

Débat national sur la transition énergétique

**Prise en compte économique des risques nucléaires**

Note au sous groupe scénarios du groupe d'expertise

**Benjamin Dessus**

17 mars 2013



[www.global-chance.org](http://www.global-chance.org)

## Débat national sur la transition énergétique

### Prise en compte économique des risques nucléaires

Note au sous groupe scénarios du groupe d'expertise.

La question des risques associés à l'énergie nucléaire comporte plusieurs aspects :

- L'aspect éthique.
- Les aspects économique financiers d'une panne générique sur les réacteurs existants
- Les aspects économiques et financiers d'un éventuel accident.

#### 1- L'aspect éthique.

Les trois principaux risques du nucléaire, le risque d'accident majeur, les risques engendrés par les matières nucléaires non utilisées et les risques de prolifération, qui présentent tous des caractères très singuliers par rapport à ceux des autres filières de production d'électricité, présentent également tous, indépendamment des questions économiques et financières, une forte composante éthique :

- Les citoyens sont-ils prêts à envisager l'éventualité sur le territoire français d'un accident majeur du type Fukushima, même si cette éventualité est présentée comme très faible ?
- Sont-ils disposés à accepter les risques qu'entraîne l'aval du cycle nucléaire tel qu'il est actuellement conçu en France, avec le retraitement, la production de stocks de plutonium inutilisé et de MOX irradié, le projet de stockage géologique définitif des déchets de haute et moyenne activité et à vie longue et les dépôts de déchets à plus faible activité ?
- Sont-ils prêts à accepter les risques de prolifération qu'engendre le cycle nucléaire caractérisé en France par le retraitement, avec les conséquences qu'il entraîne en termes de prolifération.

#### 2- Les aspects économiques et financiers hors accident.

Dans notre pays doté d'un parc de 58 réacteurs construit par paliers (34 tranches de 900 MW 20 tranches de 1300 MW, 4 tranches de 1450 MW) qui produit plus de 75% de l'électricité nationale, il faut envisager les conséquences d'une panne ou d'un défaut générique qui pourrait conduire à arrêter provisoirement ou définitivement une part importante du parc. Cette question se pose tout particulièrement dans le cas d'une prolongation de la durée de vie du parc au delà de la troisième visite décennale qui, au delà des investissements indispensables de mise aux normes post Fukushima, entraîne des investissements importants de jouvence pour atteindre des durées de vie de 40, voire 50 ou 60 ans comme cela est parfois envisagé.

Comme une partie des installations ne peut pas bénéficier de ces opérations de jouvence (en particulier, mais pas seulement la cuve), les risques de défaillance augmentent avec le temps. On en trouve un exemple dans le propos suivant de l'IRSN:

*« L'IRSN en conclut qu'à VD3<sup>1</sup> + 5 ans, le risque de rupture brutale n'est pas exclu pour les cuves des réacteurs de Dampierre 4, Cruas 1, Cruas 2, Saint-Laurent B1 et Chinon B2 en cas de situations incidentelles et accidentelles (transitoires de petite brèche primaire 2'' et 3'', RTE et accident de perte de réfrigérant primaire). Les marges à la rupture sont également insuffisantes à VD3 + 5 ans pour les cuves de Saint-Laurent B1 et de Bugey 5 qui sont affectées de défauts ».*

Dans un tel cas et malgré des investissements lourds de réhabilitation de l'ensemble de ses centrales, l'exploitant peut être contraint à en fermer une partie. Cette fermeture « anticipée » entraîne deux types de coûts

- un coût d'amortissement des travaux de jouvence sans contrepartie de vente d'une production d'électricité,
- la nécessité de mise en route de moyens alternatifs nationaux ou d'achat sur le marché européen des quantités d'électricité nécessaires.

---

<sup>1</sup> VD3 : troisième visite décennale

### **Exemple illustratif :**

10 tranches ayant bénéficié chacune de 1 milliard € de travaux destinés à prolonger leur durée de vie de 30 à 50 ans et arrêtées sur recommandation de l'ASN à 35 ans.

Le loyer économique annuel de l'investissement total réalisé est de l'ordre de 1 milliard € par an sur 20 ans (expliquer).

La perte de production peut être estimée à  $10 \times 900 \times 8000$  h (le 8000 h me paraît élevé) = 72 TWh par an. Il faut alors produire ou acheter à l'étranger cette quantité d'électricité. Si on admet un prix moyen de 70 € par MWh, la facture annuelle s'élève à  $72 \times 70 \times 1000 = 5$  G€ par an.

