

Un volontarisme industriel et politique dangereux

Après des années de crise, l'industrie nucléaire est engagée dans un effort sans précédent pour orienter la lutte contre le changement climatique vers ce qu'elle appelle elle-même sa « renaissance ». Son argument principal, posant pour principe qu'elle est la seule option susceptible de fournir une quantité massive d'énergie non carbonée, devrait rallier tous les défenseurs de l'environnement. Selon un discours bien rôdé et effectivement relayé par de rares personnalités écologistes, l'impératif climatique devrait l'emporter sur toute autre considération et conduire, malgré les risques inhérents à l'énergie nucléaire, à miser massivement sur elle.

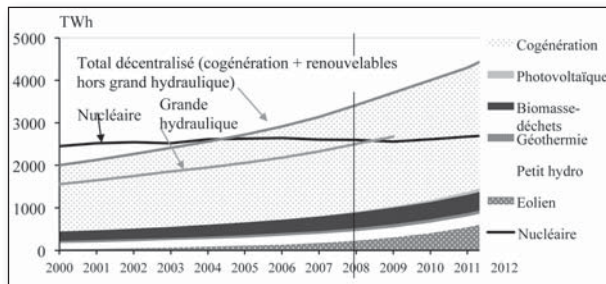
Le problème vient de ce que, si les risques nucléaires sont bien connus et réels – même si leur appréciation reste sujette à controverses –, la contribution du nucléaire à la solution du problème climatique reste largement virtuelle.

Le nucléaire, une « énergie d'avenir » en recul

L'idée que l'énergie nucléaire représente aujourd'hui la principale source d'énergie disponible est en effet démentie par les faits : le nucléaire produit moins d'énergie dans le monde que la seule hydroélectricité, et environ quatre fois moins que l'ensemble des énergies renouvelables si l'on y inclut la biomasse. Les renouvelables se développent également beaucoup plus vite que le nucléaire aujourd'hui.

En Europe, par exemple, l'éolien a représenté la première source d'électricité en termes de nouvelles capacités installées en 2009, avec 10 163 MW, et la deuxième derrière le gaz pour la période 2001-2009, avec 65 102 MW contre une diminution de 7 204 MW sur la même période pour le nucléaire (voir gros Plan n° 1). La mise en service promise, au-delà de 2012-2013, des deux EPR en construction à Flamanville et Olkiluoto ne bouleverse pas cette perspective : totalisant 3 250 MWe, ils représentent environ, en production, l'équivalent des 10 000 MW que l'industrie éolienne installe tous les ans. Cette évolution illustre ce qui apparaît comme une tendance lourde : tandis que le nucléaire stagne au niveau mondial et voit son rôle décliner dans ses bastions historiques, les énergies renouvelables voient leur rythme de croissance s'accélérer.

Il est amusant de constater que, depuis une dizaine d'années environ que l'industrie nucléaire communique sur sa large capacité de production non carbonée et sa renaissance, le rapport entre la production nucléaire et l'ensemble de la production de sources décentralisées à faible teneur en carbone s'est inversé. Alors que la production nucléaire a stagné et même relativement décroché entre 2000 et 2009, la production additionnée de l'ensemble des renouvelables électriques hors grand hydraulique, et de la cogénération hors biomasse n'a cessé de croître pour la dépasser entre 2004 et 2005.

Figure 1 : Production mondiale d'électricité « bas carbone » : nucléaire, cogénération et renouvelables

Source : Rocky Mountain Institute, MicroPower Database Sept. 2010

Au total, le nucléaire fournit moins de 3 % de l'énergie finale consommée dans le monde. Cette contribution marginale tend même à diminuer, l'écart se creusant entre une production nucléaire orientée à la baisse et l'augmentation de la demande mondiale en énergie. Il est enfin absolument impossible que les constructions de réacteurs en cours ou envisagées modifient significativement ce constat à court ou moyen terme.

