation des licences d'exploitation des anciens réacteurs est une option attractive, qui accroît pourtant de manière disproportionnée le risque d'accident majeur. En outre, il existera toujours des régimes qui considèrent et défendent l'exploitation civile de la fission nucléaire comme une étape dans l'acquisition de la bombe atomique. Par ailleurs, comme l'ont montré très clairement les derniers événements du 11 septembre 2001, ces sites vulnérables et très dangereux constituent une nouvelle cible pour des forces non gouvernementales violentes et sans scrupules. Pour cette raison aussi, l'énergie nucléaire continuera de diviser l'opinion publique tant qu'elle restera exploitée.

1. RAPPEL: LE RISQUE PERSISTANT DE L'OUBLI

Les événements observés dans la soirée du 10 avril 2003 dans la piscine d'entreposage des assemblages combustibles de la centrale nucléaire de Paks rappellent deux incidents qui ont marqué l'histoire de l'énergie nucléaire civile du sceau de l'inquiétude, à savoir les catastrophes nucléaires de Harrisburg en mars 1979 et de Tchernobyl en avril 1986.

Des défauts de conception inexcusables, un contrôle laxiste, des instructions d'exploitation incorrectes, un discernement médiocre en situation de stress et, enfin et surtout, une confiance naïve dans une technologie très sensible sont autant de problèmes qui étaient connus avant ce jeudi soir en Hongrie. Cela ne concerne pas seulement Harrisburg et Tchernobyl, mais aussi la centrale de retraitement du site britannique de Sellafield, le réacteur surrégénérateur de Monju, la centrale japonaise de retraitement de Tokaimura et la centrale allemande de Brunsbüttel, sur l'Elbe. Partout où ils travaillent, les hommes commettent des erreurs. Et ils peuvent s'estimer heureux que les chaînes d'erreurs, invariablement qualifiées d'«inexplicables», n'entraînent pas toujours des conséquences aussi graves qu'en Ukraine et chez ses voisins en 1986. Au bloc 2 de la centrale nucléaire de Paks, située à 115 kilomètres au sud de la capitale hongroise Budapest, les dégâts se sont limités à la surchauffe et à la destruction de trente assemblages combustibles hautement radioactifs, qui se sont transformés en une masse radioactive au fond d'une cuve en acier inondée d'eau. Ils se sont limités à la fuite massive de gaz inerte radioactif vers le bâtiment réacteur, d'où se sont échappés les opérateurs paniqués, gaz qui a été refoulé sans être filtré dans l'atmosphère extérieure à une puissance de ventilation maximale pendant au moins quatorze heures pour permettre au personnel équipé de dispositifs de protection contre les radiations d'entrer dans la salle.

Le nom de Paks est associé à l'accident le plus grave survenu dans une centrale nucléaire européenne depuis Tchernobyl. Par ailleurs, les matériaux hautement radioactifs ont été surchauffés à l'extérieur de l'enceinte de confinement de sécurité en béton. Pourtant, au-delà des frontières hongroises, le monde a à peine eu vent du cataclysme nucléaire qui se préparait dans une installation mobile de nettoyage des éléments combustibles. Les experts hongrois et étrangers qui ont reconstitué la chaîne des événements plus tard dans la nuit ont constaté avec horreur que l'incident aurait pu avoir des conséquences bien plus graves. L'absence d'intérêt manifestée dans le monde à propos de l'accident de Paks n'a pas été la seule nouvelle donne. Cet incident spectaculaire est une première à un autre égard. En effet, pour la première fois, des équipes d'Europe de l'Ouest et de l'Est responsables du réacteur étaient à l'origine, ensemble et presque à l'unisson, d'une grave défaillance provoquée par une cascade de négligences, d'erreurs de gestion et de gestes de routine machinaux. Parmi les participants figuraient des ingénieurs concepteurs et des opérateurs du groupe nucléaire franco-allemand Franatome ANP (filiale du Français Areva et de l'Allemand Siemens), des équipes en charge de l'exploitation de la centrale nucléaire de type soviétique de Paks et des experts de l'autorité hongroise de régulation du secteur nucléaire basée à Budapest. Tous ont leur part de responsabilité et tous s'en sont tirés à bon compte.

Les trente assemblages combustibles, qui constituaient près d'un dixième de la charge totale du cœur de réacteur, n'ont pas été suffisamment refroidis à la suite du processus de nettoyage chimique. Ils ont d'abord porté à ébullition l'eau de refroidissement dans le réservoir de stockage et ont ensuite évaporé toute l'eau, se sont échauffés jusqu' à 1 200° C, pour se désagréger enfin comme de la porcelaine lorsque les opérateurs dépassés, après avoir tenté en vain d'éviter une catastrophe, les ont arrosés d'un courant d'eau froide. D'après des spécialistes de la physique des réacteurs, une explosion nucléaire aurait pu se produire sous la forme d'une réaction en chaîne limitée mais incontrôlée. Ce scénario aurait eu des conséquences désastreuses pour Paks et ses environs.

2. LA SÉCURITÉ: LA QUESTION CLÉ DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Les partisans de l'énergie nucléaire sont visiblement ravis du recul du débat sur son exploitation. Sous l'influence du changement climatique et de l'explosion des prix pétroliers, le ton est devenu beaucoup plus «sobre et apaisé». Les défenseurs de la production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire se félicitent plus particulièrement d'une chose: le débat sur la politique nucléaire s'est détourné des questions fondamentales de la sûreté et de la sécurité pour se concentrer sur les problématiques associées à l'économie, à la protection de l'environnement et à la conservation des ressources. Ils voudraient assister à un revirement de l'opinion publique en faveur de l'énergie nucléaire comme une technologie parmi tant d'autres autres dont les avantages et les inconvénients seraient soupesés comme pour les centrales au charbon ou les moulins à vent. La fission nucléaire s'inscrit dans le triangle dont se servent les économistes pour cadrer le débat sur la politique énergétique, à savoir la faisabilité économique, la fiabilité de l'approvisionnement et la compatibilité environnementale. Ses partisans ne s'émeuvent pas particulièrement du fait que même dans ce cadre, de nombreuses questions sur le caractère recommandable de l'énergie nucléaire subsistent. Ils sont ravis. De leur côté, le principal, c'est qu'il est devenu de plus en plus possible de dissimuler le potentiel de catastrophe unique de l'énergie nucléaire derrière toute une série d'arguments qui détournent l'attention des questions fondamentales que sont la sécurité et la sûreté. Cette évolution n'est pas due au hasard. Elle résulte d'une stratégie délibérée et tenace poursuivie depuis des années par les opérateurs et les vendeurs des grands pays producteurs d'énergie nucléaire.

Une stratégie de diversion réussie peut apaiser le débat public, mais elle ne peut pas réduire la probabilité d'une catastrophe majeure. Le risque d'accident majeur, c'est-à-dire un accident qui dépasse le pire scénario prévu pour lequel est conçu le système de sécurité, conjugué au fait qu'on ne pourra jamais l'exclure, restera toujours la principale source de conflit à propos de l'énergie nucléaire. En fin de compte, c'est ce qui sous-tend tous les arguments opposés à cette forme de conversion énergétique. L'adhésion à l'énergie nucléaire – sur les plans régional, national et mondial – perdure ou s'effrite à l'aune de ce risque. Depuis Harrisburg, et plus particulièrement depuis Tchernobyl, l'industrie nucléaire a promis de concevoir des réacteurs nucléaires à l'épreuve des accidents dans le but de recouvrer la confiance du public. Il y a vingt-cinq ans, les constructeurs de réac-

teurs ont formulé cette promesse en évoquant une «centrale nucléaire intrinsèquement sûre». Les Américains ont baptisé ces centrales de l'avenir «walk-away reactors» (des réacteurs «simples comme bonjour»), affirmant qu'il était possible d'exclure concrètement l'éventualité d'une fonte du cœur de réacteur ou d'un accident tout aussi grave. «Même si l'accident le plus grave de tous les scénarios envisageables se produit», s'est réjoui à l'époque le vice-président d'un vendeur de réacteurs américain, «vous pourriez rentrer chez vous, dîner, faire une sieste et retourner à la centrale pour faire face à la situation – sans la moindre inquiétude ou panique»¹. Cette déclaration grandiloquente est restée ce qu'elle était à l'époque: une promesse non tenue. En 1986, l'historien allemand des technologies Joachim Radkau laissait déjà entendre que la centrale nucléaire à l'épreuve des accidents était «des paroles en l'air proférées en temps de crise qui n'ont jamais été concrétisées».²

Lorsqu'ils évoquent l'avenir de la technologie du réacteur, la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) et dix pays exploitants de centrales nucléaires parlent en termes neutres de la «Génération IV». Dotée de systèmes de sécurité innovants, cette nouvelle et unique série de réacteurs n'est plus présentée comme un jeu d'enfant comme ses prédécesseurs qui ne se sont jamais matérialisés. Par contre, ces réacteurs sont censés être plus économiques, de plus petite taille et moins susceptibles d'être exploités à des fins militaires et sont donc plus acceptables auprès de l'opinion publique. Les premiers réacteurs de cette série devraient commencer à produire de l'électricité à l'horizon 2030. Voilà pour la version officielle. Officieusement, même les défenseurs les plus éminents de ces réacteurs n'attendent pas leur exploitation commerciale «avant 2040 ou 2045»³. Cette promesse d'avenir rappelle inévitablement celle des chercheurs spécialisés dans la fusion. Dès les années 70, ils prévoyaient que la fusion nucléaire, à savoir la fusion contrôlée d'atomes d'hydrogène comme celle qui se produit dans le soleil, produirait de l'électricité dès l'an 2000. Aujourd'hui, personne ne prévoit une commercialisation de la fusion nucléaire avant la moitié du 21^e siècle, si tant est qu'elle soit commercialisée un jour.

En promettant une quatrième génération de réacteurs sans dispositif de sécurité *absolue*, l'industrie nucléaire a tranquillement renoncé à ses garanties du passé. Entre-temps, les débats de tous les jours se satisfont de la notion de sécurité *relative*, notamment de la vague affirmation, mal comprise mais volontiers répétée par les non-spécialistes, selon laquelle «nos centrales nucléaires sont les plus sûres au monde». La véracité de cette déclaration – très populaire en Allemagne – n'a pas vraiment été étayée. Il n'est pas plus plausible que les centrales nucléaires dont la construction a débuté dans les années 60 et 70 – et qui ont donc été conçues dans l'état des connaissances et des technologies des années 50 et 60 – puissent fournir effectivement un niveau de sécurité adéquat. Mais tant qu'il n'y aura personne pour empêcher les défenseurs de l'énergie nucléaire aux États-Unis, en Suède, au Japon et en Corée du Sud d'affirmer précisément la même chose à propos de leurs propres réacteurs, tout le monde sera satisfait. Il n'existe pas de «communauté nucléaire» nationale qui ne considère pas ses propres centrales nucléaires comme étant à la pointe de la technologie mondiale – ou du moins qui ne fait pas

¹ Cité dans Peter Miller, «Our Electric Future – A Comeback for Nuclear Power», National Geographic, août 1991, p. 60 et suivantes traduites de l'allemand

² «Chernobyl in Deutschland», Spiegel 20/1986; pages 35 et 36

³ François Roussely, président de l'époque d'EDF, le 23 novembre 2003 devant la commission économique et environnementale de l'Assemblée nationale française, cité dans Mycle Schneider, *Der ERP aus französischer Sicht. Memo im Auftrag des BMU*, p. 5.

publiquement cette distinction. En Europe de l'Est aussi, on affirme de plus en plus souvent que les programmes de modernisation des quinze dernières années ont conformé les réacteurs de type soviétique aux normes de sécurité occidentales et ont même été plus loin à certains égards. Par exemple, d'aucuns affirment qu'ils sont moins sensibles aux ratés des processus physiques du réacteur. Ces versions officielles ne doivent pas être soutenues formellement. Le message commun, c'est qu'il n'y a aucune raison de s'alarmer.

De fait, le niveau d'inquiétude faiblit à l'échelle nationale ou internationale. La question cruciale porte toujours sur le prix que l'humanité est prête à payer pour ce calme sur le front nucléaire. Quid de la sécurité internationale des réacteurs si des quasi-catastrophes comme celle de Paks ne sont débattues que par des cercles fermés de spécialistes? Les partisans de l'énergie nucléaire auraient même été jusqu'à attribuer le niveau de sécurité assez élevé des centrales allemandes à la vigueur du mouvement antinucléaire ouest-allemand et au scepticisme persistant d'un public bien informé à l'encontre des réacteurs. Selon cette thèse, ce sont ces demandes d'approfondissement et la progression d'une «information critique de l'opinion publique» qui ont permis aux centrales nucléaires d'acquérir les protections les plus sophistiquées de l'histoire des technologies contre les accidents et les incidents, dont elles disposent encore aujourd'hui. Cela dit, si cette thèse se vérifie, le contraire pourrait tout aussi bien s'appliquer. Si la sensibilisation du public faiblit, la qualité faiblira aussi.

Le fait qu'il n'y ait eu aucun accident impliquant la fonte d'un cœur de réacteur depuis Tchernobyl et Harrisburg ne signifie pas que cela ne se produira plus.

Vingt ans après Tchernobyl, en quoi tient à présent une approche réaliste de la sécurité? Après la focalisation de l'attention sur les risques observée au lendemain de la fonte d'un cœur de réacteur en Ukraine, a-t-on accompli de véritables progrès concernant la sécurité des réacteurs? Ou est-ce l'inverse, à savoir que le prochain accident majeur serait déjà programmé?

Personne ne peut nier que le secteur nucléaire a bénéficié comme tous les autres des avancées globales du développement technologique. La révolution des technologies de l'information et des communications née après la construction de la plupart des réacteurs commerciaux mondiaux a clarifié les processus de contrôle et de suivi et a accru la fiabilité des opérations de routine. Lors de la conception des centrales plus anciennes toujours exploitées aujourd'hui, les ordinateurs en étaient au stade de la carte perforée. Des systèmes de contrôle modernes ont été installés et sont installés rétroactivement dans bon nombre de centrales, y compris dans les plus anciennes. Les simulations et tests informatiques peuvent éclairer la physique et d'autres facteurs complexes des processus ordinaires du réacteur, a fortiori en cas de défaillance. Actuellement, les opérateurs nucléaires font appel à leurs simulateurs pour expérimenter des réactions aux accidents qui ne pouvaient même pas être modélisés il y a vingt ou trente ans – dont certains n'étaient même pas connus. Les experts en sécurité s'appuient également sur des études de probabilités sophistiquées et sur les nouvelles évolutions des systèmes de simulation et de suivi, qui sont progressivement réactualisés dans les anciennes centrales aussi.

