

Les retombées sur le nucléaire du nouveau concept énergétique allemand

■ **Docteur-Ingénieur Hartmut LAUER**, vice-président de RWE Power, directeur du site nucléaire de Biblis (Allemagne)

Le Gouvernement Fédéral a, fin septembre 2010, adopté un concept énergétique global [réf.1], par lequel il détermine les lignes conductrices de sa stratégie jusqu'en 2050. Ses objectifs principaux sont efficacité énergétique et respect de l'environnement. Les énergies renouvelables (ENR) devraient assurer la majeure partie du "Mix énergétique" du futur et le nucléaire ne servirait que de "technologie de transition" (Brückentechnologie).

Dans le détail [réf.1] et fig. 1 :

- La part des ENR dans la consommation d'énergie primaire doit, d'ici 2050, atteindre 60 %,
- La part des ENR dans la production électrique doit même atteindre les 80 %,
- La consommation électrique doit, d'ici 2050, diminuer d'environ 25 % par rapport à 2008,
- La consommation d'énergie primaire doit, d'ici 2050, diminuer de 50 % par rapport à 2008,
- Les émissions de gaz à effet de serre doivent, d'ici 2050, diminuer de 80 à 95 % par rapport à 1990. Pour

cela le Gouvernement mise principalement sur l'attractivité des subventions à l'amélioration énergétique des bâtiments. La circulation routière est également concernée : d'ici 2020 le nombre de véhicules électriques doit atteindre le premier million et six millions d'ici 2030.

La part des ENR de 80 % de la production électrique en 2050 doit être atteinte par l'économie d'énergie et par des importations d'électricité de l'étranger. Cela conduit à une forte baisse de la production électrique, presque d'un facteur 2 d'ici 2050. Grâce à quoi un triplement des ENR suffirait pour augmenter leur part de 14 à 80 %. Si l'on se réfère à la production électrique de 2008, la part des ENR en 2050 devrait passer de 14 % à 45 %.

Le Gouvernement allemand mise notamment sur les parcs éoliens offshore mais aussi dans les prochaines années jusqu'à 2020 sur le photovoltaïque (actuellement en Allemagne le photovoltaïque installé représente 17 000 MW dont plus de 7000 MW sur la seule année 2010).