Pourtant, la stratégie de communication de l'industrie nucléaire remporte un certain succès. De nombreux acteurs, attachés par intérêt ou par peur du changement

au modèle énergétique actuel, placent dans cette option technologique l'espoir d'amortir voire d'éviter la transition vers un modèle énergétique soutenable, fondé comme on peut l'imaginer aujourd'hui sur la maîtrise de la demande d'énergie et sur les énergies renouvelables.

Dans ces conditions, il faut insister sur cette évidence : derrière l'illusion créée par le caractère massif de chaque réacteur, l'industrie nucléaire reste au niveau mondial un nain énergétique. Le nucléaire n'est pas en mesure, loin s'en faut, de jouer un rôle majeur dans la solution aux échelles de temps voulues des problèmes énergétiques et climatiques auxquels l'humanité se trouve aujourd'hui confrontée.

La tentation d'une production en base sans carbone

Alors qu'aucun pays poursuivant le développement d'un programme nucléaire n'est proche d'atteindre le niveau de la France, dont le parc nucléaire assure environ 80 % de la production d'électricité, il faut rappeler que ce niveau d'engagement ne suffit pas à ramener les émissions françaises à un niveau soutenable – elles sont au moins quatre fois trop élevées – ni même à se placer sur la bonne trajectoire pour atteindre ce niveau à long terme. Il est clair qu'aucun pays n'assurera ses objectifs climatiques grâce à un programme nucléaire.

L'idée que le nucléaire permet de maintenir, voire de développer un parc de production électrique en base sans émettre de carbone, et ainsi de contribuer fortement à la maîtrise des émissions nationales, est toutefois caressée par de nombreux gouvernements. Elle repose sur une mauvaise analyse des mécanismes qui conduisent le système énergétique. Le recours au nucléaire s'inscrit dans une logique de fourniture massive et centralisée d'énergie alors même que c'est du côté de l'augmentation continue d'une consommation diffuse et diversifiée que se trouve l'origine du problème.

L'analyse rétrospective et prospective du « modèle » français, si facilement invoqué par de nombreux gouvernements pour appeler au développement du nucléaire dans leur « mix » énergétique, montre l'importance de prendre en compte l'ensemble des impacts directs et indirects d'un tel choix sur le système énergétique. En premier lieu, le nucléaire ne concerne que l'électricité, qui même en France où sa consommation est encouragée et plus forte que la moyenne européenne grâce notamment au développement d'usages comme le chauffage électrique, ne représente pas plus que 23 % de l'ensemble de la consommation d'énergie finale. Ainsi le nucléaire ne concerne en fait que 18 % environ de l'énergie finale en France, tout en conduisant par la captation d'attention et de ressources qu'il entraîne à un déficit des politiques publiques sur les 82 % restants.

Cette limite se retrouve paradoxalement dans les scénarios tracés par l'Agence internationale de l'énergie pour représenter, dans les limites de ce que l'agence considère comme politiquement et économiquement réaliste, le potentiel de réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre par des politiques volontaristes. Alors même que ces scénarios mettent l'accent sur le caractère incontournable du recours accru à une production électrique en base non carbonée, le nucléaire apparaît en dernière position, avec moins d'un dixième des réductions d'émissions attendues contre un septième à l'hypothétique capture et séquestration du carbone, près d'un quart des réductions pour l'ensemble des énergies renouvelables et plus de la moitié pour l'efficacité énergétique.

Ce classement est d'autant plus significatif que les hypothèses de ces scénarios de l'AIE sont justement contestées pour leur trop grand volontarisme sur l'offre énergétique traditionnelle (il faut pour atteindre ce résultat aller jusqu'à tripler le parc nucléaire mondial) et leur trop grand conservatisme sur les alternatives. Ainsi les hypothèses sur les renouvelables se situent-elles en deçà des projections fondées sur la tendance des dernières années. Et sur la partie demande, l'efficacité prise en compte est essentiellement centrée sur les rendements de process, puis dans une moindre mesure sur les équipements, mais sans aucune prise en compte systématique d'efforts comportementaux. En d'autres termes, des marges de manœuvre supplémentaires existent sur les options les plus efficaces, au point de remettre en question la nécessité de consacrer des efforts aux options les moins efficaces, donc au nucléaire.