Les opérateurs nucléaires sont aussi déterminés à tirer les enseignements des erreurs du passé. Ils font état de la création de l'Association mondiale des opérateurs nucléaires (WANO), qui assure à ses membres un échange d'informations et la transmission rapide de données concernant les accidents. Les opérateurs peuvent bénéficier de l'expérience de onze mille années d'exploitation dans le monde entier. Pourtant, il n'existe aucune assurance relative à un «nouveau niveau de sécurité» des centrales nucléaires. Le fait qu'il n'y ait eu aucun accident impliquant la fonte d'un cœur de réacteur depuis Tchernobyl et Harrisburg ne signifie pas que cela ne se produira plus. Ces dernières années, c'est Paks qui nous l'a rappelé avec la plus grande acuité. Près de trois réacteurs sur quatre en exploitation actuellement fonctionnaient déjà en 1986. Les calculs de probabilité reposent précisément sur le fait qu'un accident majeur peut se produire aujourd'hui ou pas avant un siècle. Par conséquent, onze mille années d'exploitation ne prouvent donc pas le contraire. Lorsque l'industrie a subi la première fonte d'un cœur de réacteur dans la centrale commerciale de Harrisburg en 1979, des manifestants antinucléaires du sud de l'Allemagne ont distribué des dépliants ironisant amèrement sur les grandes assurances de sécurité des ingénieurs: «Un accident seulement tous les 100 000 ans – comme le temps passe vite!».

Des dirigeants comme Harry Roels, PDG du groupe énergétique allemand RWE, estiment que les initiatives visant à prolonger les licences d'exploitation dans le monde sont «tout à fait défendables sur le plan de la sécurité»⁴. Par ailleurs, Walter Hohefelder, PDG de l'opérateur nucléaire E.ON Ruhrgas et président de la Conférence allemande de l'énergie nucléaire, a expliqué très sérieusement que le prolongement des licences d'exploitation des réacteurs rendra «l'approvisionnement énergétique plus sûr»⁵. Le plus étonnant à propos de ces déclarations, c'est qu'une grande partie de la population ne les remet plus en doute. Pour un opérateur nucléaire, il faut avoir du toupet pour faire croire que les centrales nucléaires, contrairement aux voitures ou aux avions, deviennent plus sûres au fil du temps. Cette position va à l'encontre non seulement du bon sens, mais aussi, malheureusement, des lois de la physique.

Le parc mondial des réacteurs «vieillit». Ce terme anodin s'assimile à une façade qui couvre tout l'édifice du savoir sur les technologies des matériaux et des métaux. Ces disciplines n'étudient pas un simple phénomène d'usure, mais plutôt des modifications très complexes à la surface et à l'intérieur de matériaux métalliques. Ces processus et leurs conséquences sont très difficiles à calculer au niveau de l'atome. Il est tout aussi difficile pour les systèmes de suivi de les identifier de manière fiable et surtout rapidement, lorsque des températures élevées, des charges mécaniques puissantes, des environnements chimiques agressifs et des bombardements de neutrons découlant de la fission nucléaire s'appliquent simultanément à des composants qui sont essentiels à la sécurité. La corrosion, les dommages dus à l'irradiation et la fissuration des surfaces et des cordons de soudure des composants principaux sont autant de phénomènes observés ces dernières décennies. Souvent, on évite les accidents graves parce que les dégâts sont décelés à temps par les systèmes de suivi ou lors de contrôles de routine effectués dans le cadre d'arrêts de l'exploitation et de réparations. Parfois, ces découvertes sont faites purement par hasard.

⁴ *Frankfurter Rundschau*, 12 août 2005, p. 11
⁵ *Berliner Zeitung*, 9 août 2005, p. 6

Nous devons aussi prendre en compte les effets de la dérégulation des marchés de l'électricité dans bon nombre des pays qui comptent des centrales nucléaires. La dérégulation entraîne une plus grande sensibilité aux coûts dans chaque centrale, ce qui a des conséquences très concrètes comme le licenciement de travailleurs, un allongement des délais entre les contrôles et un raccourcissement des délais, avec les contraintes de temps que cela implique pour les réparations et le remplacement des barres de combustibles. Aucune de ces conséquences ne renforce la sécurité.

En bref, si les opérateurs nucléaires parviennent à faire prolonger les licences d'exploitation des centrales à 40 ou même 60 ans, l'âge moyen actuel de 22 ans des réacteurs dans le monde doublera ou triplera à l'avenir. Ce vieillissement accroîtra sensiblement le risque global d'accident grave. La construction de nouvelles centrales de la «Génération III» changera peu la donne. Pendant des décennies, elles ne représenteront qu'un faible pourcentage du parc mondial des réacteurs. Par ailleurs, elles ne sont pas davantage protégées contre les accidents graves. Leurs détracteurs affirment que par exemple, le réacteur européen à eau pressurisée (EPR) en cours de conception depuis la fin des années 80 – dont le prototype est construit en Finlande – n'est qu'une pâle amélioration des réacteurs à eau pressurisée exploités en France et en Allemagne depuis les années 80. Le EPR est conçu pour remédier aux conséquences de la fonte d'un cœur de réacteur en proposant une unité de confinement sophistiquée («récupérateur de corium»). Cette conception exigeant des coûts supplémentaires considérables, il a fallu agrandir progressivement les dimensions pour que la centrale soit au moins plus économique que ses prédécesseurs. La question de savoir si le confinement, qui s'appuie sur les normes de la dernière série allemande (KONVOI), pourrait résister à la collision d'un avion de passagers au réservoir plein reste ouverte.

Même les opérateurs nucléaires ne croient pas que l'allongement de l'exploitation et de la durée de vie des centrales réduit la probabilité d'un accident grave. Lors d'une réunion de 2003 de l'Association mondiale des opérateurs nucléaires (WANO) à Berlin, les participants ont recensé, au cours des années précédentes, huit «accidents graves» qui ont suscité l'inquiétude – bien qu'essentiellement dans le cercle des experts nucléaires, comme cela a été le cas lors de l'accident précité de Paks. La liste des incidents assortis de conséquences potentiellement catastrophiques a englobé les événements suivants:

- fuites au niveau des barres de contrôle du réacteur britannique flambant neuf Sizewell B (dont l'exploitation a débuté en 1995);
- concentration insuffisante de bore dans le système de refroidissement d'urgence du réacteur Philippsburg 2 dans le Bade-Wurtemberg;
- endommagement d'un type jamais constaté auparavant d'un assemblage combustible dans le bloc 3 de la centrale française de Cattenom;
- grave explosion hydrogène dans une conduite du réacteur à eau bouillante de Brunsbüttel, à proximité immédiate de la cuve du réacteur;
- corrosion à grande échelle, longtemps ignorée, de la cuve du réacteur de la centrale de Davis-Besse, aux États-Unis, où seul le fin cuvelage en acier inoxydable a empêché une fuite massive;

- falsification des données de sécurité dans la centrale britannique de retraitement de Sellafield;
- falsification de données similaire associée à l'opérateur japonais Tepco

On constate que ces types d'incidents et de négligences – et plus particulièrement leur fréquence accrue dans un passé proche – rendent les opérateurs plus inquiets et conscients des problèmes que les défenseurs politiques d'une renaissance de l'énergie nucléaire. Les responsables de l'exploitation des réacteurs craignent les conséquences d'un phénomène profondément ancré dans la nature humaine, à savoir la susceptibilité au doux poison de la routine, qui fait qu'il est presque impossible d'effectuer les mêmes opérations avec le même niveau de concentration au fil des années. Lors de la conférence de la WANO à Berlin, les intervenants se sont plaints non seulement des conséquences financières considérables des défaillances (près de 298 millions de dollars en octobre 2003 pour les seuls incidents de Philippsburg, de Paks et de Davis-Besse; 12 des 17 réacteurs à eau bouillante exploités par l'opérateur japonais Tepco ont été fermés dans le cadre des enquêtes sur la falsification de données), mais plus encore de la négligence et de la suffisance des opérateurs. Tous deux «menacent la pérennité de notre activité»⁶, a prévenu un participant suédois à la réunion d'experts. Le président japonais de la WANO de l'époque, Hajimu Maeda, a même diagnostiqué le terrible malaise qui menaçait le secteur de l'intérieur. Il y a tout d'abord la perte de motivation, la suffisance et la «nonchalance dans la volonté de préserver une culture de la sécurité en raison de sérieuses pressions sur les coûts découlant de la dérégulation des marchés de l'électricité». Ce malaise doit être reconnu et combattu, sans quoi, un jour ou l'autre, «un grave accident... détruira l'ensemble du secteur».⁷

⁶ *Nucleonics Week*:
le 6 août 2003. Traduit
de l'allemand
⁷ *ibid.*

3. LES ATTENTATS-SUICIDES: UNE NOUVELLE DIMENSION DU DANGER

Les considérations qui précèdent n'ont pas abordé la nouvelle dimension du danger apparue suite aux attentats terroristes du 11 septembre 2001 à New York et à Washington et aux aveux des islamistes arrêtés ultérieurement. C'est précisément ce danger qui impose de reconsidérer l'usage de l'énergie nucléaire.

Les confessions de deux dirigeants d'Al-Qaïda emprisonnés indiquent que les centrales nucléaires figuraient clairement parmi les cibles envisagées par les terroristes. Selon ces affirmations, Mohammed Atta, qui a piloté par la suite le Boeing 767 qui s'est encastré dans la tour nord du World Trade Center, avait déjà choisi deux blocs de réacteurs de la centrale d'Indian Point, sur la rivière Hudson, comme cible éventuelle. En réalité, l'attaque de cette centrale située à seulement de 40 kilomètres de Manhattan portait déjà le nom de code «génie électrique». Ce plan n'a été abandonné que parce que les terroristes craignaient que l'avion à écraser sur la centrale puisse être abattu avant par des missiles antiaériens. Des projets moins récents et encore plus monstrueux du dirigeant d'Al-Qaïda, Khalid Sheik Mohammed, qui exigeaient le détournement simultané de dix avions de

passagers, comptaient de son propre aveu plusieurs centrales nucléaires parmi les cibles à atteindre. Il est donc absolument essentiel de prendre plus au sérieux les attentats terroristes lors de l'évaluation des risques inhérents aux centrales nucléaires. La probabilité de ces attentats a sensiblement augmenté au lendemain du 11 septembre 2001.

Il paraît certain qu'aucun des 443 réacteurs exploités fin 2005 ne pourrait résister à une collision délibérée d'un grand porteur au réservoir plein. Les opérateurs nucléaires l'ont tous confirmé eux-mêmes peu après les attentats de New York et de Washington. Leurs aveux rapides relèvent toutefois en partie de la tactique. L'idée consistait à empêcher le débat sur les sites nucléaires anciens et particulièrement vulnérables, qui auraient pu être amenés à fermer leurs portes sous la pression du public. Pourtant, dans le même temps, des études scientifiques ont confirmé les premières déclarations des exploitants. Bon nombre de centrales nucléaires des pays occidentaux industrialisés ont été conçues en prévision de collisions accidentelles d'avions militaires ou de petite taille. Certains scénarios prévoyaient même des attentats terroristes impliquant des roquettes antichar, des tirs de mortier ou d'autres armes. Toutefois, la collision accidentelle d'un avion de passagers au réservoir plein était jugée à ce point improbable qu'aucun pays n'a pris des mesures effectives pour faire face à ce scénario. La notion d'attaque délibérée d'un avion de passagers se transformant en missile a tout simplement dépassé la capacité d'imagination des concepteurs des réacteurs.

La probabilité de ces attentats a sensiblement augmenté au lendemain du 11 septembre 2001.

Dans la foulée des attentats commis aux États-Unis, la *Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit* (GRS), une association implantée à Cologne et spécialisée dans la sécurité des réacteurs nucléaires et d'autres infrastructures, a entamé une étude complète sur la vulnérabilité des centrales nucléaires allemandes aux attaques aériennes. Commandée par le gouvernement allemand, l'étude a notamment examiné la solidité structurelle des centrales classiques. À l'aide d'un simulateur de vol de l'université technique de Berlin, six pilotes se sont entrés en collision des milliers de fois à différentes vitesses, ainsi qu'à différents points et angles d'impact, avec des centrales nucléaires allemandes représentées par des images vidéo détaillées dans la cabine du simulateur. Les pilotes de la simulation – à l'instar des terroristes à New York et Washington – n'avaient volé auparavant qu'à bord de petits avions à hélices. Même dans ces conditions, il a été rapporté que près de la moitié des attentats-suicides simulés avaient atteint leur cible.

Les résultats de cette étude étaient à ce point alarmants qu'ils n'ont jamais été publiés officiellement. Il n'ont été publiés ultérieurement que sous la forme d'une note de synthèse confidentielle classifiée. Selon ce document, chaque collision engendrait le risque d'un cataclysme nucléaire, en particulier sur les anciens réacteurs, indépendamment du type, de la taille ou de la vitesse d'impact de l'avion de passagers. Le choc énorme au point d'impact ou les incendies dus au kérosène atteindraient directement l'enceinte de confinement ou détruiraient le système de conduites. Dans tous les cas, une collision directe entraînerait très probablement la fonte du cœur de réacteur et une émission massive de radioactivité. Les installations internes de stockage provisoire, dans lesquelles les barres de combustibles usées présentant une très forte radioactivité se refroidissent dans des



© Paul Langrock/Zenit/Greenpeace

cuves d'eau, courent également des risques considérables. S'il est vrai que les réacteurs de la dernière génération de la plupart des pays disposent d'un système de confinement plus stable, d'après l'étude de la GRS, on ne peut exclure l'éventualité qu'une collision directe à grande vitesse sur ce type de réacteur n'engendre un accident nucléaire majeur qui contaminerait un vaste territoire avoisinant.

Le scénario terroriste d'une attaque aérienne ciblée n'évade pas les autres craintes qui existaient déjà dans le monde avant le 11 septembre 2001. Au contraire, il leur confère un fondement plus concret et réaliste. Certains pays industrialisés dotés d'une industrie nucléaire ont déjà soigneusement étudié l'éventualité d'attentats terroristes visant des sites nucléaires de l'extérieur à l'aide d'armes ou d'explosifs ou par l'accès forcé ou dissimulé à des zones protégées. Par contre, ils n'avaient pas envisagé cette éventualité à la lumière du fait que les assaillants étaient prêts à mourir délibérément. La thèse sidérante selon laquelle des individus pourraient attaquer un site nucléaire tout en étant probablement les premières victimes de cette attaque engendre des dizaines de scénarios dont il faut encore tenir compte.

