

# Nucléaire: les risques ne justifient pas une interdiction a priori

Jean-François Dupont  
Ingénieur-physicien EPFL

Lundi 22 avril 2013



Crédit photo : DR Maret

Dans l'article précédent (10.04.2013), j'ai essayé de montrer que l'interdiction a priori n'était pas le bon moyen d'obtenir ce qu'une grande majorité d'entre nous souhaite vraiment, à savoir la sécurité. L'idée était aussi d'aider le profane, pour qui il est presque impossible de s'en sortir avec tous les avis contradictoires dont il est bombardé, à trier les informations pertinentes. Les propositions politiques demandant la sécurité, voire plus de sécurité, doivent être écoutées avec attention. Par contre les propositions radicales d'interdiction à tout prix sont aussi peu rationnelles que les bûchers du moyen-âge pour régler le sort de certains citoyens et de certains livres. D'accord direz-vous, mais quand même: les accidents de réacteurs et les déchets ne présentent-ils pas des risques d'une telle ampleur qu'une interdiction se justifie ? Il vaut la peine de regarder lucidement la nature de ces risques et de les mettre en perspective : ils ne sont pas d'un ordre de grandeur fondamentalement supérieur à d'autres risques de la civilisation, au contraire. La société prendrait de plus grands risques à se priver du nucléaire qu'à l'utiliser de manière intelligente.

## **Préambule: le nucléaire présente-t-il au moins des avantages utiles ?**

C'est la première question à se poser, parce qu'aucun risque ne mérite d'être pris s'il est inutile. L'intérêt du nucléaire réside dans le fait qu'il permet de faire beaucoup d'énergie avec très peu de matière et très peu d'impact sur l'environnement. La fission d'1 g d'Uranium dégage autant d'énergie que la combustion d'env. 1.5 t de pétrole. De plus les débris de la fission (on dit dans le jargon les produits de fission) sont certes des déchets de haute activité, mais ils sont concentrés et confinés. Sauf accident, ils ne rentrent pas en contact avec la biosphère. La fission se déroule derrière plusieurs barrières étanches. Par contre la combustion de 1.5 t ne se déroule pas à l'abri de l'atmosphère, elle a besoin de consommer 3t d'oxygène de l'air et le produit de la combustion, env. 4.5 t de CO<sub>2</sub>, est intégralement rejeté dans l'atmosphère. Et s'ajoutent des gaz polluants et toxiques, produits indirects de la combustion : CO, NO<sub>x</sub>, benzopyrènes, etc ... La fission applique le principe C+C (concentrer + confiner) alors que la combustion ne peut faire que du D+D (diluer + disperser) même s'il y a espoir de séquestrer un jour le CO<sub>2</sub>.

Cette caractéristique de la fission nucléaire se traduit par des avantages de coûts, de disponibilité (ressources importantes et facilité de stockage) et – paradoxe – de faible impact sur l'environnement. Or on sait que le grand dilemme de l'énergie aujourd'hui est que nous sommes confrontés à deux exigences contradictoires :

- 1) il faut plus d'énergie pour maintenir ou développer le niveau de vie de tous et
- 2) il faut diminuer la consommation de l'énergie pour en réduire les impacts sur l'environnement.

On sait aussi que les impacts sur l'environnement sont principalement le fait des agents fossiles gaz, mazout et charbon. Nous ne disposons que de trois voies pour réduire leurs nuisances : 1) l'efficacité énergétique d'un côté et leur remplacement par des énergies propres, soit 2) les énergies renouvelables et 3) le nucléaire. Réduire notre dépendance à l'égard des agents fossiles est très difficile et prendra du temps. Ce sera probablement impossible encore longtemps avec l'efficacité et les renouvelables seuls, sans la contribution du nucléaire. L'Allemagne fait figure de (mauvais) exemple : sa dépendance vis-à-vis du charbon et du gaz augmente.

C'est le citoyen consommateur qui est directement concerné. C'est lui qui souffrira en cas de pénurie ou de forte hausse des prix ou encore d'atteintes graves à l'environnement et au paysage. Ce ne sont pas les producteurs d'électricité qui seront touchés.

## **La nature du risque nucléaire**

Le risque nucléaire est lié aux matières radioactives que génère le processus de fission. Le risque est que ces matières s'échappent des enceintes étanches dans lesquelles ils doivent rester confinés et contaminent la biosphère. Enfermés ils restent inoffensifs. Par quels mécanismes pourraient-ils s'échapper ? C'est le but des analyses de risque de les identifier et de prévoir les parades et les contre-mesures. Le risque est à maîtriser à deux étapes distinctes du processus : au niveau du réacteur et au niveau des déchets extraits des réacteurs et du combustible.