Le coût d'une telle panne générique peut donc être estimé à 6 milliard €/an, à imputer sur une consommation d'électricité de l'ordre de 500 TWh, soit un surcoût de l'ordre de **11 €** par MWh. Si ce défaut générique conduisait à l'arrêt de tous les réacteurs de 900 MW (34), le surcoût atteindrait de l'ordre 40 € par MWh.

Les conséquences financières d'une défaillance générique sur le parc ancien sont donc très importantes. La question de la probabilité d'occurrence d'une telle défaillance au cours de la durée de prolongation du parc reste ouverte.

### **3- Les aspects économiques et financiers d'un accident.**

L'internalisation des coûts d'un accident majeur fait l'objet d'estimations depuis une vingtaine d'années sur la base d'une évaluation des dégâts potentiels et d'une estimation de la probabilité d'accidents. C'est sur cette base qu'a été conduite l'étude Externe E qui a longtemps servi de référence dans le domaine<sup>2</sup>. Ces études conduisent à des coûts externes d'accident par MWh très bas de l'ordre de 0,1 €/MWh

#### **Externe E**

Les principaux paramètres retenus par l'étude externe E pour les accidents sont les suivants .

- Probabilité d'accident avec fusion du cœur = 5/100 000 par réacteur et par an.
- Probabilité maximale d'échappement de la radioactivité de 10% du cœur (une irradiation totale de 300 000 hommes.-sieverts, contre 580 000 pour Tchernobyl) vers l'extérieur : 20%.

On en déduit une probabilité d'échappement de la radioactivité de 10% du cœur à 1/100 000 ( $10^{-5}$ ) par réacteur et par an.

Coûts pris en compte :

Seuls les coûts de dommages sur la santé, la valeur des terres et les pertes de produits agricoles sont prises en compte.

Sur ces bases le coût d'accident majeur était évalué à 83 G€ et le coût rapporté au MWh de **0,1 €/MWh**, une valeur tout à fait négligeable de l'ordre de 2/1000 du coût de production et 5% de l'ensemble des coûts externes attribués au nucléaire par Externe E.

#### **3-1 Les évaluations du coût d'un accident majeur**

Ces évaluations ont été remises en cause dans la période récente par plusieurs études. Une étude allemande de 2011, menée par le Versicherungsforen Leipzig évaluait à **6 100 milliards d'euros** le coût d'un accident majeur en Allemagne. Dans une évaluation de 2007, l'IRSN indique qu'un accident de type Fukushima ou Tchernobyl peut avoir un coût allant **jusqu'à 6 000 Md€**. Une autre évaluation de l'IRSN, citée dans le rapport de la Cour des Comptes de janvier 2012 sur les coûts de la filière électronucléaire avançait la fourchette **de 600 à 1 000 milliards** d'euros pour un médian accident majeur. Plus récemment, l'IRSN a publié le 6 février 2013 un coût de **430 milliards d'euros** pour le même type d'accident. Ces évaluations, qui prennent en compte, en plus des effets sur la santé et des pertes de production agricole, les coûts de démantèlement, les coûts d'électricité non produite et une série de coûts économiques engendrés par l'accident, se situent dans un rapport **6 à 80** par

<sup>2</sup> Externalities of Energy Volume 5 Nuclear Commission Européenne 1995

rapport aux estimations initiales d' Externe E.

### 3-2- Les risques d'occurrence d'un accident majeur.

L'évaluation des probabilités d'accident majeur qui a servi de base à l'étude Externe E, au maximum de  $10^{-5}$  par réacteur.an, est 10 fois supérieure à celle affichée comme objectif pour le parc français ( $10^{-6}$  par réacteur.an). Dans ces conditions, sur la base des dommages d'Externe E, l'externalité d'un accident devient totalement marginale.

Mais cette évaluation probabiliste, fondée sur l'analyse de scénarios accidentels a été fondamentalement remise en cause par la survenue de trois accidents de centrale, un grave, Three Mile Island, et deux majeurs , à Tchernobyl et à Fukushima. Alors que l'analyse probabiliste proposée jusqu'ici conduisait, sur la base de 14 000 réacteurs .an à une probabilité d'accident majeur de réacteurs de 0,014 la réalité constatée est de 4 accidents majeurs de réacteurs (1 à Tchernobyl et 3 à Fukushima) soit 280 fois plus que prévu.

Ce constat met évidemment en cause l'approche probabiliste retenue jusqu'ici.