Du point de vue des kamikazes terroristes, l'attaque d'un site nucléaire est tout sauf irrationnelle. Au contraire, ils savent qu'une attaque «réussie» occasionnerait non seulement un cataclysme immédiat et des souffrances à des millions de personnes, mais provoquerait également la fermeture de nombreuses autres centrales par mesure de précaution, entraînant ainsi un tremblement de terre économique dans les pays industriels, en comparaison duquel les conséquences commerciales du 11 septembre feraient bien pâle figure. Aussi monstrueux et sans précédent qu'aient pu être les attentats du World Trade Center et du Pentagone, leur objectif stratégique a largement consisté à frapper et à humilier la superpuissance américaine en son cœur économique, politique et militaire. Un attentat visant une centrale nucléaire serait dénué de ce type de symbolique. Il toucherait la production d'électricité et donc le centre nerveux et toute l'infrastructure d'une société industrielle. La contamination radioactive d'une région entière, qui pourrait impliquer l'évacuation durable de centaines de milliers, voire de millions de personnes, finirait par effacer la distinction entre guerre et terrorisme. Aucun autre attentat, pas même l'attaque du port pétrolier de Rotterdam, n'aurait un effet psychologique comparable sur les pays industrialisés occidentaux. Même s'il échouait dans son objectif de provoquer un accident nucléaire majeur, les résultats seraient terrifiants. La réaction du public enflammerait le débat sur les risques de catastrophe inhérents à l'énergie nucléaire à un niveau sans précédent et entraînerait la fermeture de bon nombre, sinon de toutes les centrales de plusieurs pays industrialisés.

4. LES CENTRALES NUCLÉAIRES: DES CIBLES RADIOACTIVES DES GUERRES CONVENTIONNELLES

La nouvelle forme du terrorisme ravive le débat sur «l'usage pacifique de l'énergie nucléaire» et la guerre. Dans le secteur nucléaire, c'est un sujet qui reste largement tabou. Dans des régions tendues comme la péninsule coréenne, Taiwan, l'Iran, l'Inde ou le Pakistan, les réacteurs existants peuvent avoir des conséquences aussi fatales qu'elles sont involontaires. Dès que ces centrales fonctionnent, les forces ennemies n'ont plus besoin de leur bombe atomique pour provoquer une destruction radioactive. Une force aérienne conventionnelle – ou une force d'artillerie – suffira. À cet égard, ceux qui s'efforcent d'associer l'énergie nucléaire à la notion de «sécurité de l'approvisionnement énergétique» n'ont de toute évidence pas poussé la réflexion assez loin. Il n'existe pas d'autre technologie pour laquelle un seul événement suffirait à entraîner l'effondrement d'un pilier entier de la fourniture d'énergie. Une économie qui dépend de ce type de technologie dispose de tout sauf d'un approvisionnement énergétique sûr. En cas de guerre, elle est plus vulnérable aux attaques conventionnelles qu'une économie ne disposant pas de cette technologie.

Expliquant sa décision de s'opposer à l'énergie nucléaire et non plus de la soutenir, le physicien et philosophe Carl Friedrich von Weizsäcker a déclaré en 1985 que «la prolifération mondiale de l'énergie nucléaire requiert un changement mondial radical de la structure politique de toutes les cultures existant aujourd'hui. Elle exige de transcender l'institution politique de la guerre, qui existe au moins depuis le début de la culture évoluée».⁸ Von Weizsäcker a toutefois conclu que les fondements politiques et culturels de la paix mondiale n'étaient pas visibles. En période de «violence asymétrique», dans le cadre de laquelle des extrémistes fortement nourris d'idéologie se préparent à la guerre contre des États industrialisés puissants ou plutôt à la «guerre totale des civilisations», l'éventualité d'une paix mondiale durable a reculé encore davantage qu'à l'époque où von Weizsäcker a livré ses impressions, c'est-à-dire en 1985.

⁸ Cité dans Klaus Michael Meyer-Abich et Bertram Schefold, *Die Grenzen der Atomwirtschaft* (Munich, 1986), pp. 14/16

Les menaces qui pèsent sur les centrales nucléaires au cours d'un conflit armé ne relèvent pas de la pure hypothèse. Ainsi, lors du conflit des Balkans au début des années 1990, le réacteur nucléaire de la ville slovène de Krsko aurait pu devenir une cible à de maintes reprises. Les bombardiers yougoslaves ont survolé le réacteur pour illustrer une escalade potentielle des hostilités. Il n'est pas du tout sûr qu'Israël se serait abstenu de son raid aérien de 1981 contre le site de construction du réacteur d'Osirak en Irak si la centrale de 40 mégawatts avait été en exploitation. Cette attaque a été présentée comme une frappe préventive face à la volonté de Saddam Hussein de construire la première «bombe islamique». Les bombardiers américains ont réédité l'attaque contre le site de construction au cours de la guerre du Golfe de 1991. En guise de représailles, Saddam Hussein a dirigé ses missiles Scud vers le site nucléaire israélien de Dimona. Enfin, il a été question, fin 2005, de plans israéliens visant à frapper de présumés sites nucléaires secrets en Iran.

Il existe donc un certain nombre de scénarios plausibles en vertu desquels les parties impliquées dans une guerre ou dans un conflit armé décident de s'attaquer aux centrales nucléaires des pays ennemis. Une possibilité consiste à mener une attaque préventive face aux projets présumés de l'ennemi visant à fabriquer une bombe, souvent étroitement associés aux sites nucléaires de pays en développement et en transition. Une autre option consiste à vouloir susciter le plus de peur possible. Le fait qu'un pays dont les ennemis réels ou potentiels disposent de centrales nucléaires puisse s'épargner la tâche ardue de fabriquer sa propre bombe relève de la brutalité. S'attaquer aux centrales civiles de l'ennemi revient à disposer de sa propre bombe. Sachant qu'une centrale nucléaire commerciale présente une radioactivité supérieure à l'explosion d'une bombe atomique, la contamination radioactive durable de l'attaque «réussie» d'une centrale nucléaire pourrait être bien plus radicale que celle d'une bombe.

5. LES APPLICATIONS CIVILE ET MILITAIRE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE: DES SŒURS SIAMOISES

Depuis que l'idée est née d'exploiter l'énergie nucléaire pour produire de l'électricité de manière contrôlée, il est toujours possible d'exploiter la même technologie à des fins militaires. Ce constat n'étonnera personne. Après tout, les bombes atomiques lâchées sur Hiroshima et Nagasaki en août 1945 ont provoqué un traumatisme humain qui a résonné dans le monde entier. Le programme «Atoms for Peace» annoncé par le président américain Dwight Eisenhower en 1953 a été conçu pour introduire «l'usage pacifique de l'énergie nucléaire». Cette initiative est née d'une nécessité et d'une inquiétude. En offrant généreusement ce qui était toujours considéré comme un savoir sur la fission nucléaire, les États-Unis entendaient empêcher un plus grand nombre de pays de poursuivre leurs propres programmes d'armement nucléaire.

Chaque pays qui possède la technologie nucléaire civile sera capable, un jour ou l'autre, de fabriquer sa propre bombe.

Avec la bombe comme démonstration ultime du statut de superpuissance des États-Unis, l'accord que le président proposait au monde était on ne peut plus simple. Tous les pays intéressés pouvaient tirer profit de l'usage pacifique de l'énergie nucléaire pour autant qu'ils renoncent à toute ambition visant à fabriquer leurs propres armes nucléaires. Cette proposition avait pour but de freiner les initiatives censées doter l'Union soviétique, la Grande-Bretagne, la France et la Chine d'armes nucléaires dans les années suivant la fin de la Seconde Guerre mondiale. D'autres pays, dont certains sont à présent considérés comme profondément pacifistes – comme la Suède et la Suisse –, travaillaient aussi plus ou moins activement et clandestinement au développement de l'arme ultime. La République fédérale d'Allemagne – qui, de la fin de la guerre à 1955, n'était pas un État souverain au sens strict du terme – a poursuivi les mêmes ambitions sous le mandat du ministre de l'énergie nucléaire, Franz-Josef Strauss.

Enfin entré en vigueur en 1970, le traité de non-prolifération nucléaire est le fruit d'une initiative d'Eisenhower, à l'instar de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Fondée en 1957 et installée à Vienne, cette agence avait pour mission de

promouvoir la technologie nucléaire à des fins de production d'électricité et d'empêcher dans le même temps un nombre croissant de pays de fabriquer la bombe atomique. Près d'un demi-siècle après sa création, les réalisations de l'AEIA sont presque aussi ambivalentes que son mandat initial. En contrôlant les sites nucléaires civils et les matériaux fissiles que ces derniers utilisaient, elle a largement dissuadé la prolifération. C'est à ce titre que l'agence et son directeur, Mohammed El-Baradei, ont reçu le prix Nobel en 2005. Pourtant, elle n'est pas parvenue à prévenir la prolifération. À la fin de la guerre froide, trois autres États se sont dotés de l'arme nucléaire, à savoir Israël, l'Inde et l'Afrique du Sud, en plus des cinq puissances nucléaires « officielles ». Par la suite, l'Afrique du Sud a détruit ses armes nucléaires à fin de l'apartheid au début des années 90. Au lendemain de la guerre du Golfe de 1991, des inspecteurs ont découvert, dans l'Irak de Saddam Hussein – lui-même signataire du TPN –, un programme secret d'armes nucléaires très avancé, en dépit des contrôles stricts menés par l'AIEA. En 1998, l'Inde et le Pakistan, qui, à l'instar d'Israël, avaient toujours refusé de signer le TNP, ont heurté le monde en testant leurs armes. En 2003, la Corée du Nord sous le joug communiste s'est défait de son engagement au TNP et a déclaré être en possession d'armes nucléaires.

Selon de nombreux experts, cette position coréenne est susceptible d'encourager d'autres régimes autoritaires. Alors que l'invasion américaine de l'Irak en 2003 était fondée sur l'hypothèse selon laquelle le pays tentait de se doter d'une bombe atomique, mais ne la possédait pas encore, le gouvernement communiste nord-coréen annonçait qu'il avait déjà atteint son objectif. Et pendant que le gouvernement de Saddam Hussein ployait sous la force des bombes et des missiles de croisière conventionnels de la superpuissance américaine, Kim Jong-il, le non moins autoritaire dictateur nord-coréen, était épargné. Outre le fait que les intérêts militaires américains existants défendent une action en Irak et en Afghanistan, il semble plausible que la décision d'épargner la Corée du Nord s'explique partiellement par la crainte de voir ce pays réagir avec ses armes nucléaires en cas d'attaque avec des moyens conventionnels. Même la thèse rétroactive selon laquelle cette crainte a joué un rôle peut encourager d'autres pays hostiles aux États-Unis à emboîter le pas à la Corée du Nord. L'Iran illustre actuellement de telles ambitions, même si ses dirigeants insistent sur le fait que tous les sites nucléaires du pays ne sont exploités qu'à des fins civiles.

Tous ces développements découlent d'un problème fondamental associé à la technologie nucléaire: même avec la meilleure volonté du monde et le soutien de systèmes de contrôle à la pointe de la technologie, on ne peut clairement différencier les applications civiles et militaires. Plus particulièrement, les cycles du combustible ou de la fission servant aux applications pacifiques et non pacifiques sont menés dans une large mesure en parallèle. Les technologies et le savoir-faire conviennent souvent à un double usage, avec les conséquences fatales que cela suppose. Chaque pays qui possède la technologie nucléaire civile défendue par l'AIEA et la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) sera capable, un jour ou l'autre, de fabriquer sa propre bombe. Régulièrement au cours des cinquante dernières années, des chefs de gouvernement ambitieux et sans

scrupules ont engagé des programmes militaires clandestins parallèlement à leurs programmes nucléaires civils. Mais même sans programme spécifiquement clandestin, les principales phases de la chaîne nucléaire civile sont extrêmement vulnérables à une exploitation à des fins militaires:

- Les usines d'enrichissement de l'uranium fissile U-235 produisent des combustibles pour les réacteurs à eau légère, le type de réacteur le plus courant dans le monde. La poursuite du processus produit de l'uranium hautement enrichi, un matériau fissile susceptible d'être utilisé par des réacteurs de recherche – ou pour des bombes atomiques du type lâché sur Hiroshima.
- Les réacteurs de recherche et les réacteurs commerciaux peuvent tous deux servir les objectifs qui leur ont été assignés officiellement, tout comme ils peuvent servir délibérément à produire du plutonium de qualité militaire (PU239) pour des bombes atomiques du type lâché sur Hiroshima. C'est d'autant plus vrai pour les réacteurs surgénérateurs rapides.
- Les sites de retraitement sont principalement destinés à séparer le combustible du plutonium des autres radio-isotopes produits précédemment au cours des processus de fission du réacteur, mais ils peuvent servir à séparer du plutonium PU-239, qui constitue un explosif adapté aux bombes atomiques.
- La technologie de retraitement peut également servir à traiter des matériaux fissiles radioactifs dans des «cellules chaudes» isolées dans le cadre d'un cycle du combustible à des fins civiles, tout comme elle peut transformer et traiter des composants pour les besoins d'une bombe atomique.
- Les dépôts provisoires de plutonium, d'uranium et d'autres matériaux fissiles peuvent servir à la fois de dépôts de combustibles pour centrales nucléaires ou de dépôts de matériaux explosifs entrant dans la fabrication de bombes atomiques.

Les composants civils du cycle du combustible peuvent être transformés en composants militaires – sanctionnés par l'État concerné – dans le cadre de programmes militaires clandestins parallèles. En détournant secrètement le combustible destiné à des applications civiles, ces programmes peuvent échapper aux contrôles nationaux et internationaux. Une autre crainte porte sur le vol de ces substances, du savoir-faire en la matière et de la technologie militaire adéquate.