Au niveau du réacteur il y a deux mécanismes de base qui peuvent menacer le bon confinement des substances radioactives : 1) l'accident de réactivité et 2) la défaillance du refroidissement.

Le 1<sup>er</sup> mécanisme est celui qui a provoqué la catastrophe de Tchernobyl : le réacteur pouvait devenir instable dans un certain régime où il a été conduit au cours d'une expérience mal conçue et mal gérée. L'instabilité de la réaction en chaîne a fait monter brusquement la puissance. Le dégagement d'énergie n'était pas celui d'une bombe à proprement dite (il faudrait du combustible de qualité militaire pour cela), c'était plutôt un pétard mouillé. Il n'y a pas eu les effets destructeurs massifs de la bombe nucléaire avec le flash de radiation, l'onde de choc et l'onde de chaleur. Mais la secousse a suffi pour détruire l'intégrité mécanique des barrières de métal et de béton. Le cœur du réacteur s'est trouvé à nu sous le ciel, le graphite que contenait ce type de réacteur s'est mis à brûler libérant haut dans l'atmosphère (colonne thermique ascendante) une bonne partie des produits radioactifs qui ont pu parcourir des milliers de km. Ce mécanisme de libération de la radioactivité par l'instabilité de la réaction en chaîne était propre aux réacteurs russes du type RBMK utilisés à Tchernobyl. Ce type d'évènement est simplement impossible avec les réacteurs occidentaux.

Le 2<sup>e</sup> mécanisme, la défaillance du refroidissement, est lié à la chaleur par dégagée les produits radioactifs formés et accumulés dans le combustible au cours du processus de fission. Cette chaleur représente environ 7 % de la puissance thermique du réacteur, elle ne s'arrête pas avec l'insertion des barres de contrôle qui éteignent la réaction en chaîne. Si cette chaleur n'est pas évacuée, le réacteur va surchauffer et détériorer les barrières de rétention de la radioactivité qui va pouvoir s'échapper et contaminer les environs. La destruction des barrières n'est pas totale : à la centrale de Three Miles Island (Harrisburg, USA 1978) une partie du cœur a fondu mais la contamination externe a été très limitée (et due à une erreur de manipulation de l'eau d'un puisard). Par contre à Fukushima la perte totale des diesels de secours et des pompes de refroidissement par le tsunami a conduit à des dégâts des circuits et à une contamination importante de la région.

Au niveau des déchets, on a aussi un principe de barrières multiples pour empêcher la libération des matières radioactives, avec des emballages étanches en couches successives : matrice de verre, acier, béton. De plus ces barrières sont inertes et il n'y a pas les processus du réacteur (réaction en chaîne ou chaleur résiduelle du

combustible) pour déclencher une libération rapide, voire brutale. Par analogie : la sécurité d'un réacteur peut se comparer à celle d'un avion en vol dont il s'agit d'éviter un crash brutal. La sécurité des déchets est celle d'un avion déjà posé, donc plus simple. Par contre les déchets seront toxiques longtemps et le mécanisme à craindre serait soit une dégradation de l'intégrité des colis par négligence dans le cas d'un dépôt de surface (mal) surveillé ou un lent retour des matières radioactives par corrosion et transport par des eaux souterraines, même à des vitesses du cm par an.

Donc la nature du risque est essentiellement celle d'une contamination rapide (accident de réacteur) ou lente (déchets mal gérés). En comparaison le risque de libération brutale de l'énergie contenue dans une installation (énergie hydraulique, chimique ou nucléaire) a un potentiel beaucoup plus destructeur.

### **Les risques d'accidents de réacteurs ne sont pas une bonne raison d'interdire *a priori* le nucléaire.**

L'argumentation en faveur de l'interdiction est essentiellement basée sur l'affirmation que les accidents « graves » ou « majeurs » sont peu probables, mais que les conséquences seraient pratiquement sans limites. Le terme qui revient souvent dans le vocabulaire des détracteurs est que ces conséquences ne peuvent être « appréhendées » : « unüberschaubar » disent les germanophones.