Une option moins efficace donc contre-productive

La question peut effectivement être posée de savoir si les efforts sur la maîtrise de la demande et sur le développement des énergies renouvelables et de la cogénération sont susceptibles de réduire à néant le besoin de production nucléaire ou de capture et séquestration du carbone, ou si une part résiduelle reste nécessaire. Mais cette question est d'un second ordre, puisque la comparaison éclaire sans conteste les priorités immédiates.

La campagne orchestrée par l'industrie nucléaire détourne l'attention de ces priorités. Tout euro ou dollar investi à court terme dans le nucléaire est un euro ou dollar de moins pour l'investissement dans les solutions les plus nécessaires et les plus efficaces que constituent les économies d'énergie, les énergies renouvelables et la cogénération. Cette logique s'applique autant dans les pays développés, confrontés à la nécessité de dépenser pour adapter leurs infrastructures aux enjeux à long terme, que dans les pays émergents et les pays en voie de développement, qui doivent rechercher le meilleur rapport coût/bénéfice dans la construction de leurs infrastructures, y compris les coûts et bénéfices environnementaux.

Le nucléaire figure justement, lorsqu'on compare sur une base équitable l'ensemble des coûts associés, comme le plus mauvais choix d'investissement en termes d'émissions économisées. Une étude américaine du *Rocky Mountain Institute* (2009) a estimé combien de carbone pouvait être évité par rapport aux émissions d'une centrale électrique au charbon (soit 1 000 gCO₂/kWh environ) en investissant un dollar dans différentes technologies disponibles pour fournir un service électrique. L'étude s'appuie sur le calcul d'une réduction des émissions par substitution, dépendant du contenu en carbone de chaque technologie (quelques grammes ou dizaines de grammes par kWh pour les énergies non carbonées, un peu moins de 400 gCO₂/kWh pour un cycle combiné gaz, 200 gCO₂/kWh environ pour la cogénération, déduction faite d'un crédit lié à la production combinée de chaleur, et 0 gCO₂/kWh pour les solutions d'efficacité énergétique). Cette réduction est rapportée à un coût complet de chaque technologie qui prend en compte non seulement les coûts d'investissement, d'exploitation, et de combustible le cas échéant, mais aussi les coûts des infrastructures de réseau associées, minimisés pour les technologies décentralisées. Dans ces conditions, seul le cycle combiné gaz, très compétitif, mais qui n'efface que partiellement les émissions par rapport à une centrale charbon, peut présenter un moins bon rapport réduction/investissement que le nucléaire.

Ce résultat reflète le caractère non compétitif du nucléaire en termes de coût complet, qui s'explique notamment par la structure très spécifique de ce coût : le nucléaire est non seulement très intense en investissement mais il se caractérise aussi par des coûts indirects, d'assurance vis-à-vis du risque d'accident grave ou de gestion à long terme du démantèlement et à très long terme des déchets, qui sont partiellement ou totalement supportés par la collectivité. Par son caractère très centralisé, l'implantation de nouvelles capacités nucléaires est également celle qui s'accompagne des coûts de réseau les plus élevés.

Ces caractéristiques expliquent les difficultés constantes, dans les pays concernés, à trouver les financements privés pour la réalisation de projets nucléaires, sans engagement sous forme de contribution directe, de garanties financières ou de conditions privilégiées d'accès au marché de la finance publique. Ainsi, dix ans après l'émergence dans les discours de la « renaissance » nucléaire, ce constat reste valide : il n'existe aucun exemple dans le monde de réacteur nucléaire construit uniquement sur financement privé dans un marché électrique réellement concurrentiel.

Le choix d'investir dans le nucléaire, qui se fait toujours aux dépens d'un investissement accru dans les autres options, présente donc un double risque. Le premier est un risque d'échec, ou de retardement des politiques énergétiques et climatiques lié à un déficit d'action sur les leviers les plus efficaces. Ce risque, lié à la captation de ressources, est renforcé par la nature potentiellement contradictoire des orientations du système, entre une offre centralisée et les solutions décentralisées et centrées sur la demande.