À la fin de la guerre froide, beaucoup espéraient d'abord que les puissances nucléaires agiraient dans leur intérêt commun à limiter la diffusion de technologies et de matériaux sensibles afin de réduire le risque de prolifération des armes nucléaires. Pourtant, dans le même temps, apparaissait une menace croissante de «fuites» relatives aux mesures de sécurité strictes destinées à la fois aux sites nucléaires civils et militaires, notamment lors de l'effondrement de l'Union soviétique. Alimenté par des opportunistes louches et des groupes criminels, un véritable marché noir a fait son apparition pour tous les types d'attirail nucléaire. La plupart des matériaux radioactifs proposés à des prix exorbitants dans des milieux essentiellement criminels, notamment au début des années 1990, ne convenaient pas à la fabrication de bombes. Mais le fait que des matériaux radioactifs

provenant de dépôts hermétiquement fermés soient soudainement disponibles a suscité l'inquiétude.

Personne ne conteste le fait que chaque fois qu'un nouveau pays s'ajoute au total actuel des 31 pays à avoir acquis la technologie nucléaire, il sera d'autant plus difficile d'empêcher la prolifération militaire. Un nouvel essor de l'énergie nucléaire comparable à celui des années 70, qui porterait le nombre total de pays en possession de la technologie de la fission à 50, 60 ou davantage, poserait d'énormes problèmes de contrôle à l'AIEA, qui est débordée et souffre d'un sous-financement chronique. Par ailleurs, cette hypothèse ne contribuera pas à faire face à la nouvelle menace des terroristes, qui n'hésiteraient probablement pas à employer des «bombes sales». La détonation d'un explosif conventionnel rempli de matériaux radioactifs d'origine civile ferait non seulement un très grand nombre de victimes et aggraverait fortement le climat de peur et d'incertitude dans les pays potentiellement ciblés, mais rendrait aussi le site de l'explosion inhabitable.

6. LE CYCLE OUVERT FUIT DE PARTOUT

Le «cycle du combustible nucléaire» est un terme étonnant qui est entré dans le langage courant ces dernières décennies, bien qu'il soit constamment réfuté par la réalité. Le mythe du cycle du combustible nucléaire s'appuie sur le rêve ancien d'ingénieurs nucléaires, à savoir que le plutonium fissile produit pour les réacteurs commerciaux fonctionnant à l'uranium puisse être isolé dans les sites de retraitement et utilisé ensuite dans les réacteurs surgénérateurs rapides, créant ainsi un *perpetuum mobile* de l'uranium non fissile (U-238) au plutonium (PU-239) pour un plus grand nombre de surgénérateurs. L'idée consistait à former un cycle industriel gigantesque impliquant plus de mille réacteurs surgénérateurs rapides et des dizaines de centrales de retraitement à une échelle civile aussi grande que celle que l'on ne trouve aujourd'hui qu'à La Hague en France et à Sellafild en Grande Bretagne. Au milieu des années 60, les stratèges du nucléaire prévoient que la seule Allemagne posséderait un parc de surgénérateurs d'une capacité globale de 80 000 mégawatts d'ici l'an 2000. Pourtant, le destin du plutonium dans la technologie nucléaire, que l'expert allemand Klaus Traube, ancien directeur du projet de centrale à Kalkar, dans le Bas-Rhin, qualifierait plus tard de «révolution utopique des années 50 (*Erlösungsutopie der 50er Jahre*)⁹, est probablement devenu le plus grand fiasco de l'histoire économique. La technologie du surgénérateur a un coût exorbitant, est techniquement au point mort, est encore plus controversée en matière de sécurité que les centrales nucléaires classiques et est particulièrement vulnérable à une exploitation militaire. Elle doit encore s'imposer partout dans le monde. Seules la Russie et la France exploitent un seul réacteur surgénérateur issu de la première période de développement. Le Japon (dont le surgénérateur expérimental de Monju est inexploité depuis un grave incendie dû à une fuite de sodium en 1995) et l'Inde poursuivent officiellement leurs travaux dans ce domaine.

⁹ Klaus Traube:
Plutonium-Wirtschaft?
(Hambourg, 1984), p. 12

La question de savoir si les déchets radioactifs peuvent être isolés de la biosphère en toute sécurité pendant des centaines, des milliers ou des millions d'années relève en fin de compte de la réflexion philosophique.

Sans perspectives de nouveaux développements pour la technologie du surgénérateur, la principale motivation historique de la séparation du plutonium dans les usines de retraitement ne tient plus la route. Toutefois, outre la France et la Grande Bretagne, la Russie, le Japon et l'Inde exploitent des centrales de retraitement de plus petite taille dans l'objectif déclaré a posteriori de réutiliser le plutonium ainsi produit dans les réacteurs à eau légère conventionnels sous la forme de barres combustibles à oxydes mixtes (MOX). Lorsqu'elles ne sont pas fermées en raison de problèmes techniques, les usines de retraitement engendrent des coûts effrayants associés au plutonium et à l'uranium. Elles produisent également des déchets nucléaires hautement radioactifs qui exigent une mise au rebut constante, ainsi que des niveaux d'irradiation des dizaines de milliers de fois supérieurs aux niveaux des réacteurs à eau légère. Le retraitement nécessite aussi fréquemment le transport délicat de matériaux hautement radioactifs, dont certains conviennent à des applications militaires ou terroristes. Ce processus accroît donc considérablement le nombre de cibles possibles des groupes terroristes.

Une part assez faible des déchets nucléaires hautement radioactifs produits dans les centrales commerciales étant retraitée et les barres combustibles MOX usées n'étant généralement pas recyclées, il ne reste du cycle du combustible nucléaire que le nom. En réalité, ce cycle est ouvert. Outre l'électricité, les centrales nucléaires produisent des déchets qui présentent tous les niveaux de radioactivité, du faiblement radioactif au hautement radioactif, et, de surcroît, sont très toxiques. Ces déchets doivent être mis au rebut dans des sites sûrs pendant des périodes énormes. Ce laps de temps dépend des périodes naturelles de demi-vie des radionucléides, qui sont très variables d'un cas à l'autre. Le plutonium Pu-239 perd la moitié de sa radioactivité après 24 110 ans, le cobalt Co-60 après 5,3 jours.

Un demi-siècle après que les centrales nucléaires ont entamé la production d'électricité, il n'existe aucun site définitif agréé et opérationnel pour la mise au rebut des déchets hautement radioactifs - une situation qui rappelle l'image bien connue de l'avion nucléaire qui décolle sans que personne n'ait pensé à l'endroit où il allait atterrir. Dans certains pays comme la France, les États-Unis, le Japon et l'Afrique du Sud, les déchets faiblement à moyennement radioactifs qui présentent une courte période de radioactivité sont stockés dans des conteneurs spéciaux près de la surface de la terre. L'Allemagne a aménagé l'ancienne carrière de minerai de fer «Konrad» à Salzgitter, dans le Land de Basse-Saxe, en site de stockage souterrain de déchets non générateurs de chaleur issus de centrales nucléaires, de réacteurs de recherche et d'applications médicales nucléaires. Pourtant, le stockage de ces déchets nucléaires dans cette ancienne carrière de minerai fait toujours l'objet d'une bataille juridique.

Le manque d'attention initial accordé aux déchets nucléaires transparaît dans une déclaration de 1969 du physicien et philosophe précité, Carl Friedrich von Weizsäcker: «Cela ne constituera pas un problème», a-t-il déclaré: «On m'a expliqué que tous les déchets nucléaires qui s'accumuleront en Allemagne jusqu'en 2000 tiendront dans un conteneur cubique de vingt mètres de longueur. Si ce conteneur est bien fermé et scellé et

enfoui dans une mine, nous pouvons espérer avoir résolu le problème».¹⁰ Dans le même temps, les propositions initiales exotiques comme le stockage des déchets dans l'espace, dans les fonds marins ou dans la glace de l'Antarctique ont disparu du débat public. Les experts sont incapables de déterminer si le granite, le sel, l'argile ou d'autres minéraux constituent le meilleur substrat pour le stockage durable de déchets hautement radioactifs et générateurs de chaleur. Ils présentent tous les avantages et les inconvénients de chaque option.

¹⁰ Cité dans B. Fischer, L. Hahn, et al.: *Der Atommüll-Report* (Hambourg, 1989), p. 77

La question de savoir si les déchets radioactifs peuvent être isolés de la biosphère en toute sécurité pendant des centaines, des milliers ou des millions d'années relève en fin de compte de la réflexion philosophique. Elle défie l'imagination humaine. Après tout, les pyramides n'ont été construites qu'il y a cinq mille ans. Une chose est toutefois sûre. Parce que les déchets nucléaires existent et parce qu'on ne peut répondre de manière définitive à la question du stockage à long terme, il convient de chercher et de trouver la meilleure solution technique fondée sur l'état actuel des connaissances. Les initiatives visant à éluder à tout prix le problème ne seront d'aucun secours. Parmi celles-ci figurent ladite transmutation, dont les partisans proposent de construire des réacteurs spéciaux pour décomposer les déchets les plus dangereux et les plus persistants en isotopes qui ne seront radioactifs que quelques centaines d'années. Depuis plusieurs dizaines d'années, seul un petit nombre de scientifiques ont envisagé sérieusement cette option. Cela dit, même ses défenseurs ne croient vraisemblablement pas que la transmutation pourra réduire sensiblement les produits dérivés les plus dangereux de la technologie nucléaire.

Pour mettre en pratique la technique de transmutation, il faudrait d'abord construire de nouvelles usines de retraitement dans lesquelles le cocktail d'isotopes hautement radioactifs des centrales nucléaires serait décomposé, par le biais de processus chimiques complexes, en éléments isolés à l'aide de système beaucoup plus sophistiqués que ceux des centrales actuelles. À côté, les centrales alimentées au plutonium de La Hague et de Sellafield ressembleraient à de simples laboratoires de chimie. Par ailleurs, il conviendrait aussi de constituer un parc de réacteurs dans lesquels les isotopes séparés pourraient être bombardés de manière sélective à l'aide de neutrons rapides, décomposés et transformés en radionucléides moins dangereux. Même si la construction de ces centrales était techniquement faisable, personne ne pourrait ou ne voudrait financer ce type d'infrastructure nucléaire. Cette méthode de stockage comporterait indéniablement des risques beaucoup plus importants que la politique de stockage définitif poursuivie actuellement dans de nombreux pays, à savoir dans des dépôts souterrains soigneusement sélectionnés. Le fait qu'en dépit de ces considérations, la notion de transmutation survive essentiellement en France et au Japon est davantage lié aux ambitions toujours nourries par une partie de leurs secteurs nucléaires nationaux concernant le surgénérateur qu'à des perspectives sérieuses de mise en pratique.

Progressivement et tardivement, les principaux pays producteurs d'énergie nucléaire parviennent à la conclusion que le choix d'un site de stockage définitif est plus qu'un problème scientifique ou technique. Aucun des programmes nationaux de sélection de

sites, dont la plupart ont été lancés dans les années 1970, n'a encore proposé un site définitif agréé. Cela s'explique par le fait que les procédures de sélection ont ignoré ou rejeté pendant beaucoup trop longtemps l'opposition du public, la démocratie participative et la transparence. Soucieuse de tirer les enseignements de ces erreurs, l'Allemagne a mis au point et élaboré une sélection en plusieurs étapes prévoyant une participation du public tout au long du processus. Il est trop tôt pour dire si ce processus, qui a été adopté par les scientifiques des camps pro- et antinucléaire en 2002 après plusieurs années de débat intense, a une chance réaliste de succès. Le gouvernement de coalition de la CDU/CSU et du SPD élu l'automne dernier a d'abord reporté la question de savoir s'il fallait envisager sérieusement d'autres sites de stockage définitif que le dôme de sel de Gorleben aménagé dans les années 80.

Les projets de stockage définitif de la Finlande et des États-Unis sont assez avancés à l'heure actuelle. Pourtant, le site gigantesque de la montagne du Yucca, dans le Nevada, est controversé depuis des dizaines d'années. Pratiquement achevé, le site d'Olkiluoto en Finlande a pu compter sur une adhésion assez forte des populations locales et régionales. La majorité des habitants est rassurée par le fait qu'aucune défaillance majeure ne s'est produite depuis de nombreuses années dans la centrale nucléaire locale, ainsi que par un dépôt déjà opérationnel de stockage définitif de déchets de faible à moyenne activité.

Le supposé cycle du combustible n'est toutefois pas seulement ouvert à sa phase terminale. Dès le départ, il a connu de sérieux problèmes à sa phase initiale. Les opérations d'extraction d'uranium visant à acquérir le matériau fissile nécessaire à la bombe et plus tard aux centrales civiles ont engendré des coûts énormes, surtout aux débuts. De grandes quantités de nucléides radioactifs qui avaient été enfermés par la croûte terrestre sont entrés dans la biosphère. Le maintien ou l'expansion de l'énergie nucléaire accroîtra sensiblement les coûts sanitaires et environnementaux associés à l'extraction d'uranium.

La recherche de ce métal lourd, qui n'est pas particulièrement rare en soi, mais dont les gisements concentrés sont peu nombreux, a débuté peu après la Seconde Guerre mondiale. Les effets terrifiants du bombardement américain du Japon ont encouragé et non freiné la volonté des Alliés de constituer des ressources stratégiques. De gros efforts ont été déployés pour étendre et sécuriser l'accès à l'uranium. À l'époque, la santé des mineurs et les questions environnementales n'avaient qu'une importance accessoire. Les États-Unis exploitaient des mines sur son propre territoire et au Canada, tandis que l'Union soviétique gérait des mines d'uranium en Allemagne de l'Est, en Tchécoslovaquie, en Hongrie et en Bulgarie. Des milliers de mineurs ont connu une mort douloureuse due au cancer du poumon après des années de labeur dans des tunnels poussiéreux, mal aérés et contaminés par du radon radioactif. Les travailleurs du site est-allemand de «Wismut», qui a employé plus de 100 000 personnes à certaines périodes ont été parmi les plus gravement touchés. Étant donné que les concentrations d'uranium dans la terre ne varient généralement que de quelques dizaines de pour cent, de grandes quantités de terre creusée se sont accumulées. Le minerai d'uranium exposé présentait des concentrations assez élevées de gaz radon et d'autres nucléides radioactifs. Il en a résulté de graves et longues expositions

radioactives non seulement pour les mineurs, mais aussi pour la région environnante et ses habitants. Le problème a été aggravé par des processus d'extraction faisant appel à des réactifs liquides, qui ont contaminé les terres, les eaux de surface et les eaux souterraines avoisinantes.