C'est une perception – entretenue – qui ne correspond pas à la réalité : d'une part même l'accident de Tchernobyl, le plus grave en terme de quantité de radioactivité libérée n'a pas conduit à un nombre de victimes qui soit d'un autre ordre de grandeur en comparaison avec d'autres catastrophes techniques ou naturelles. Cela est dû au fait qu'en cas de contamination, même importante, il faut rester des jours, voire des semaines dans une zone contaminée avant d'accumuler une dose significative. On a largement le temps d'évacuer des gens en bonne santé avec une dose faible d'irradiation individuelle. Dans le cas d'une rupture de barrage, le temps de sauver les populations est de quelques minutes : on évacue des morts dont les habitations sont détruites. D'après les études très sérieuses menées sur les conséquences sanitaires on observe que les victimes se trouvent principalement chez les liquidateurs et chez les jeunes gens ayant absorbé du iode radioactif (cancers de la thyroïde). Avec une meilleure gestion de la radioprotection des travailleurs et une bonne prévention auprès de la population (rester dans des locaux fermés les premières heures avant l'évacuation et absorber des pastilles d'iode non radioactif pour saturer la thyroïde), la plupart de ces victimes auraient pu être évitées. Mais surtout, avec un réacteur dont la réaction en chaîne ne peut pas devenir instable et doté d'un solide confinement extérieur en béton et en acier, ce niveau de contamination n'aurait pas été possible.

Le cas de Fukushima est d'un côté plus grave parce que c'est un réacteur « occidental » et qu'il est allé trop loin. Il n'y a pas l'excuse de la gestion communiste des affaires. D'un autre côté il est moins grave parce que l'inventaire libéré de radioactivité est de 1 à deux ordres de grandeur inférieur. Les études les plus sérieuses montrent qu'il n'y a pas, et selon toute probabilité qu'il n'y aura même à terme pas de victimes des radiations, ni dans la population, ni dans le personnel de la centrale. Mais surtout, les réacteurs de Fukushima auraient dû, outre être construits 20 m plus haut, être équipés 1) de diesel de secours et de systèmes de refroidissement bunkérisés (protégés d'un tsunami possible), 2) de filtres pour retenir la radioactivité lors des relâchement de vapeurs effectués pour éviter des dégâts de surpression, 3) des recombineurs d'hydrogène à catalyse pour éviter les explosions d'hydrogène et 4) d'un véritable confinement extérieur de béton et d'acier au lieu d'un toit en bardage de tôles qui ont volé en éclat avec les explosions d'hydrogène. Ces équipements ont été ajoutés dans les années 80 à la plupart des réacteurs occidentaux, suite aux enseignements tirés de l'accident de Three Miles Island. On savait qu'une dégradation du refroidissement d'un réacteur après arrêt est le risque principal. Les mesures de sécurité sont basées sur le principe de systèmes multiples et redondant qui « pardonnent » les défaillances. Par exemple l'alimentation électrique doit disposer non seulement de diesels de secours, mais aussi de batteries, chaque élément étant en surnombre. L'exploitant de Fukushima et l'autorité de sécurité japonaise savaient qu'ils auraient dû consentir à ces rééquipements, mais ils les ont refusés. Ces dispositifs auraient considérablement réduit, voire évité la contamination.

On peut donc admettre que, si le pire se passe dans une centrale nucléaire bien sécurisée, la contamination radioactive extérieure, serait bien inférieure à celle de Fukushima, en niveau de radiation et en surface de contamination. Pas de victimes, une zone à évacuer limitée à quelques kilomètres et décontaminable. Donc non seulement une très faible probabilité, mais aussi une ampleur potentielle des dégâts limitée. Il n'y a pas de quoi interdire *a priori* cette technologie.

Le lecteur intéressé à regarder de plus près ces questions de sécurité ainsi que d'autres grandes critiques faites à l'égard du nucléaire peut consulter la note en [annexe 1](#).

## **La gestion des déchets radioactifs n'est pas non plus une bonne raison de refuser *a priori* le nucléaire**

Deux éléments expliquent probablement la crainte très vive liée aux déchets radioactifs :

1) on entend dire régulièrement dans les médias qu'il n'y a « pas de solution » pour les déchets nucléaires

2) la gestion de déchets toxiques pour plusieurs milliers d'années paraît extrêmement hasardeuse, et surtout « sans équivalent » dans l'histoire de l'humanité.

Ces deux éléments font faux : ils sont la conséquence d'une certaine diabolisation de cette énergie, mais ne résistent pas à l'analyse. manque d'information sérieuse.

La solution existe et consiste à garantir une « séparation stricte de la biosphère ». Cette séparation s'effectue en trois étapes techniques simples, mais qui demandent une discipline méticuleuse et constante :

1) séquestrer tous les déchets générés à centrale et en amont comme en aval de la filière.

2) les emballer de manière étanche et supprimer (stabiliser) ce qui serait soluble ou volatile

3) s'assurer que les colis ni ne fuient, ni ne s'enfuient.