Le second risque, pour les pays du Sud courtisés par l'industrie nucléaire, est un risque économique et financier. À titre d'illustration, plus de vingt ans après, les Philippines n'avaient pas fini de rembourser la dette générée par la construction, sous l'ère du Commandant Marcos, d'un réacteur de conception américaine qui, se révélant implanté sur une zone de forte activité sismique, et suite à la chute du Commandant en 1986, n'a jamais été mis en service.

La motivation énergétique et climatique n'est toutefois pas le seul ressort des programmes ou projets de développement de réacteurs affichés par de nombreux pays. Il s'y ajoute, pour un certain nombre d'entre eux, au Sud, le prestige industriel attaché à cette technologie, sans compter les arrière-pensées militaires que l'on peut prêter à quelques uns au moins des candidats déclarés.

La prolifération est en effet la première préoccupation liée au développement de nouveaux réacteurs dans le monde (par exemple en Iran ou en Corée du Nord).

Ces échecs du régime de non prolifération, auxquels s'ajoute l'incapacité des États officiellement détenteurs de la bombe dans le Traité de Non Prolifération (États-Unis, Russie, Royaume-Uni, France et Chine) à mettre en œuvre leur propre désarmement, encourage une course aux armements à double titre. L'accession de nouveaux États à la bombe crée des déséquilibres régionaux qui poussent les États voisins à envisager la même option, tout en les incitant à penser que cette option est réaliste.

Le développement d'un programme nucléaire civil ne mène pas inéluctablement à la bombe – de même que l'exemple de la Corée du Nord montre que ce n'est pas un passage totalement indispensable. Il n'en reste pas moins que c'est en mêlant les applications civiles et militaires que la plupart des pays ayant accédé à la bombe ou cherché à le faire ont

mené leur programme. Et que ce sont bien les mêmes matières spécifiques à cette industrie – uranium et plutonium – et les mêmes technologies pour les obtenir – enrichissement et retraitement – qui sont au cœur de la production d’armes comme de la gestion du combustible des réacteurs électronucléaires.

La perspective d’une reprise de la construction de nouveaux réacteurs dans les pays déjà équipés de cette technologie, et surtout d’un démarrage de nouveaux programmes dans des pays aspirant à y accéder, s’accompagne d’un risque croissant de transfert de matières et de technologies vers des pays où existe ou pourrait exister la tentation d’un programme militaire.

Avec le nucléaire viennent inévitablement l’ensemble des problèmes qui lui sont spécifiques : la prolifération bien sûr, mais aussi la sécurité avec chaque installation et chaque transport constituant une cible potentielle, probablement vulnérable à des menaces d’attaque crédibles même si le secret entoure les évaluations de ce risque, et bien sûr la sûreté avec le risque d’un accident majeur illustré par le précédent de Tchernobyl et aujourd’hui de Fukushima, sans oublier le transfert aux générations futures d’une lourde charge avec la gestion des déchets à vie longue.