La situation s'est améliorée avec l'essor de la production d'électricité à partir d'énergie nucléaire dans les années 1970. Depuis cette époque, les gouvernements ne sont plus les seuls acheteurs de matériaux fissiles. Un marché privé de l'uranium s'est développé, ce qui signifie que les conditions de travail très éprouvantes du secteur ne pouvaient plus être attribuées à la dimension militaire et stratégique spéciale de l'extraction d'uranium. Avec la fin de la guerre froide, la situation a connu une autre évolution fondamentale. En effet, la demande militaire d'uranium a fortement baissé. Les gisements dont les États-Unis ou l'ancienne Union soviétique n'avaient plus besoin pouvaient désormais alimenter le marché civil des matériaux fissiles. Par ailleurs, au fil du processus de désarmement nucléaire, de grandes quantités d'uranium de qualité militaire hautement fissile issues des stocks nucléaires superflus des Soviétiques et des Américains sont devenues disponibles. De fait, il pourrait s'agir du programme de conversion d'instruments de guerre en applications commerciales civiles le plus complet jamais observé. De grandes quantités de matériaux d'armement hautement explosifs sont «dilués» avec de l'uranium naturel ou de l'uranium appauvri (l'isotope U-238 dont a été extrait l'isotope U-235 fissile) et utilisées ensuite comme combustible pour les centrales nucléaires conventionnelles. Cette évolution tout à fait inédite sur le marché a provoqué l'effondrement des prix internationaux de l'uranium de qualité civile, avec pour conséquence que seuls les gisements de volume assez important ont encore été extraits. En 2005, près de la moitié de l'uranium fissionné dans les centrales nucléaires du monde entier ne provenait plus de minerai d'uranium enrichi «frais», mais bien des stocks militaires des superpuissances.

Toutefois, dans un avenir prévisible, l'offre d'uranium issue de la guerre froide s'épuisera. Les prix de l'uranium ont déjà commencé à augmenter et ils poursuivront leur hausse à un rythme accéléré. Si l'on entend maintenir l'exploitation des centrales nucléaires à leur niveau actuel ou agrandir le parc de réacteurs, il faudra rouvrir d'anciennes mines et prévoir de nouveaux gisements aux rendements toujours plus faibles, qui donneront lieu à leur tour à des quantités encore plus faibles d'uranium et à des volumes encore plus élevés de débris de roche présentant des concentrations d'isotopes radioactifs supérieurs à la moyenne, avec tous les risques sanitaires et environnementaux associés. Par ailleurs, l'industrie a besoin de temps pour agrandir ses capacités d'extraction d'uranium, temps dont elle ne disposera pas si elle entend faire progresser rapidement la production d'énergie nucléaire. À l'instar de ce qui se passe en période de pétrole bon marché, les efforts d'exploration ont été sensiblement ralentis après l'apparition des stocks militaires excédentaires. Par conséquent, aujourd'hui, nous n'avons connaissance que d'un faible nombre de gisements. En outre, il faut en moyenne au moins dix ans entre l'identification d'un gisement d'uranium et le début des travaux d'extraction.



© Andreas Schoelzel/Greenpeace

Le goulet d'étranglement à venir concernant l'offre d'uranium sera aggravé par un déséquilibre immense entre les pays fournisseurs et les pays consommateurs. Le Canada et l'Afrique du Sud sont les seuls pays producteurs d'énergie nucléaire à ne pas dépendre d'importations d'uranium. Les grands pays qui ont recours à l'énergie nucléaire ne disposent eux-mêmes d'aucune production d'uranium (France, Japon, Allemagne, Corée du Sud, Grande Bretagne, Suède, Espagne) ou sont dotés de capacités nettement inférieures à celles nécessaires pour maintenir l'exploitation à long terme de leurs réacteurs (États-Unis, Russie). S'agissant de l'approvisionnement en combustibles, l'énergie nucléaire est une source énergétique domestique qui n'existe pratiquement nulle part dans le monde. La Russie en particulier risque d'être confrontée à une grave crise d'approvisionnement en uranium d'ici quinze ans déjà. Cette pénurie pourrait toucher ensuite les exploitants de centrales de l'UE, qui se procurent actuellement près d'un tiers de leurs combustibles en Russie. La Chine et l'Inde pourraient également faire face à une pénurie de combustibles si ces deux pays agrandissent leur parc de réacteurs comme ils l'ont annoncé.

À la lumière des considérations qui précèdent, une chose est sûre: ni l'approvisionnement en combustibles ni le stockage des déchets des centrales nucléaires du monde entier ne peuvent être assurés à long terme. Les nouveaux réacteurs prévus et en cours de construction dans certains pays contribueront à aggraver ces problèmes. Les réserves d'uranium étant limitées ou seulement accessibles à un coût disproportionné, des stratégies d'expansion concertées exigeront prochainement une transition définitive vers le plutonium – avec l'installation de sites de retraitement partout et la technologie du surgénérateur rapide comme réacteur standard. Cette stratégie de développement confèrera aux problèmes d'aujourd'hui une dimension plus importante. Elle multipliera le volume de déchets hautement radioactifs nécessitant un stockage permanent. La recherche de points de stockage définitif de combustibles usés devra s'étendre à un plus grand nombre de sites aux volumes globaux de stockage plus élevés.

7. LE NUCLÉAIRE EN GUISE DE PROTECTION DU CLIMAT: DES PROPOSITIONS NAÏVES

Le nouvel intérêt suscité pour l'énergie nucléaire dans certains pays industrialisés s'explique largement par sa capacité présumée de réduire les niveaux mondiaux d'émissions de gaz à effet de serre. Cette capacité permet aux partisans de la technologie nucléaire d'espérer favoriser une «renaissance» du secteur après des décennies de stagnation. Les centrales nucléaires n'émettent que de faibles quantités de dioxyde de carbone (CO₂). Les défenseurs de l'énergie nucléaire considèrent donc les centrales comme un volet essentiel de toute campagne de lutte contre le réchauffement planétaire. Autrement dit, l'impact des gaz à effet de serre nourrit l'espoir de pouvoir endiguer et renverser cette stagnation de plusieurs décennies de l'énergie nucléaire. Ainsi, Wulf Bernotat, PDG de la société E.ON Ruhrgas implantée à Düsseldorf, affirme qu'«un agenda énergétique qui va au-delà du court terme doit résoudre la contradiction essentielle entre la disparition progressive de l'énergie nucléaire et la forte réduction du volume d'émissions de CO₂. On

ne peut avoir les deux à la fois. Ce n'est que pure illusion». ¹¹ Pourtant, à l'instar de nombreuses figures éminentes des secteurs énergétiques traditionnels, le directeur de la plus grande entreprise énergétique privée du monde met à mal le principal argument soutenant la poursuite de l'usage d'électricité produite à partir d'énergie nucléaire. Cet argument prétend que la protection du climat est vouée à l'échec sans l'aide de l'énergie nucléaire. Ceux qui ont de bonnes raisons de s'opposer à la renaissance du nucléaire aujourd'hui doivent répondre à la question de savoir si cette contradiction fondamentale existe sous la forme soutenue par les partisans de l'énergie nucléaire.

Une écrasante majorité d'experts est à présent convaincue que le réchauffement planétaire constitue un véritable danger. Pour le maintenir à un niveau tolérable pour l'homme et pour l'écosystème mondial – ce qui suppose une hausse de température maximale de deux degrés Celsius par rapport à la période préindustrielle –, nous serons tenus de réduire sensiblement les émissions de CO₂ au cours des prochaines décennies. Les climatologues recommandent aux pays industrialisés de réduire leurs émissions de 80 % d'ici la moitié du 21^e siècle. Les pays en transition doivent au moins réduire l'augmentation considérable de leurs émissions. Dans leur quête compréhensible de prospérité, les pays très peuplés du Sud ne peuvent se contenter d'emprunter la voie du développement à forte intensité énergétique fondée sur les carburants fossiles choisie par les anciens pays industrialisés du Nord. La question qui se pose est la suivante: l'énergie nucléaire, en l'absence de toute autre alternative, est-elle en mesure de limiter les émissions de gaz à effet de serre à un point tel que les risques majeurs incontestés de cette technologie seraient acceptables?

La situation est compliquée par le fait que si le réchauffement planétaire et l'éventualité d'accidents graves dans les centrales nucléaires comportent différents types de risques, chacun entraînerait des conséquences catastrophiques uniques et durables dans son sillage. Alors que le réchauffement de la planète s'accélérera très probablement et induira des changements négatifs divers mais très spectaculaires dans le monde s'il n'est pas combattu de manière déterminée et globale, un accident nucléaire majeur s'appuie sur des probabilités plus difficiles à définir. Un accident aura aussi des conséquences à long terme catastrophiques que le pays touché pourra difficilement combattre seul. En conséquence, l'économie mondiale souffrira probablement de graves répercussions. Cela a été le cas avec la catastrophe de Tchernobyl, qui s'est produite à la périphérie de zones économiques importantes.

Selon les statistiques de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) basée à Vienne, 443 réacteurs nucléaires étaient en exploitation dans le monde fin 2005, ce qui représente une capacité de production électrique cumulée de près de 370 000 mégawatts. Toutefois, l'expansion du secteur stagne depuis des décennies dans bon nombre de régions, notamment dans les pays industrialisés occidentaux. L'OCDE ne s'attend pas à une nette évolution de cette tendance avant 2030 et prévoit une croissance annuelle moyenne de la capacité mondiale de 600 mégawatts. Avec la fermeture des anciens réacteurs, cette expansion marginale supposera d'ajouter environ 4 000 à 5 000 mégawatts par an ou trois

ou quatre centrales de grande envergure. D'après les prévisions de l'Agence internationale de l'énergie (AIE), elle-même une organisation de l'OCDE, la demande mondiale d'électricité augmentera sensiblement au cours de la même période et par conséquent, la part de l'électricité produite à partir d'énergie nucléaire passera de près de 17 % en 2002 à seulement 9 % en 2030. Le journal *Nuclear Engineering International* a publié un calcul différent en juin 2005. Constatant que 79 réacteurs étaient intégrés au réseau depuis plus de trente ans au moment de prévision, il a prédit qu'il sera « pratiquement impossible de faire en sorte que le nombre de centrales nucléaires reste constant au cours des vingt prochaines années ». ¹² Compte tenu des fermetures à venir au cours des dix prochaines années, il faudrait concevoir, construire et exploiter 80 nouveaux réacteurs – soit un toutes les six semaines – simplement pour préserver le statu quo. Au cours de la décennie suivante, il faudrait intégrer 200 réacteurs au réseau – soit un tous les 18 jours. Il est purement illusoire de croire que l'énergie nucléaire peut être exploitée à court ou moyen terme pour lutter contre le réchauffement planétaire.

¹² *Nuclear Engineering International*, juin 2005

Quoi qu'il en soit, des études à long terme ont mis au point des scénarios afin de vérifier si l'énergie nucléaire pouvait réduire les émissions dans le cadre d'initiatives mondiales ambitieuses visant à protéger le climat. Par exemple, si la quantité d'électricité produite à partir d'énergie nucléaire est décuplée d'ici 2075, il faudrait ajouter 35 nouveaux réacteurs au réseau chaque année jusqu'au milieu du siècle. Une stratégie d'expansion relativement modeste de la capacité électrique à 1,06 millions de mégawatts (1060 gigawatts) d'ici l'an 2050 supposerait le triplement de la production des centrales nucléaires par rapport au statu quo. Cela permettrait d'économiser près de cinq milliards de tonnes d'émissions de CO₂ d'émissions en 2050 en comparaison avec l'expansion mondiale normale de la production d'électricité des centrales alimentées au charbon et au gaz. Ces calculs ont en commun le fait de n'avoir aucun rapport avec la réalité nucléaire ni avec l'expérience du passé.

Selon les prévisions de l'AIE et les appels lancés par les climatologues du Groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique (GIEC), le monde devra économiser 25 à 40 milliards de tonnes de CO₂ d'ici 2050. Si tous les moyens disponibles dans le monde étaient consacrés de manière effective et immédiate à l'expansion de l'énergie nucléaire afin de parvenir, par exemple, au scénario précité du triplement de la production d'électricité à partir d'énergie nucléaire d'ici 2050, cela ne représenterait encore que 12,5 à 20 % de la production d'électricité et soulagerait le climat dans la même mesure. Bien qu'elle ne soit pas marginale, cette expansion ne suffirait pas pour autant à faire fi de la nécessité de faire appel à d'autres moyens de réduction des émissions. Le prix de ce succès ne serait pas seulement élevé sur le plan financier. Il supposerait aussi ce qui suit :

- ajouter un grand nombre de nouveaux sites potentiellement générateurs de catastrophes dans le monde;
- créer de nouvelles cibles pour les attaques militaires et terroristes dans les pays en transition et en développement, notamment dans les régions en crise;

Selon des estimations réalistes, il est même possible d'atteindre les objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre sans l'aide de l'énergie nucléaire.

- aggraver sensiblement les problèmes de stockage définitif et le risque de prolifération incontrôlée d'armes nucléaires dans toutes les régions du monde;
- du fait des ressources limitées d'uranium, remplacer prochainement et partout les réacteurs conventionnels à eau légère par un système basé sur le plutonium faisant appel à des sites de retraitement et à des réacteurs surgénérateurs rapides, lequel système est vulnérable aux catastrophes et aux attaques terroristes et militaires;
- détourner des moyens financiers immenses consacrés aux programmes de lutte contre la pauvreté dans les régions du monde en crise en faveur de l'expansion de l'infrastructure nucléaire.

Compte tenu de ses conséquences évidentes et graves, ce type de stratégie ne se justifierait que si l'évolution du climat ne pouvait être combattue par d'autres moyens moins problématiques. Sur la base de l'ensemble de nos connaissances actuelles, ce n'est pas le cas. Selon des estimations réalistes, il est même possible d'atteindre les objectifs ambitieux de réduction des émissions de gaz à effet de serre sans l'aide de l'énergie nucléaire. D'après ces estimations, il est possible de réduire les émissions de dioxyde de carbone de 40 à 50 milliards de tonnes (il faut parvenir à 25 à 40 milliards de tonnes) d'ici le milieu du 21^e siècle si les conditions suivantes sont réunies:

- améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments;
- porter l'efficacité énergétique et des matériaux dans l'industrie aux normes des technologies déjà disponibles;
- améliorer l'efficacité énergétique à un niveau correspondant dans le secteur des transports;
- faire un meilleur usage des primes d'efficacité énergétique pour ce qui est de la production et de la consommation
- privilégier le gaz naturel au charbon ou au pétrole (changement de combustibles) pour la production d'électricité;
- étendre systématiquement l'usage des énergies renouvelables des sources solaires, éoliennes, hydrologiques, géothermiques et de la biomasse;
- enfin, mettre au point et appliquer à grande échelle la technologie du charbon propre (séparation et stockage du dioxyde de carbone issu de la combustion du charbon dans les centrales électriques).