La 3<sup>e</sup> étape peut être assurée en principe par deux variantes : variante 1 la surveillance active par l'homme et variante 2 le dépôt en couches géologiques adéquates profondes. Le législateur a choisi la variante 2. La sécurité d'un dépôt géologique profond n'est pas basée sur l'idée que ce serait sûr parce que « tellement profond ». Non, on admet, par principe dans la sécurité nucléaire, que tout ce qui peut se passer de désagréable, se produit. On admet donc que tout va remonter dans la biosphère. Ce qu'on exige et vérifie, c'est que le retour soit plus lent que la décroissance de la radioactivité. La démonstration a pu être faite pour des géologies adéquates en Suisse.

On peut critiquer cette solution, mais la critiquer aurait déjà le grand mérite de reconnaître son existence. C'est incroyable qu'un ministre de l'énergie en charge 15 ans de ce dossier, Monsieur le Conseiller fédéral Moritz Leuenberger, ait pu régulièrement déclarer « le nucléaire ne va pas parce qu'il n'y a pas de solution pour les déchets ». En fait il jouait sur les mots. La solution existe, mais à l'état de projet. Toute réalisation a été refusée politiquement. Le problème est politique et pas technique. Mais ce qui est peut-être encore plus incroyable, ou du moins frustrant, c'est que ni la branche électrique, ni le monde académique, n'aie jamais eu l'honnêteté de démentir ces propos de Moritz Leuenberger.

Quant au reproche selon lequel la problématique serait sans précédent, il ne tient pas non plus. Ceux qui le prétendent oublient les déchets spéciaux. Ce sont les déchets des déchets, ce qui ne peut pas être incinéré, ou recyclé ou dilué, mais doit, comme les déchets radioactifs, être isolé de la biosphère.

La question des déchets spéciaux est même beaucoup plus difficile que celle des déchets radioactifs : Ils sont 100 fois plus abondants en volume et leur toxicité n'est pas longue, mais illimitée. Une première conséquence est que la solution du dépôt géologique profond ne s'applique pas : le temps de remontée dans la biosphère ne fait pas baisser la toxicité. Il n'y a que la surveillance active par l'homme qui s'applique.

Les déchets spéciaux existent depuis beaucoup plus longtemps que les déchets radioactifs, avec une conséquence : dans leur cas on n'a pas tout de suite été très discipliné dans leur isolement de la biosphère. Résultat : la Confédération recense 40'000 sites contaminés en Suisse, dont 4'000 voient leur contamination s'échapper hors du site par les eaux souterraines ( <http://www.bafu.admin.ch/altlasten/index.html?lang=fr> ). Appliquée aux déchets spéciaux, la gestion des déchets nucléaire aurait évité ces sites contaminés.

L'information est très difficile à faire passer sur ce sujet, bien que les évidences scientifiques soient là. Une anecdote récente en relation avec la RTS, qui diffuse le 14 mars 2013 une émission de CQFD intitulée la gestion des déchets, assez bonne dans l'ensemble en interviewant des spécialistes sérieux de la NAGRA. Mais la question "politique et sociale" essentielle est posée en fin d'émission à Marcos Buser, cet expert dissident qui avait démissionné avec fracas d'une commission de sécurité (voir article dans Les Observateurs). La question: "Est-ce la première fois dans l'histoire que l'humanité doit affronter un tel problème, la gestion de déchets toxiques à long terme". M. Buser répond fermement que oui, il n'y a pas d'exemple équivalent et n'évoque pas les déchets spéciaux. Comment expliquer aussi qu'un journaliste dans un grand service public n'ait pas les moyens, ou la volonté, de vérifier certaines affirmations qui ne correspondent pas à la réalité ? J'y vois même un peu de perversité. Pourquoi ne poser cette question qu'à M. Buser, connu pour son hostilité au nucléaire ? Pourquoi ne pas la poser à la Nagra, dont le directeur actuel a exercé dans le passé des responsabilités dans la gestion des déchets spéciaux ? il y a vraiment de quoi penser que le soutien à certaines opinions et la complaisance à l'égard de certains mouvements activistes l'emporte sur l'exigence de fournir des faits vérifiés aux auditeurs. J'ai envoyé un mail à l'émission avec la vraie réponse et des informations utiles sur les déchets spéciaux et les sites contaminés. Je suggère un correctif. Réponse du responsable de la RTS: à son avis la question est d'une "importance toute relative" et ne mérite pas de correctif. Moralité : il est déjà difficile de combattre l'ignorance, mais que faire contre la mauvaise foi ? Cerise sur le gâteau TSR : depuis sa diffusion, ce documentaire fait partie du dossier permanent « Découvertes / Energie nucléaire » qui peut être consulté en permanence sur le site rts.ch.