Gros plan n° 1

Le recul du nucléaire dans son bastion européen

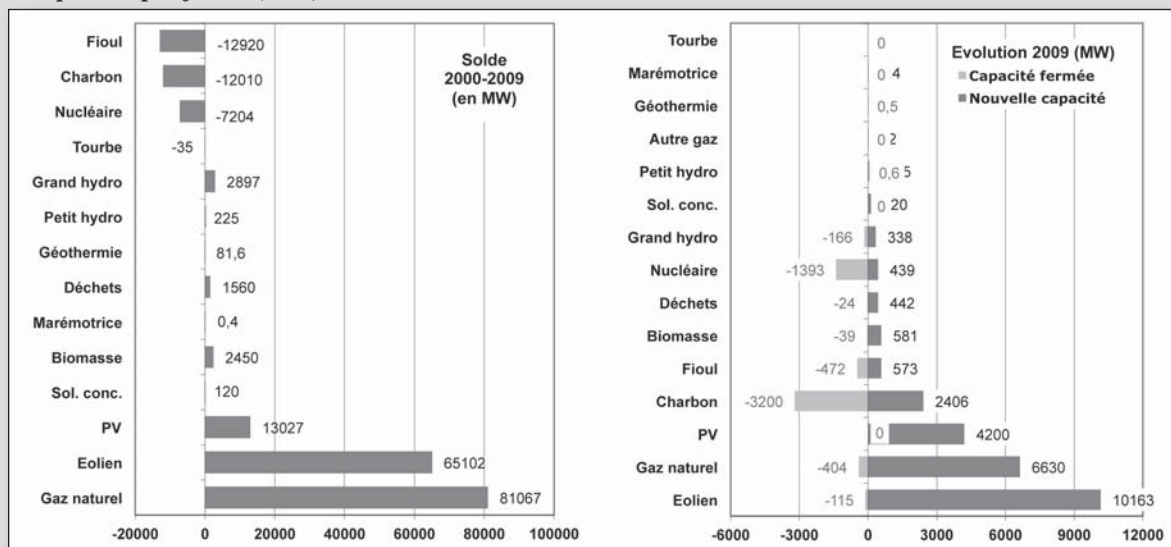
L’analyse des statistiques sur l’évolution des capacités de production électrique en Europe témoigne de l’écart croissant entre les discours volontaristes de plusieurs gouvernements, et dans une certaine mesure de la Commission européenne, sur la relance du nucléaire et la réalité du parc, dont l’évolution est dominée par les nouvelles énergies renouvelables et par le gaz.

L’Union européenne est un bastion du nucléaire. Avec une production de 846 TWh, le nucléaire a représenté en 2009 27,8 % de la production d’électricité dans l’Union européenne. Soit moitié moins que l’ensemble des centrales thermiques au charbon, au fioul et au gaz, totalisant 55,7 %, mais presque le double des énergies renouvelables, totalisant 16,5 % (dont 11,2 % pour la seule hydroélectricité, et 4,2 % pour l’éolien). Le nucléaire constitue, avec le charbon et dans une moindre mesure le pétrole, la base du système de production électrique européen. Toutefois, la production nucléaire européenne a baissé en 2009 de 4,7 %.

Ce système est en train de changer, comme en témoignent les statistiques sur les nouvelles capacités installées. La dynamique du marché apparaît en effet très claire : entre 2000 et 2009, dans l’ensemble de l’Union, l’essentiel de la nouvelle capacité installée se concentre sur le gaz naturel et les nouvelles énergies renouvelables (éolien, et dans une moindre mesure photovoltaïque). Ces filières concentrent 95 % du solde positif. À l’inverse, les capacités installées en centrales au fioul, au charbon et nucléaires ont reculé, et concentrent près de 99 % du solde négatif...

En 2009, l’énergie éolienne a pour la seconde année consécutive dépassé le gaz en termes d’augmentation de capacité installée. Elle représente 39 % de la nouvelle capacité en 2009, contre 26 % au gaz et 16 % au photovoltaïque. Au total, les énergies renouvelables ont représenté 61 % de l’augmentation de capacité enregistrée dans l’Union en 2009. Elles représentent aussi, pour la deuxième année consécutive, la majorité des investissements dans la production électrique.

Évolution en 2009 et solde cumulé 2000-2009 des capacités de production électrique dans l’Union européenne par filière (MW).



Gros Plan n° 2

Le risque financier associé au coût du nucléaire

Nuclear Power: Climate Fix or Folly? (Lovins, Amory; Sheikh, Imran; Markevich, Alex, 2009)

Cet article qui résume un article technique détaillé (« The Nuclear Illusion », 2008), compare les coûts, le potentiel de protection contre le changement climatique, les risques financiers, le succès commercial, la dynamique et la contribution énergétique des nouveaux réacteurs nucléaires par rapport à ses concurrents. Il explicite les raisons qui font que la croissance des subventions fondées sur l'impôt accordées aux nouvelles centrales n'ont pas suffi à attirer les investisseurs privés qui leur préfèrent des solutions énergétiques à bas ou zéro carbone moins coûteuses, plus rapides à mettre en œuvre et moins risquées du point de vue financier. La comparaison des différents moyens de lutte contre le changement climatique et de maintien de la sécurité énergétique montre pourquoi le nucléaire est très mal placé même s'il trouve des financeurs privés, par rapport à ses rivaux bas ou zéro carbone qui sont beaucoup plus efficaces du point de vue du climat et de la sécurité, plus rapidement et avec moins de risques.