Une vaste étude commandée par le Parlement allemand en 2002 a montré qu'une série de stratégies et d'instruments divers permettrait à un pays industriel comme l'Allemagne de réduire ses émissions de CO₂ de 80 % d'ici 2050. Cette étude a démontré qu'une amélioration de l'efficacité énergétique tous secteurs confondus est aussi essentielle qu'une augmentation significative du recours aux combustibles renouvelables. Par contre, elle n'a relevé aucun élément étayant l'argument selon lequel des stratégies efficaces de protection du climat doivent maintenir ou étendre l'usage de l'énergie nucléaire. Un pourcentage élevé ou croissant de la production d'électricité à partir d'énergie nucléaire peut même saper ces stratégies. Il est difficile de jongler en même temps avec les éléments fondamentaux des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique et avec de grandes

installations centralisées à fonctionnement continu comme les centrales nucléaires. Dès qu'elles atteignent un niveau de production donné, les sources renouvelables intermittentes comme les sources solaires et éoliennes requièrent des installations dotées d'un système flexible de contrôle de la capacité comme les centrales électriques modernes alimentées au gaz, de manière à compenser les fluctuations et à prendre en compte le changement des conditions géographiques et une structure généralement moins centralisée de la production d'électricité.

Par ailleurs, une expansion à grande échelle de l'énergie nucléaire – en effet, seule une expansion, à l'opposé de l'objectif déjà contraignant d'un maintien aux niveaux actuels, peut faire de l'énergie nucléaire un véritable facteur de maîtrise du climat – soulèverait d'énormes incertitudes économiques. Pour atteindre cette expansion, l'industrie devrait parvenir à remplacer les réacteurs actuels à eau légère par la technologie du surgénérateur et du retraitement, ce qu'elle n'a pas réussi par le passé. En outre, aucune autre technologie n'est sous une épée de Damoclès comparable: un accident grave ou un attentat terroriste suffirait à annihiler définitivement l'adhésion à cette technologie au niveau national, voire international. Un grand nombre de réacteurs devraient probablement être fermés par mesure de précaution. Et enfin, le débat interminable qui entoure l'énergie nucléaire dans les grands pays industrialisés ne fait que reporter la nécessité absolue d'une mise en œuvre cohérente des stratégies d'efficacité énergétique. Globalement, il est possible et recommandable de mettre au point des politiques nationales et internationales réduisant au minimum ces risques majeurs que sont le réchauffement de la planète et les catastrophes nucléaires. Les dangers propres à l'énergie nucléaire rendent toute stratégie climatique englobant ce type d'énergie moins solide et moins innovante que les stratégies dépourvues de l'option nucléaire. La contradiction fondamentale souvent citée entre l'énergie nucléaire et la protection du climat s'avère donc être une invention des partisans du nucléaire, qui poursuivent toute une série d'intérêts. Cette présumée contradiction est un stratagème. Il n'est pas nécessaire de choisir inutilement entre Charybde et Sylla.

8. L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE BON MARCHÉ: SI L'ÉTAT PAIE LA FACTURE

Les centrales nucléaires jouent des rôles variables mais importants dans les structures d'approvisionnement énergétique des pays qui les exploitent et, partant, dans les systèmes économiques de ces pays. Par conséquent, en l'absence d'intérêt stratégique ou militaire prédominant, l'économie du secteur énergétique en soi déterminera largement leur avenir. Cette incidence se mesure normalement sur la base de considérations économiques sobres. La question de savoir si une centrale nucléaire équivaut à l'autorisation d'émettre des billets ou plutôt à un gouffre financier sans fond est tranchée en fonction de ses propres conditions. Si le réacteur produit de l'électricité de manière fiable depuis vingt ans et qu'il y a toutes les raisons de penser qu'il poursuivra cette production pendant le même laps de temps, alors la métaphore qui précède sera plus pertinente. Du moins tant que le potentiel de catastrophe de cette centrale, comme celui de toutes les autres centrales, ne devient pas

une réalité. Par contre, si la centrale nucléaire doit encore être construite et si elle doit être l'installation pilote d'une nouvelle série, il sera préférable d'éviter ce projet. À moins, bien entendu, que le risque financier puisse être supporté par un tiers.

Pour les investisseurs qui doivent décider s'ils vont remplacer d'anciennes centrales ou en construire de nouvelles aux conditions du marché, il est clair que les centrales nucléaires ne sont pas leur premier choix. C'est ce que l'expérience démontre à souhait. Aux États-Unis, les constructeurs de réacteurs n'ont pas obtenu un seul nouveau contrat depuis 1973 qui n'ait été annulé par la suite. En Europe occidentale – à l'exception de la France –, les constructeurs de réacteurs ont attendu vingt-cinq ans avant de décrocher en 2004 un marché portant sur une nouvelle centrale, celle d'Olkiluoto en Finlande. D'après l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), 28 centrales nucléaires présentant une capacité totale de près de 27 000 mégawatts étaient en cours de construction en 2005. Près de la moitié de ces projets avancent laborieusement depuis 18 à 30 ans. Pour un certain nombre d'entre elles, personne ne croit qu'elles produiront un jour de l'électricité – en réalité, pour ces projets, il convient de parler d'«abandon». Les centrales restantes censées être achevées dans un avenir proche se situent presque toutes en Asie de l'Est et sont construites dans des conditions qui n'ont rien à voir ou presque avec une économie de marché. En bref, la situation des commandes de centrales nucléaires est calamiteuse, d'autant plus si l'on prend en considération la concurrence. La capacité mondiale de production électrique a augmenté de près de 150 000 mégawatts par an depuis l'an 2000, mais les centrales nucléaires ne représentent qu'à peine 2 % de cette capacité. Rien qu'aux États-Unis, entre 1999 et 2002, les centrales électriques conventionnelles faisant appel à des combustibles fossiles ont ajouté une capacité supplémentaire de 144 000 mégawatts au réseau. De 2002 à 2005, la Chine a construit un nouveau parc de centrales alimentées au charbon d'une capacité de 160 000 mégawatts. Même l'énergie éolienne, qui en est toujours à ses débuts, est parvenue à contribuer à une nouvelle capacité globale de plus de 10 000 mégawatts.

Aussi marginal que soit le rôle de l'énergie nucléaire dans l'expansion gigantesque des capacités énergétiques dans le monde, les exploitants de centrales nucléaires s'efforcent résolument de faire prolonger les licences des réacteurs existants bien plus longtemps qu'initialement prévu. L'âge moyen de tous les réacteurs en exploitation en 2005 s'élevait à près de 22 ans. Pourtant, cela n'a pas empêché l'ancien PDG de Siemens, Heinrich von Pierer, de presser la candidate à la chancellerie Angela Merkel, au cours de la campagne électorale de la même année, d'envisager la prolongation de la durée d'exploitation des centrales à 60 ans, en dépit de l'accord formel conclu en Allemagne en vue de supprimer progressivement les centrales nucléaires. Après tout, la plupart des défenseurs de l'énergie nucléaire en Europe et en Amérique du Nord plaident pour une prolongation aussi longue. La prolongation des licences d'exploitation de la plupart des 103 centrales nucléaires américaines a déjà été approuvée, sollicitée ou devrait faire l'objet d'une demande. Von Pierer a avancé des «motivations économiques» pour justifier sa position. Et en effet, c'est une position qui se tient. Tant qu'il n'y a pas de grave défaillance ni de réparation coûteuse, et tant que l'usure ou la corrosion ne requiert pas le remplacement de composants



La Hague. © Pierre Gleizes/Greenpeace

centraux comme le générateur de vapeur, les anciens réacteurs de la catégorie des 1000 mégawatts, amortis depuis longtemps, peuvent produire de l'électricité à un faible coût pratiquement sans égal. La prolongation des licences d'exploitation repousse aussi le « gros problème » de la fin du nucléaire. En conséquence, il faudrait fermer et démanteler les grands réacteurs, ce qui pose un réel problème tant au niveau de la sécurité que du financement. En outre, comme le coût des combustibles destinés aux centrales nucléaires représente une part relativement faible du coût total, les opérateurs peuvent miser sur des rendements supplémentaires substantiels. Si les réacteurs allemands pouvaient demeurer en exploitation pendant 45 ans au lieu des 32 spécifiés par l'accord de suppression progressive – 45 ans étant la durée d'exploitation moyenne des grandes centrales fonctionnant aux combustibles fossiles –, le secteur pourrait escompter de jolis bénéfices supplémentaires d'un montant près de 30 millions d'euros. L'ampleur de ces chiffres explique pourquoi les exploitants de centrales avancent l'idée d'une prolongation des licences dans de nombreux pays. Ce marchandage n'a toutefois aucun rapport avec une renaissance éventuelle de l'énergie nucléaire. C'est plutôt le contraire. Le fait que les opérateurs nucléaires demandent un laps de temps supplémentaire montre qu'ils sont réticents, pour des raisons économiques, à l'idée d'investir dans de nouvelles centrales. Au lieu d'investir dans de nouvelles technologies nucléaires ou non nucléaires, ces entreprises dévalorisent leurs réacteurs sans prêter attention à leur susceptibilité croissante aux défaillances.

En aucune manière les décennies de déclin du secteur de l'énergie nucléaire n'ont connu une pause. On compte un seul nouveau site de construction aux États-Unis et en Europe occidentale, en l'occurrence sur la côte de la mer Baltique, en Finlande. Ce site est abordé plus amplement ci-dessous. Dans le même temps, ces dernières années, un nombre croissant d'études de grande envergure ont laissé entendre que les centrales nucléaires étaient plus compétitives que les centrales fonctionnant aux combustibles fossiles. Ces études présentent l'inconvénient majeur de ne convaincre personne, si ce n'est leurs auteurs et leurs éditeurs – et certainement pas les investisseurs potentiels de projets de nouvelles centrales. C'est la principale raison qui explique l'ampleur sans précédent de l'incertitude qui entoure le coût exact présumé d'une nouvelle génération de centrales nucléaires. Il n'existe pratiquement aucune donnée fiable concernant les postes de coûts importants comme la construction, le stockage des déchets et le déclassement ou l'exploitation et la maintenance. Cela s'explique notamment par le fait que les analystes accueillent presque toutes les estimations publiées avec beaucoup de scepticisme. Après tout, ces chiffres sont fournis par les vendeurs désireux de construire des centrales, qui tendent donc à pousser leurs estimations vers le bas plutôt que vers le haut, ou par des gouvernements, des associations et des lobbyistes qui s'efforcent d'influencer l'opinion publique en brandissant l'incitant du faible coût présumé de l'électricité.

Mais au-delà des intérêts particuliers, il existe des problèmes objectifs. Sachant que chaque série de réacteurs a connu des « maladies d'enfance » coûteuses et de longues périodes d'arrêt, les financiers potentiels considèrent les prévisions toujours réjouissantes et optimistes des vendeurs avec beaucoup de méfiance. Il est impossible de prédire les

«performances» d'une nouvelle centrale. C'est encore moins possible pour les nouveaux types de réacteurs qui s'appuient sur des technologies neuves pour la plupart et donc pas encore éprouvées. Dans presque tous les domaines techniques – y compris ceux qui ne concernent pas le secteur des centrales –, les constructeurs peuvent suivre une «courbe d'apprentissage» au rythme relativement régulier et prévisible, qui va dans le sens d'une réduction constante des prix. Pourtant, les constructeurs de réacteurs recommencent encore à zéro un demi-siècle après l'exploitation de la fission nucléaire commerciale. Dans les années 70 et 80, les vendeurs de réacteurs ont donc proposé des réacteurs de plus en plus grands en s'appuyant sur la thèse partiellement justifiée selon laquelle des centrales plus grandes pouvaient produire de l'électricité à moindre coût que les plus petites centrales. Toutefois, ce passage à une «économie d'échelle» n'a pas résolu le problème. Une tendance nette en faveur de réacteurs moins chers n'a pas encore vu le jour. Dans le même temps, la situation est aggravée par la stagnation prolongée du marché, ce qui signifie que les centrales nucléaires plus sophistiquées n'existent que sur des plans - ou plus récemment sur des animations informatisées. Cet état de fait renforce à son tour les impondérables auxquels les financiers potentiels sont confrontés. L'énergie nucléaire est donc devenue une technologie à haut risque non seulement sur le plan de la sécurité, mais également au niveau de son financement.

La construction d'un nouveau réacteur suppose donc d'attirer du capital-risque et ses frais élevés associés. Outre la construction, les coûts d'investissement représentent le plus grand poste de coût de ce type de projet. Ce problème aussi a été aggravé dans les grands pays industrialisés avec la dérégulation des marchés énergétiques. Du temps des grands monopoles financés par l'État, les investisseurs pouvaient partir du principe qu'en fin de compte, leur capital serait refinancé par les consommateurs, même en cas de performances médiocres du réacteur. Sur les marchés dérégulés de l'électricité d'aujourd'hui, ce n'est toutefois plus le cas. Avec des investissements initiaux exorbitants et des délais de retour sur investissement s'étendant sur plusieurs décennies, l'énergie nucléaire ne convient plus aux marchés dérégulés. Les coûts d'investissement explosent – en supposant que les financiers ne privilégient pas d'abord d'autres technologies qui ne présentent pas ces problèmes. En effet, dans bon nombre de pays qui ont connu, au cours des vingt dernières années, un essor du marché des centrales très efficaces alimentées au gaz, les coûts de construction par kilowatt/heure installé sont nettement plus faibles, les délais entre l'attribution du marché et le début de l'exploitation sont courts et de nombreux composants des centrales sont fabriqués en usine dans des «conditions contrôlées». Par ailleurs, compte tenu du coût relativement faible du gaz naturel, qui représente une part plus élevée dans le total des frais d'exploitation que l'uranium, les centrales nucléaires n'avaient pratiquement aucune chance.