Le lecteur intéressé à regarder de plus près ces questions liées à la gestion des déchets nucléaire peut consulter la note en annexe 2.

## **L'information du citoyen est décisive**

En résumé, parce qu'un réacteur, pour des raisons physiques, ne peut pas exploser comme une bombe nucléaire, un accident de réacteur ne peut pas avoir les effets destructeurs de catastrophes techniques ou naturelles qui mettent en jeu une libération brutale d'énergie, comme dans le cas de ruptures de barrages, d'explosions chimiques ou d'éruption de volcans.

Un grave accident nucléaire se limite au fond à un accident de contamination, en quelque sorte à un Seveso ou un Bhopal nucléaire. Un élément rassurant est que même dans les deux cas extrêmes de l'histoire du nucléaire, il est très difficile de faire des victimes en grand nombre avec une contamination radioactive. Tchernobyl a fait moins de victimes que Bhopal. Et personne n'a demandé la sortie de la chimie en Suisse suite à Bhopal. Mais surtout, le relâchement maximal de radioactivité de Tchernobyl peut être exclu avec un réacteur dont la réaction en chaîne est auto-stable, ce qui est le cas des réacteurs occidentaux. Fukushima n'a à ce jour pas fait de victime, et selon tout vraisemblance n'en fera pas non plus à terme par la radioactivité. Ce qui est aussi rassurant : la plupart des réacteurs occidentaux sont mieux sécurisés que ceux de Fukushima et que même des graves accidents ne pourraient pas conduire à des niveaux de contamination aussi élevés et étendus.

Le tsunami a fait 20'000 morts au Japon dans la région de Sendai et complètement détruit des villes et villages. Le charbon et l'hydraulique fait entre 10'000 et 20'000 victimes par an dans le monde, plus particulièrement en Chine. Pour comparer avec les cas de contaminations, à faible dose mais sur de grandes populations: celle de l'air par les polluants de la combustion du gaz, du mazout et du charbon est une contamination chronique due au processus normal de la combustion contamination. Elle n'est pas accidentelle. Les conséquences sont selon l'OMS :

1. 250'000 décès prématurés par an dans l'UE
2. 1.6 millions de décès prématurés par an dans le 1/3 monde par les fumées des « foyers ouverts » (cuisson et chauffage au bois)

Mais c'est le nucléaire que certains pays et certains mouvements politiques veulent interdire *a priori*.

Est-ce cohérent ? N'est-on pas dans une histoire de paille et de poutre ?

Le citoyen n'a pas la tâche facile. Il devra décider du destin du nucléaire par votation populaire. Mais on lui fournit peu d'information qui corresponde à la réalité scientifique.

Quelques conseils : soyez très critiques par rapport aux informations que vous recevez. Posez-vous sérieusement la question : comment souhaitez que votre sécurité soit assurée. Donnez la préférence à ceux qui



- Vous proposent la sécurité, ou son amélioration, plutôt que la disparition du nucléaire
- Vous informent et vous expliquent ce que sont les réalités
- Ne vous imposent pas leur opinion sur ce qui est bon ou mauvais.
- Vous proposent d'ajouter les bonnes solutions énergétiques (efficacité, renouvelables, nucléaires) plutôt que de les jouer les uns contre les autres

Le choix n'est pas entre un refus de principe ou une acceptation irréfléchie de l'énergie nucléaire. Le nucléaire ne doit être ni diabolisé, ni sacralisé. La voie médiane existe. C'est celle d'une utilisation prudente, qui tire parti de ses avantages, écologiques notamment, sans concession à la sécurité. Le vrai choix est entre la fuite devant les risques ou la recherche de leur maîtrise. C'est un choix de civilisation dont l'énergie nucléaire n'est qu'un des chapitres.

Jean-François Dupont

Pour ceux que cela intéresse, en annexe deux notes de synthèse essaient de donner une information équilibrée, vulgarisée et respectueuse des réalités scientifiques.

**Annexe 1 :** « Energie nucléaire: des réponses brèves aux grandes objections »  
<https://clubenergie2051.files.wordpress.com/2017/03/annexe-1-nucl3a9aire-rc3a9ponses-brc3a8ves-aux-grandes-objections-jfd-21-04-2013-2.docx>

**Annexe 2 :** « Les déchets radioactifs : une raison pour s'opposer au nucléaire ? »  
<https://clubenergie2051.files.wordpress.com/2017/03/annexe-2-nucl3a9aire-les-dc3a9chets-ne-sont-pas-une-raison-dinterdire-le-nucl3a9aire-jfd-21-04-2013.docx>