Récapitulatif des estimations récentes sur le coût du nucléaire (US)

Date	Source	Investissement (\$2007/Watt)	Coût de référence (\$2007/MWh)
7/03	MIT	2.3	77-91
6/07	Keystone	3.6-4.0	83-11
5/07	S&P	4	
8/07	AEP	4	
10/07	Moody's	5-6	
11/07	Harding	4.3-4.6	180
3/08	FPL filing	4,2-6.1 (3.1-4.5 overnight)	
3/08	Constellation	3.1-4.5 overnight	
5/08	Moody's	7.5	150
6/08	Lazard	5.6-7.4	96-123
11/08	Duke power	4.8 overnight	

Note : overnight = hors frais financiers

Gros Plan n° 3

Les conséquences de Tchernobyl

Les conséquences de l'accident majeur de Tchernobyl ont fait et font encore l'objet de nombreuses controverses. Nous présentons ci-dessous d'une part le rapport de l'International Panel on Fissile Materials sur cette question et d'autre part un article du New York Times consacré à la publication d'un livre de Alexey Yablokov, Vassily Nesterenko et Alexey Nesterenko par l'Académie des sciences de New York en avril 2010.

Risques associés aux émissions radioactives à grande échelle dans l'atmosphère (IPFM)

Les contaminations radioactives les plus intenses liées à un accident de centrale nucléaire se sont produites à la frontière entre la Biélorussie et l'Ukraine en avril et mai 1986 à l'occasion de l'accident de Tchernobyl. Les conséquences physiques de cet accident incluent :

- La mort de 42 intervenants d'urgence des suites d'irradiation dans les semaines suivant l'accident (UNOCHA, 2001)
- L'exposition à des radiations élevées de 600 000 « liquidateurs » civils ou militaires, impliqués dans la décontamination d'urgence du réacteur et de ses environs, et la construction « du sarcophage » temporaire qui couvre le réacteur.
- La contamination radioactive d'environ 3 000 km² par le Cesium 137, émetteur gamma de 30 ans de demi-période, à des niveaux justifiant l'évacuation des populations sur le long terme.
- Une épidémie encore en croissance de cancers de la thyroïde parmi les populations qui ont avalé ou inhalé de l'iode radioactif.
- D'autres cancers imputables à la radioactivité mais indétectables au sein d'une multitude d'autres causes de cancers. Une analyse théorique récente, fondée sur des estimations coefficients de doses et de risques issus des observations faites sur les survivants d'Hiroshima et de Nagasaki, donne les résultats suivants : 4 000 décès par cancer supplémentaires parmi les 600 000 liquidateurs de Tchernobyl, 5 000 parmi les 6 millions de personnes vivant dans la zone de contamination (au dessus de 37 béquerels/m² de cesium 137) et environ 7 000 parmi les 500 millions de personnes du reste de l'Europe qui ont été soumis à de plus faibles doses.

Le nombre total de décès par cancer au cours de l'espérance de vie de la population exposée est estimée en 2006 dans une fourchette de 6 700 à 38 000 avec un intervalle de confiance supérieur à 95 % (Cardis et al, 2006).

Rapportés à l'énergie produite depuis l'origine jusqu'en 2008, 16 000 décès (le milieu de la fourchette) correspondent à une intensité de deux décès par cancer et par GW. an (8 700 GWh), (ce qui apparaît comme plutôt modeste par rapport aux décès entraînés par la pollution de l'air des centrales à charbon).

Ce sont peut-être les dégâts psychologiques et sociaux de Tchernobyl qui atteignent environ 200 000 personnes définitivement évacuées et des millions d'autres qui vivent dans la crainte des conséquences à long terme, qui constituent la plus grave nuisance de cet accident (UNCAER, 2000, Appendice JIII B1V.D).