A partir de ces deux constats il devient indispensable d'apporter un nouvel éclairage sur cette question.

Plusieurs propositions de prises en compte de ces nouveaux éléments existent.

La Cour des comptes a évalué le coût au MWh associé à la prise en compte d'un accident grave de 70 milliards sans l'assortir d'une probabilité. Elle propose d'évaluer le coût de la constitution *sur 40 ans* d'un fonds de provisionnement correspondant au coût d'un accident de type Three Mile Island . Elle conclut que la constitution d'un tel fonds selon ces hypothèses aboutit un coût par MWh de 1,41 €, soit une somme relativement faible par rapport au coût de production (2%).

Plus récemment une « proposition de résolution sur la prévention et l'anticipation d'une catastrophe nucléaire, après celle de Fukushima » a été présentée par un groupe de députés à l'Assemblée nationale. Elle consiste en la constitution en 10 ans d'un fonds de 600 milliards, valeur considérée comme centrale des valeurs de coût résultant des études IRSN, par apport annuel de 60 milliards € pendant 10 ans. La proposition insiste sur la nécessité de constitution rapide (10 ans) de ce fonds compte tenu de l'importance des risques. Le coût au MWh d'une telle mesure serait de 140€/MWh, nettement supérieure au coût actuel de production.

### 3-3- Constitution d'un Fonds dédié

Dans l'hypothèse de la constitution d'un fonds dédié d'une valeur déterminée, par exemple 430 milliards € comme le propose l'IRSN comme valeur médiane pour un accident majeur, deux paramètres sont à prendre en compte : la durée de constitution du fonds, période pendant laquelle le fonds ne peut que partiellement financer les dommages d'un accident, et le taux d'actualisation retenu. Le tableau ci-dessous donne les valeurs annuelles de cotisation nécessaire pour un taux d'actualisation réel de 3% (5% tenu compte de l'inflation) retenu par la Cour dans son rapport sur le coût du parc actuel.

**Tableau 1-Coût au MWh de la constitution d'un Fonds de 430 G€ selon la durée de constitution.**

| Hypothèses : - montant du fonds<br>- durée de constitution | 430 G€      |            |
|--|-------------|------------|
| 40 ans   | 5,60 G€/an  | 13,7 €/MWh |
| 20 ans   | 15,9 G€/an  | 38,8 €/MWh |
| 10 ans   | 37,59 G€/an | 90 €/MWh   |

Le dernier point concerne évidemment le risque d'occurrence d'un tel accident.

On peut estimer, les risques d'occurrence d'accident en France sur le parc actuel français de 58 réacteurs sur la base des 4 accidents majeurs de réacteurs qu'a connu le monde pour 14 000 années.réacteur,

On obtient les résultats suivants d'occurrence d'accidents majeurs selon la durée de vie du parc retenue :

**Tableau 2- Probabilités d'occurrence d'un accident majeur en France selon la durée de vie du parc et pour plusieurs hypothèses**

| <b>Parc 58 réacteurs<br/>durée de vie</b>           | <b>30 ans</b> | <b>40 ans</b> | <b>50 ans</b> |
|---|---------------|---------------|---------------|
| <b>Occurrence Externe<br/>E (10-5)</b>              | 0, 017        | 0,023         | 0,03          |
| <b>Occurrence officielle<br/>(10-6)</b>             | 0,0017        | 0,0023        | 0,003         |
| <b>Occurrence mondiale observée<br/>(0,28 10-3)</b> | 0,48          | 0,64          | 0,8           |

Si l'on associe les données de ces deux derniers tableaux et pour une durée de constitution du fonds de 20 ans on obtient les coûts suivants /MWh :

**Tableau 3- Coût au MWh de la constitution d'un fonds de 430 G€ en 20 ans destiné à couvrir les dépenses d'un accident majeur en France selon les hypothèses de probabilités d'accidents retenues et la durée de vie du parc.**

| <b>Parc 58 réacteurs durée de vie</b>               | <b>30 ans</b> | <b>40 ans</b> | <b>50 ans</b> |
|---|---------------|---------------|---------------|
| <b>Occurrence Externe E (10-5)</b>                  | 0,66 €/MWh    | 0,89 €/MWh    | 1,2 €/MWh     |
| <b>Occurrence officielle (10-6)</b>                 | 0,07 €/MWh    | 0,09 €/MWh    | 0,12 €/MWh    |
| <b>Occurrence mondiale observée<br/>(0,28 10-3)</b> | 18,6 €/MWh    | 24,8 €/MWh    | 31 €/MWh      |