Une série d'autres impondérables font que les centrales nucléaires sont risquées pour tout investisseur. Le délai entre la décision d'investir et le début des opérations est beaucoup plus long que pour tous les autres types de centrales. D'énormes problèmes de planification peuvent survenir, de même que des retards dans l'octroi des autorisations, parce que les agences gouvernementales travaillent de façon particulièrement minutieuse sous le

Contrairement à d'autres systèmes, les centrales nucléaires doivent supporter des coûts énormes même après des décennies d'exploitation.

contrôle du public, parce que les nouvelles évolutions en matière de sécurité induisent des modifications des critères d'autorisation ou parce que les intérêts du camp antinucléaire bloquent toute avancée devant les tribunaux. Par exemple, la décision de construire le dernier réacteur britannique Sizewell B a été prise en 1979 et son exploitation commerciale a débuté seize ans plus tard. Lorsqu'un réacteur pilote entame ses activités, personne ne peut être certain qu'il atteindra les niveaux de performance escomptés, lesquels déterminent bien entendu les taux de rendement. La fiabilité du réacteur tout au long de sa durée d'exploitation constitue un facteur encore plus important. Contrairement aux coûts d'investissement, il est possible de calculer ce facteur de charge. On sait généralement combien de temps la centrale nucléaire a été exploitée et combien de temps elle a été arrêtée pour réparation, pour remplacer les barres de combustibles ou pour cause de défaillance. Le facteur de charge s'exprime par la production (en kilowatts/heures) en pourcentage de la production totale possible en cas d'exploitation continue. Les prévisions des vendeurs concernant le facteur de charge ont toujours été élevées, notamment pour les premiers réacteurs d'une série. Si un réacteur atteint un facteur de charge d'à peine 60 % contre 90 %, les coûts augmenteront d'un tiers. Les coûts supplémentaires de maintenance et de réparation augmentent aussi. Seuls près de deux pour cent de tous les réacteurs atteignent des facteurs de charge de 90 % ou plus; seul près d'un pour cent des réacteurs du monde entier dépasse la barre des 80 %.

Lors de l'euphorie des débuts, les opérateurs se sont empressés de promettre que l'exploitation des centrales nucléaires serait très largement automatisée et supporterait donc des coûts plus faibles que les autres centrales aux productions comparables. Cette prévision-là aussi s'est avérée trop optimiste. S'il est vrai que le combustible représente une part assez faible du total des coûts d'exploitation, cette part augmente si l'opérateur a recours à un oxyde mixte contenant une partie de plutonium retraité plutôt qu'à de l'oxyde d'uranium «frais». Les coûts d'exploitation et de maintenance sont plus élevés parce que les coûts salariaux sont nettement supérieurs à ceux des centrales au gaz, par exemple. Ainsi, certaines centrales nucléaires ont été fermées aux États-Unis dans les années 80 et au début des années 90 parce qu'il était plus économique de construire et d'exploiter de nouvelles centrales au gaz.

Contrairement à d'autres systèmes, les centrales nucléaires doivent supporter des coûts énormes même après des décennies d'exploitation. Ces coûts englobent le stockage des déchets radioactifs, la protection des réacteurs fermés et, enfin, le déclassé des réacteurs à l'issue d'une période plus ou moins longue de «refroidissement». Tous ces investissements doivent être engrangés tout au long de l'exploitation de la centrale et être mis en réserve pour être utilisés beaucoup plus tard. Ces coûts, en ce compris l'assurance accident, varient d'un pays à l'autre. Ils sont d'autant plus difficiles à estimer que les procédures de remise ordinaires ne s'appliquent pas aux délais prévus. Par exemple, pour un taux de remise de 15 %, les coûts supportés après quinze ans ou plus sont négligeables. Toutefois, dans la mesure où ils pèseront en réalité sur les épaules de nos enfants, ces coûts constituent une autre source d'incertitude pour le financement d'un réacteur et pour la fixation du prix de l'électricité produite à partir d'énergie nucléaire.

Le débat entamé dans certains pays sur l'opportunité de ressusciter l'essor nucléaire des années 70 ne transparaît toujours pas dans la réalité. Il s'est passé peu de choses outre le débat sur la prolongation des licences d'exploitation. Les nouveaux projets concrets constituent une exception absolue. Une nette majorité de centrales en cours de construction sont fondées sur la technologie indienne, russe ou chinoise. Les vendeurs occidentaux de premier plan affichent toujours des carnets de commande totalement vierges. L'entreprise américaine Westinghouse a obtenu une seule commande de réacteur en vingt-cinq ans. Pour Framatome ANP (dont 66 % sont détenus par le groupe nucléaire français Areva et 34 % par Siemens) et les entreprises qui l'ont précédée, le réacteur d'Olkiluoto en Finlande est le premier marché décroché en près de quinze ans. Ce sont donc davantage les responsables politiques et les journalistes que les vendeurs qui défendent l'idée d'une renaissance de l'énergie nucléaire. Ils pensent que le fait d'adjoindre l'énergie nucléaire aux politiques énergétiques existantes permettra plus facilement de satisfaire aux obligations à court terme de maîtrise du climat et d'éviter les pénuries d'énergie. Cette position a des conséquences. En effet, plus les responsables politiques et le public plaident avec force pour une renaissance de la technologie nucléaire, plus les investisseurs potentiels oseront réclamer des aides d'État.

Aux États-Unis, l'administration Bush est très favorable à la prolongation des licences d'exploitation des réacteurs qui composent le parc vieillissant du pays. Suite aux pénuries d'électricité observées dans de grands États comme la Californie et à de spectaculaires pannes, elle soutient aussi la construction de nouvelles centrales nucléaires. Le débat, suscité par les ouragans catastrophiques de 2005, est alimenté par une inquiétude croissante relative au réchauffement de la planète. Toutefois, à ce stade, il n'a pas encore donné lieu à la construction d'un nouveau réacteur ni même à un permis de bâtir. Plusieurs consortiums s'efforcent d'obtenir une licence combinée de construction et d'exploitation de nouveaux réacteurs. Mais comme ils s'évertuent à le répéter sans cesse, cela ne marchera pas sans aide publique. La seule procédure d'autorisation relative à une nouvelle série de réacteurs devrait coûter près de 500 millions de dollars. Et à ce jour, personne ne sait combien coûteront les réacteurs mêmes. Par précaution, les entreprises demandent des milliards de dollars de subventions, que le président Bush est en train de provisionner. La nouvelle loi énergétique promulguée au Congrès à l'été 2005 prévoit 3,1 milliards de subventions pour l'énergie nucléaire sur une période de dix ans. Parmi d'autres risques, le gouvernement est censé s'assurer contre les retards. Les investisseurs potentiels ont déjà demandé un montant global peu regardant: en guise de condition d'investissement, ils ont exigé un financement défiscalisé et la vente ultérieure d'électricité à des prix garantis par l'État. L'État est également censé assumer la responsabilité des accidents graves et surtout, résoudre la problématique du stockage définitif des déchets. Après un long retard, le groupe français EDF, à présent partiellement privatisé, a sélectionné en 2004 le site d'un réacteur pilote européen à eau pressurisée. Il s'agit de Flamanville, dans le département de la Manche. Toutefois, la volonté habituelle du gouvernement français de financer de tels projets a flanché. L'ancien directeur d'EDF, François Roussely, a également déclaré que la construction de ce type de réacteur dans un avenir prévisible s'explique moins par la production d'électricité que par le «maintien du

savoir-faire industriel européen dans ce domaine». ¹³ Autrement dit, les motivations à la base de la construction d'une telle centrale pilote en France ne relèvent pas de la politique énergétique, mais bien d'objectifs industriels/politiques.

Les motivations politiques ont également joué un rôle significatif dans la décision – très controversée – du Parlement finlandais de construire un nouveau réacteur. La principale motivation tient à l'appétit sans cesse croissant du pays pour l'énergie électrique depuis vingt ans, qui a placé la consommation finlandaise par habitant à plus du double de la moyenne communautaire. Dans le même temps, les responsables politiques s'inquiètent d'une dépendance excessive face au gaz russe et de ne pas pouvoir satisfaire aux obligations du pays fixées par le protocole de Kyoto sans s'appuyer davantage sur l'énergie nucléaire. Le contrat attribué au constructeur franco-allemand de réacteurs Framatome ANP en vue de la construction d'un réacteur pilote européen à eau pressurisée sur la côte finlandaise de la mer Baltique provient du fournisseur d'électricité TVO. L'État détient 43 % de cette entreprise. Depuis le début des travaux de construction en août 2005, la communauté nucléaire internationale considère le projet Olkiluoto 3 comme une preuve que l'énergie nucléaire constitue à nouveau un bon investissement, même dans le cadre d'un marché de l'électricité dérégulé. Il convient toutefois d'accueillir cette position avec scepticisme. Il est peu probable que ce type de réacteur aurait eu la moindre chance d'exister dans des conditions de concurrence normales.

Le financement a été possible grâce à un accord garantissant à titre de compensation aux soixante actionnaires, principalement des fournisseurs d'électricité, que l'électricité produite par le réacteur serait vendue à des prix comparativement élevés. TVO et Framatome ANP ont également convenu un prix fixe pour le réacteur achevé – «prêt à l'usage», à savoir 3,2 milliards d'euros. Aussi attractif qu'inhabituel pour l'acheteur, ce type de contrat a été possible parce que Framatome ANP avait besoin d'un permis de bâtir à n'importe quel prix ou presque, après plus d'une décennie de travail de développement sur le EPR. Même avant le premier coup de marteau-piqueur, il est clair que le consortium constructeur Areva/Siemens a effectué des calculs très précis pour donner une longueur d'avance à son réacteur pilote face à ses concurrents nucléaires ou à combustibles fossiles.

La capacité du réacteur a régulièrement augmenté au cours de la période de développement de l'EPR dans les années 90. Ses seules dimensions devaient garantir la rentabilité. Avec une capacité prévue de 1 750 mégawatts (bruts) et une production de 1 600 mégawatts, l'EPR est de loin la centrale nucléaire la plus puissante du monde – ce qui complique grandement son intégration à la plupart des réseaux d'électricité. Une série d'autres projections qui ont conféré un avantage concurrentiel théorique au réacteur par rapport aux autres options, y compris aux options non nucléaires, pourraient s'avérer difficiles à réaliser à l'avenir. Ces promesses prévoient un délai de construction d'à peine 57 mois, un facteur de charge de 90 %, un niveau d'efficacité de 36 %, une durée d'exploitation technique de 60 ans, une réduction de 15 % de la consommation d'uranium par rapport aux anciens réacteurs et des coûts d'exploitation et de maintenance nettement plus faibles que pour les réacteurs existants.

Les experts estiment que chacune de ces projections est extrêmement optimiste. Aucune centrale pilote n'a jamais respecté le délai de construction prévu ni le facteur de charge promis. Cette coentreprise franco-allemande ne devrait pas davantage s'attendre à être épargnée par les retards de construction, les anomalies des débuts de l'exploitation ou les arrêts imprévus. Malgré cela, les coûts d'exploitation et de maintenance sont censés être inférieurs à ceux des réacteurs standard existants, ce tout au long d'une durée d'exploitation de soixante ans. Dans le même temps, les dispositifs de sécurité supplémentaires comme le récupérateur de corium sont censés rendre l'EPR plus sûr, mais pas plus chers que ses prédécesseurs.

Il paraît impossible que toutes ces promesses puissent être tenues à Olkiluoto. Même si tous les objectifs sont atteints – comme le délai de construction –, on considère que le prix estimé de 3,2 milliards d'euros est manipulé. Initialement, il a été cité dans le contexte de la construction d'une série de dix réacteurs. Pourtant, ce projet n'est même pas vaguement envisagé. Dans d'autres secteurs, on emploie un terme clair pour désigner ce type de fixation des prix; on parle de «dumping».

Si les coûts de construction devaient se multiplier, le projet deviendra rapidement un cauchemar financier pour Framatome ANP, étant donné le prix fixe convenu avec les clients finlandais. Le constructeur ne tardera pas à lancer un appel au secours à l'État. Cela a déjà été le cas pour garantir le financement. La Bayerische Landesbank a joué un rôle significatif à cet égard. Le Land de Bavière détient 50 % de cette banque et a son siège à Munich, tout comme le constructeur du réacteur Siemens. La banque est partenaire d'un consortium international qui soutient un prêt à faible intérêt (à un taux déclaré de 2,6 %) de 1,95 milliard d'euros pour l'EPR finlandais. Le gouvernement français soutient Areva, la maison mère de Framatome ANP, au moyen d'une garantie de crédit à l'exportation – normalement réservée aux investissements dans des pays politiquement et économiquement instables – de 610 millions d'euros via l'agence de crédit à l'exportation Coface. Compte tenu de ces efforts concertés déployés par plusieurs pays présentant des intérêts particuliers dans le projet, la Fédération européenne des énergies renouvelables (FEER) a déposé plainte auprès de la Commission européenne, alléguant une violation des règles européennes de concurrence.

Une chose est sûre: sans aide d'État, le réacteur finlandais aussi aurait fait l'objet d'une décision différente. Dans ce cas-ci, l'aide est venue des pays des constructeurs et des acheteurs. De toute évidence, l'énergie nucléaire n'est concurrentielle que là où elle est largement subventionnée. Ou dans les pays dans lesquels la technologie nucléaire est plus ou moins ancrée dans la doctrine d'État et dans lesquels les coûts jouent par conséquent un rôle secondaire. Donc, partout où des projets de construction de nouveaux réacteurs dans des économies de marché fonctionnelles sont en cours, il faut s'attendre à ce que les investisseurs s'appuient sur les aides d'État pour s'assurer contre l'augmentation des coûts de construction, les arrêts imprévus, la fluctuation du coût des combustibles et la difficulté d'estimer les coûts de mise à l'arrêt, de démantèlement et de stockage des déchets. Enfin, les gouvernements devront assumer les conséquences de chaque accident

L'avenir de l'énergie nucléaire appartient au passé, tandis que l'avenir des énergies renouvelables ne fait que commencer.

grave impliquant un dégagement massif de radioactivité. Aucun pays au monde ne peut supporter tout cela seul. Alors que les assureurs poursuivent des politiques qui varient d'un pays à l'autre selon le total des coûts prévu, la part des dommages qu'ils assumeront à chaque fois est ridiculement faible.

La technologie nucléaire occupe donc une position tout à fait singulière. Cinquante ans après avoir investi les marchés commerciaux, alimentée par des milliards de subventions, elle requiert et obtient toujours des aides d'État pour chaque nouveau projet – précisément comme si elle avait besoin de l'aide nécessaire pour entrer sur le marché pour la première fois. Il est étonnant de constater que cette pratique extraordinaire est aussi défendue et sollicitée précisément par les responsables politiques qui, en d'autres circonstances, ne réclament jamais assez «plus de marché» dans le secteur de l'énergie. Dans bon nombre de pays industrialisés, ces mêmes responsables politiques avancent des arguments de marché théoriques pour mener campagne contre le subventionnement du lancement effectif des énergies renouvelables issues de sources solaires, éoliennes, hydrologiques, géothermiques et de la biomasse. Il existe pourtant une autre différence fondamentale: l'avenir de l'énergie nucléaire appartient au passé, tandis que l'avenir des énergies renouvelables ne fait que commencer.