L'estimation du coût économique de l'accident de Tchernobyl se situe entre 6,7 G\$ (Sovacool, 2008b) et 235 G\$ pour le gouvernement de Biélorussie, 148 G\$ pour celui d'Ukraine. En Biélorussie, les dépenses liées à Tchernobyl s'élevaient à 20 % du budget national en 1992 et sont tombées à 5 % en 2001. Ces dépenses ont été couvertes en partie par une taxe de 18 % qui pesait sur tous les salaires (hors agriculture) en 1994 (UNDP, 2002, section 5.04ff). Les coûts associés aux déplacements de population et aux pertes d'actifs ont été estimés à plusieurs centaines de millions de dollars (Beyea et al, 2004).

Dans le cas de Three miles Island comme dans celui de Tchernobyl, c'est l'incompréhension de ce qui arrivait par les opérateurs qui semble le point principal. Depuis cette époque, l'entraînement des opérateurs s'est beaucoup amélioré avec l'aide systématique de simulateurs. La culture de la sûreté a progressé ainsi que la conception des réacteurs. Conséquence : la probabilité théorique d'un accident majeur (avec fusion du cœur) a régressé significativement. 100 GW. an ont été produits avant Tchernobyl et 8 500 depuis, sans accident majeur. Pourtant, un incident comme celui qui est intervenu à la centrale de Davis Besse (Ohio, USA) en 2002, au cours duquel de l'acide borique manquant n'a pas été repéré avant d'avoir atteint le circuit sous pression du réacteur, montre bien que la sûreté nucléaire suppose une vigilance constante (US GAO, 2004).

Un effort considérable sera également nécessaire pour s'assurer que les pays qui accèdent au nucléaire civil ou qui augmentent rapidement leur capacité nucléaire mettent en place les mesures de sûreté indispensables, y compris une très forte culture de sûreté et une instance indépendante de régulation et d'expertise de sûreté.

Si l'on considère les étapes qui ont marqué ces dernières décades dans l'amélioration de la sûreté, la probabilité d'une contamination fortuite importante peut être plus faible que celle associée à des actes de malveillance ou de terrorisme.

Dans de nombreux cas, les mesures de sécurité et de sûreté sont complémentaires. La vérification que la redondance d'un contrôle commande reste assurée en cas de feu ou d'explosion est évidemment importante à la fois pour la sûreté et la sécurité. Mais la protection contre le terrorisme suppose des mesures spécifiques pour s'assurer que les sites sont protégés contre des attaques de petits groupes, par terre ou par air. On est loin aujourd'hui d'accorder la même attention à ces questions qu'aux questions de sûreté.

Chernobyl Radiation Killed Nearly One Million People: New Book

NEW YORK, New York, April 26, 2010 (ENS) - Nearly one million people around the world died from exposure to radiation released by the 1986 nuclear disaster at the Chernobyl reactor, finds a new book from the New York Academy of Sciences published today on the 24th anniversary of the meltdown at the Soviet facility.

The book, « Chernobyl: Consequences of the Catastrophe for People and the Environment, » was compiled by authors Alexey Yablokov of the Center for Russian Environmental Policy in Moscow, and Vassily Nesterenko and Alexey Nesterenko of the Institute of Radiation Safety, in Minsk, Belarus.

The authors examined more than 5,000 published articles and studies, most written in Slavic languages and never before available in English.

The authors said, « For the past 23 years, it has been clear that there is a danger greater than nuclear weapons concealed within nuclear power. Emissions from this one reactor exceeded a hundred-fold the radioactive contamination of the bombs dropped on Hiroshima and Nagasaki. »

« No citizen of any country can be assured that he or she can be protected from radioactive contamination. One nuclear reactor can pollute half the globe, » they said. « Chernobyl fallout covers the entire Northern Hemisphere. »

The Chernobyl nuclear reactor was destroyed by an explosion and fire April 26, 1986. (Photo issued by Soviet authorities)

Their findings are in contrast to estimates by the World Health Organization and the International Atomic Energy Agency that initially said only 31 people had died among the « liquidators, » those approximately 830,000 people who were in charge of extinguishing the fire at the Chernobyl reactor and deactivation and cleanup of the site.

The book finds that by 2005, between 112,000 and 125,000 liquidators had died.

« On this 24th anniversary of the Chernobyl disaster, we now realize that the consequences were far worse than many researchers had believed, » says Janette Sherman, MD, the physician and toxicologist who edited the book.

Drawing upon extensive data, the authors estimate the number of deaths worldwide due to Chernobyl fallout from 1986 through 2004 was 985,000, a number that has since increased.

By contrast, WHO and the IAEA estimated 9,000 deaths and some 200,000 people sickened in 2005.

On April 26, 1986, two explosions occurred at reactor number four at the Chernobyl plant which tore the top from the reactor and its building and exposed the reactor core. The resulting fire sent a plume of radioactive fallout into the atmosphere and over large parts of the western Soviet Union, Europe and across the Northern Hemisphere. Large areas in Ukraine, Belarus, and Russia had to be evacuated.

Yablokov and his co-authors find that radioactive emissions from the stricken reactor, once believed to be 50 million curies, may have been as great as 10 billion curies, or 200 times greater than the initial estimate, and hundreds of times larger than the fallout from the atomic bombs dropped on Hiroshima and Nagasaki.

Nations outside the former Soviet Union received high doses of radioactive fallout, most notably Norway, Sweden, Finland, Yugoslavia, Bulgaria, Austria, Romania, Greece, and parts of the United Kingdom and Germany.

Disabled children from Belarus visiting the UK during Easter 2010 sponsored by the charity Medicine Chernobyl Belarus Special Aid Group. (Photo by Matthew and Heather)

About 550 million Europeans, and 150 to 230 million others in the Northern Hemisphere received notable contamination. Fallout reached the United States and Canada nine days after the disaster.

The proportion of children considered healthy born to irradiated parents in Belarus, the Ukraine, and European Russia considered healthy fell from about 80 percent to less than 20 percent since 1986.

Numerous reports reviewed for this book document elevated disease rates in the Chernobyl area. These include increased fetal and infant deaths, birth defects, and diseases of the respiratory, digestive, musculoskeletal, nervous, endocrine, reproductive, hematological, urological, cardiovascular, genetic, immune, and other systems, as well as cancers and non-cancerous tumors.

In addition to adverse effects in humans, numerous other species have been contaminated, based upon studies of livestock, voles, birds, fish, plants, trees, bacteria, viruses, and other species.

Foods produced in highly contaminated areas in the former Soviet Union were shipped, and consumed worldwide, affecting persons in many other nations. Some, but not all, contamination was detected and contaminated foods not shipped.

The authors warn that the soil, foliage, and water in highly contaminated areas still contain substantial levels of radioactive chemicals, and will continue to harm humans for decades to come.

The book explores effects of Chernobyl fallout that arrived above the United States nine days after the disaster. Fallout entered the U.S. environment and food chain through rainfall. Levels of iodine-131 in milk, for example, were seven to 28 times above normal in May and June 1986. The authors found that the highest U.S. radiation levels were recorded in the Pacific Northwest.

Americans also consumed contaminated food imported from nations affected by the disaster. Four years later, 25 percent of imported food was found to be still contaminated.

Little research on Chernobyl health effects in the United States has been conducted, the authors found, but one study by the Radiation and Public Health Project found that in the early 1990s, a few years after the meltdown, thyroid cancer in Connecticut children had nearly doubled.

This occurred at the same time that childhood thyroid cancer rates in the former Soviet Union were surging, as the thyroid gland is highly sensitive to radioactive iodine exposures.

The authors of the study say not enough attention has been paid to Eastern European research studies on the effects of Chernobyl at a time when corporations in several nations, including the United States, are attempting to build more nuclear reactors and to extend the years of operation of aging reactors.

The authors said in a statement, « Official discussions from the International Atomic Energy Agency and associated United Nations' agencies (e.g. the Chernobyl Forum reports) have largely downplayed or ignored many of the findings reported in the Eastern European scientific literature and consequently have erred by not including these assessments. »