9. CONCLUSION: RENAISSANCE DES DÉCLARATIONS

Influencé par l'aggravation des crises climatique et énergétique, un nouveau cycle de débats sur l'énergie nucléaire s'est ouvert dans plusieurs grands pays du monde. Encouragée par les vendeurs de réacteurs et leurs relais dans la presse, la vision d'une «renaissance de l'énergie nucléaire» est aussi l'expression de la nécessité imminente de décisions à large portée. La plupart des centrales du monde construites au cours du premier – et à ce jour – dernier essor de l'énergie nucléaire s'approchent de la fin de leur durée d'exploitation prévue. Au cours des dix prochaines années, et plus particulièrement au cours de la décennie suivante, il faudra remplacer la production en baisse rapide d'énergie nucléaire. Il conviendra de décider de construire de nouvelles centrales non nucléaires ou de prolonger à l'avenir la production d'électricité à partir d'énergie nucléaire. Certains grands pays se demandent déjà s'ils souhaitent laisser leurs réacteurs vieillissants au sein du réseau au-delà de leur durée d'exploitation initialement prévue. Les prolongations sont une option attractive pour les fournisseurs d'électricité, qui peuvent ainsi reporter des décisions d'investissements de milliards d'euros et bénéficier des faibles coûts de production de leurs vieux réacteurs amortis. Les dirigeants interprètent subjectivement les risques supplémentaires inévitables. Ils ne prévoient aucun accident grave, sûrement pas dans la centrale nucléaire gérée par leur entreprise, et certainement pas dans une centrale sous leur direction. C'est là que leurs intérêts se distinguent de l'intérêt général. La prolongation des durées d'exploitation des réacteurs pose un risque de catastrophe disproportionné. Si toutes les centrales nucléaires ou un grand nombre d'entre elles sont exploitées plus longtemps, le risque global augmentera de manière significative.

Ces décisions à venir sur la manière de gérer l'approvisionnement énergétique global dans un monde marqué par une forte croissance démographique et par d'énormes disparités de richesses vont bien au-delà de la question de savoir comment il convient d'aborder l'énergie nucléaire à l'avenir. La responsabilité incombe à tous les pays industrialisés développés et à de nombreux pays récemment développés qui n'ont pas encore eu recours à l'énergie nucléaire ou ne l'ont pas exploitée de manière significative. Une chose est sûre: la nouvelle structure énergétique ne dépendra plus exclusivement, et probablement plus essentiellement, de grandes centrales. Une autre chose est sûre: l'avenir ne réside pas dans la renaissance d'une technologie risquée du milieu du siècle dernier qui se fonde sur des intérêts classiques d'économie de l'énergie.

La renaissance de l'énergie nucléaire n'est pas encore une réalité. Par contre, on assiste à une renaissance des déclarations à son propos. Le vingtième anniversaire à venir de la catastrophe de Tchernobyl a aussi donné lieu à une renaissance des critiques concernant ce type de production d'énergie – et pour certains, une renaissance de l'espoir. Le débat social et politique a été ravivé dans un certain nombre de pays qui détermineront l'avenir de l'énergie nucléaire. L'issue de ce débat est incertaine. Un seul projet de centrale nucléaire en Finlande ne prouve rien. Le nombre de nouveaux projets de construction annoncés dans le monde ne suffit même pas à maintenir la part mondiale de l'énergie nucléaire à son niveau, ni en termes absolus ni encore moins en termes relatifs. Les nouvelles centrales nucléaires n'ont ainsi été construites que là où la doctrine d'État soutient ce type de production d'électricité et où les agences gouvernementales sont prêtes à fournir les principales garanties contre les risques liés à la sécurité et au financement. Ceux qui entendent construire de nouvelles centrales nucléaires – ou sont pressés de le faire par le monde politique comme aux États-Unis – ont besoin d'autant d'aides d'État que n'en ont bénéficié les pionniers du nucléaire dans les années 60.

Cela paraît paradoxal: l'énergie nucléaire a investi le marché avec succès par ce que le marché ne suffisait pas à la rendre non compétitive. Compte tenu du monopole du réseau de l'époque, la fourniture d'électricité était considérée comme un «monopole naturel», mais aussi comme un produit de nécessité fondamentale, et en tant que tel, elle a été soutenue par des entreprises détenues par l'État, par des entreprises soutenues par les pouvoirs publics ou, dans tous les cas, par des entreprises monopolistiques. Autrement dit, dans la plupart des pays industrialisés, l'État a également donné le ton en vue de l'introduction de l'énergie nucléaire, d'abord pour des motifs militaires avoués ou cachés et plus tard pour des motifs partiellement ou exclusivement industriels. Le gouvernement a pris en charge des coûts énormes de recherche, de développement et d'introduction de la nouvelle technologie sur le marché, soit directement, soit répercutant les coûts sur les consommateurs par sa capacité à influencer sur les prix fixés par les fournisseurs. À ce jour, la construction de nouvelles centrales nucléaires n'est pas une option attractive pour ces entreprises sur les marchés dérégulés de l'électricité.¹⁴ Il existe d'autres options meilleur marché qui ne présentent en aucun cas le même type de risque financier. C'est la raison pour laquelle aucune nouvelle centrale nucléaire ne sera construite dans les conditions du marché, même si la demande mondiale d'électricité et les capacités mondiales de produc-

¹⁴ Adolf Hüttl: *„Ein deutsch-französisches Kernkraftwerk für Europa und den Weltmarkt“*, Bonn 1992.

tion augmentent – à moins que les gouvernements n’assument une nouvelle fois les principaux risques comme ils l’ont fait lors de l’introduction de l’énergie nucléaire. C’est la voie choisie par les Finlandais. Si cette option n’est généralement pas accessible, cela s’explique aussi par le fait que sur un marché fonctionnel de vendeurs de réacteurs, les concurrents d’autres secteurs ne vont pas rester sur la touche très longtemps et se contenter de regarder l’État fournir une aide ciblée à une technologie vieille de cinquante ans. Le projet finlandais est aussi unique parce que près de vingt ans après le début des travaux de développement concernant le réacteur européen à eau pressurisée, le constructeur Framatome ANP a finalement été contraint de faire la démonstration de sa technologie dans un véritable réacteur et ses maisons mères Areva et Siemens étaient visiblement prêtes à assumer des risques financiers considérables pour ce faire. Pour rappel, en 1992, Siemens et Framatome ont présenté le réacteur comme une «centrale nucléaire franco-allemande pour l’Europe et pour le marché mondial», qui fournirait les «marchés domestiques» des deux côtés du Rhin et investirait ensuite des «pays tiers». Les travaux de construction des deux réacteurs pilotes étaient censés débiter dès 1998. Par ailleurs, en 1990, le magazine allemand *Wirtschaftswoche* avait déjà annoncé la fin de la stagnation nucléaire en titrant «La renaissance du nucléaire».

Au début du 21^e siècle, une évaluation équilibrée de tous les aspects de l’énergie nucléaire aboutit toujours à une conclusion claire. C’est essentiellement la même conclusion qu’il y a trente ans. Le risque d’accident aux conséquences catastrophiques, qui a fait à l’époque de l’énergie nucléaire la forme la plus controversée de production d’électricité, n’a pas disparu. Les nouveaux risques posés par le terrorisme s’opposent catégoriquement à la perspective d’étendre cette technologie aux régions instables du monde. Le fait d’étendre au monde entier la production d’électricité à partir de l’énergie nucléaire entraînerait une pénurie d’uranium encore plus rapide qu’avec le maintien du statu quo – ou exigerait une conversion généralisée à la technologie du surgénérateur. Une réorientation technique de cette nature équivaldrait en fait à passer définitivement aux systèmes basés sur le plutonium. Cette réorientation porterait le risque d’accident aux conséquences catastrophiques, d’attentat terroriste et de prolifération d’armes à un niveau plus élevé et plus critique. Après tout, presque tous les pays ont déjà renoncé à l’option du surgénérateur après les déconvenues du passé. Avec ou sans la technologie du surgénérateur, il faut encore résoudre la problématique du stockage définitif. Il faudra trouver une solution parce que ce problème, celui des déchets, existe déjà. Ce ne peut être qu’une solution relative. Rien que cela serait un motif suffisant pour ne pas aggraver un problème majeur pour l’humanité en augmentant le volume des déchets.

L’énergie nucléaire ne peut pas davantage résoudre le problème climatique. Même un triplement de la capacité nucléaire mondiale d’ici le milieu du 21^e siècle ne relâcherait que modestement la tension subie par le climat. Et au vu de l’insuffisance des capacités industrielles, de l’énormité des coûts et de la nette aggravation des risques, ce serait aussi irréaliste qu’irresponsable. Il est beaucoup plus probable, et les premiers signes le montrent déjà, que la production mondiale des réacteurs baissera sensiblement au cours des décennies à venir, compte tenu de la structure d’âge des centrales existantes. Dans le

même temps, des estimations sérieuses laissent entendre qu'une stratégie énergétique mondiale reposant principalement sur une efficacité accrue dans la gestion de l'énergie, l'industrie, le secteur des transports et le chauffage, ainsi que sur un développement résolu des énergies renouvelables, est à même d'atteindre les réductions d'émissions de CO₂ exigées par les climatologues, sans pour autant recourir à l'énergie nucléaire. Il est vrai que ces défis cumulés sont sans précédent et requièrent rien moins qu'une politique climatique mondiale partagée par tous les grands pays générateurs de gaz à effet de serre. La prétendue contradiction essentielle entre la protection du climat et la disparition progressive du nucléaire reste – à l'exception de quelques cas régionaux ou historiques particuliers – une illusion propagée par le secteur de l'énergie nucléaire.

Nous avons vu qu'il n'y aura pas de renaissance nucléaire dans un avenir prévisible sans subventions publiques massives. Cela ne signifie pas qu'elle n'aura pas lieu. En effet, si les fournisseurs d'électricité cherchent à profiter d'investissements anciens déjà amortis, les responsables politiques sont encore plus enclins à rouvrir le débat de l'énergie nucléaire dans la mesure où ils craignent la flambée des prix de l'énergie et anticipent une maîtrise plus stricte du climat. Ces deux craintes alimentent le débat depuis plusieurs années aux États-Unis, ont été à l'origine de la construction du nouveau réacteur finlandais, ont grippé le processus de suppression progressive du nucléaire en Allemagne et ont favorisé dernièrement un débat sur la construction de nouvelles centrales en Grande Bretagne. Les responsables politiques tendent à continuer de travailler avec les structures et les acteurs qui leur sont familiers. Bon nombre d'entre eux ne rechigneront donc pas à octroyer une nouvelle fois des fonds d'amorçage à l'industrie nucléaire, ce plus d'un demi siècle après la mise en activité des premières centrales nucléaires commerciales – comme s'il s'agissait de la chose la plus naturelle au monde.

À la moindre opportunité, le débat sur de nouveaux réacteurs sera ravivé. Pourtant, les nouveaux réacteurs ne contribueront pas à une réduction durable du réchauffement planétaire, pas plus qu'ils ne pourront maintenir les prix à un niveau bas à long terme. Au contraire, elles aggraveront les risques d'accident aux conséquences catastrophiques et détourneront l'attention des stratégies de protection du climat qui fonctionneront vraiment. En bref, tout comme à l'âge d'or des premiers débats sur l'énergie nucléaire dans les années 70 et 80, les forces antinucléaires auront les meilleurs arguments à faire valoir.

LA FONDATION HEINRICH BÖLL

Affiliée au parti des Verts et installée dans les Hackesche Höfe, au cœur de Berlin, la Fondation Heinrich Böll est une fondation politique indépendante juridiquement qui travaille dans un esprit d'ouverture intellectuelle.

La Fondation a pour principal objectif de soutenir l'éducation politique en Allemagne et à l'étranger, défendant ainsi la démocratie participative, le militantisme social et politique et l'entente entre les cultures.

La Fondation soutient également l'art et la culture, la science et la recherche et la coopération au développement. Ses activités sont guidées par les valeurs politiques fondamentales que sont l'écologie, la démocratie, la solidarité et la non-violence.

À travers sa coopération internationale avec un grand nombre de partenaires de projets – elle compte actuellement une centaine de projets dans près de soixante pays –, la Fondation vise à renforcer le militantisme écologique et civil à l'échelle du monde, à intensifier l'échange d'idées et d'expériences et à préserver la sensibilisation des citoyens au changement.

La collaboration engagée par la Fondation Heinrich Böll sur des programmes d'éducation sociopolitique avec ses partenaires de projets à l'étranger s'inscrit dans la durée. Parmi d'autres instruments importants de coopération internationale figurent les programmes de visite, qui favorisent l'échange d'expériences et de contacts politiques, ainsi que des programmes de formation avancés destinés aux militants engagés.

La Fondation Heinrich Böll emploie près de 180 personnes à plein temps et compte environ 320 membres auxiliaires, qui apportent une aide à la fois financière et non matérielle.

Ralf Fücks et Barbara Unmüssig forment le conseil de direction actuel. Le D^r Birgit Laubach est la directrice générale de la Fondation.

«L'Académie verte» et l'«Institut féministe» sont deux autres organes en charge du travail éducatif de la Fondation.

La Fondation dispose actuellement de bureaux étrangers et de bureaux de projet aux États-Unis et au Moyen Orient arabe, en Afghanistan, en Bosnie-et-Herzégovine, au Brésil, au Cambodge, en Croatie, en République tchèque, au Salvador, en Géorgie, en Inde, en Israël, au Kenya, au Liban, au Mexique, au Nigeria, au Pakistan, en Pologne, en Russie, en Afrique du Sud, en Serbie, en Thaïlande, en Turquie, et d'un bureau communautaire à Bruxelles.

Pour l'exercice 2005, la Fondation a reçu près de 36 millions d'euros de fonds publics.

Heinrich-Böll-Stiftung, Rosenthaler Str. 40/41, D-10178 Berlin, Allemagne,
Tél.: 030-285 340, Fax: 030-285 31 09, E-mail: info@boell.de, Internet: www.boell.de