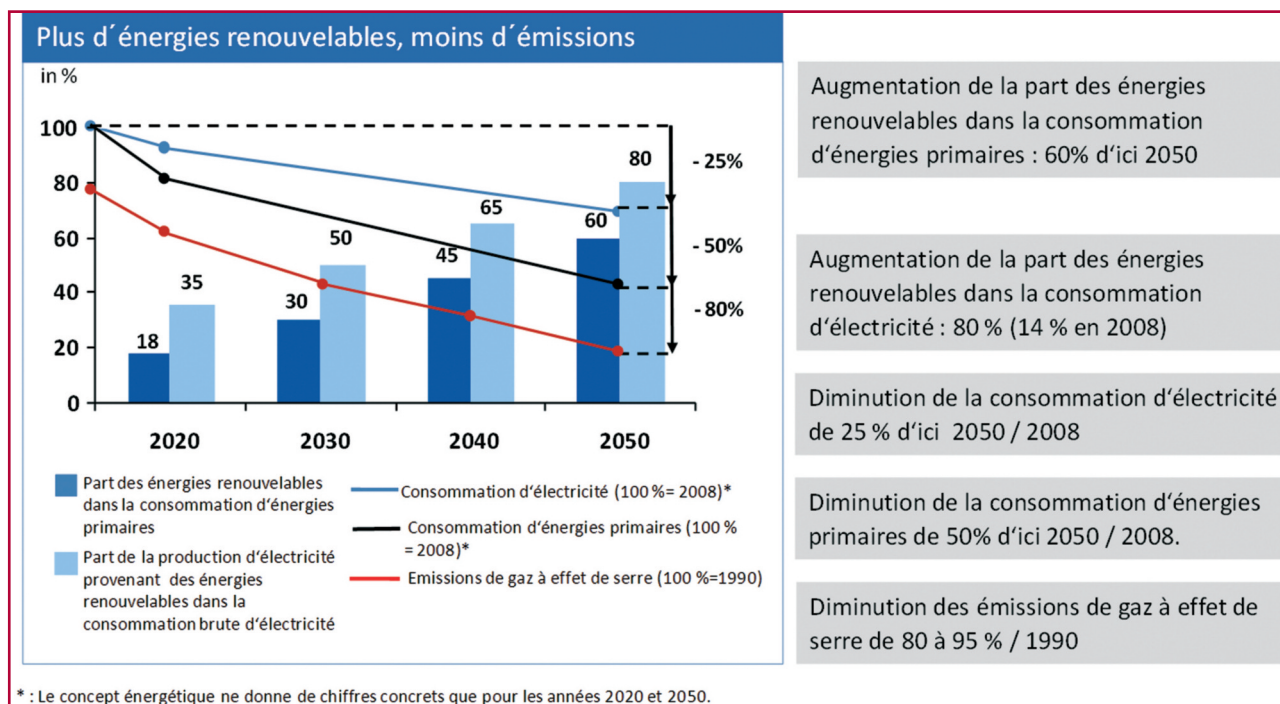


Fig. 1 – Le concept énergétique allemand impose des buts concrets au secteur de l'énergie

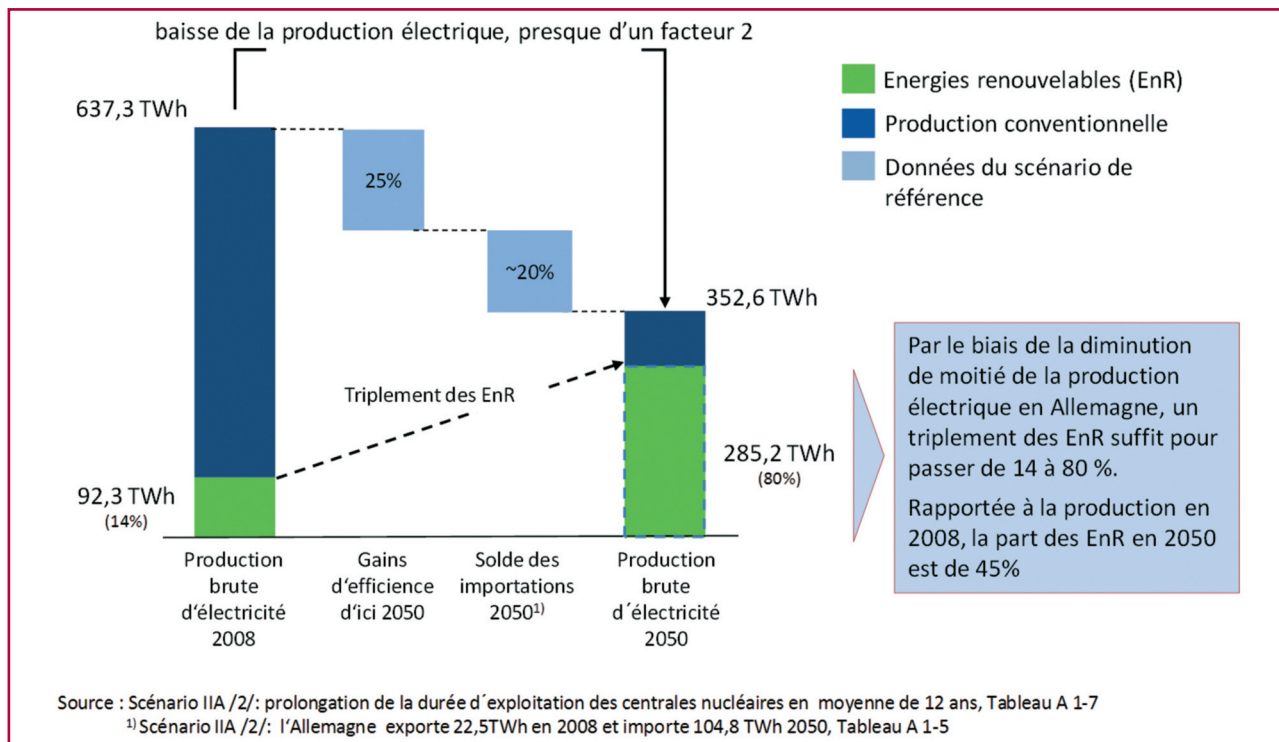


Fig. 2 – Exemple : comment évaluer le but de “80 % d’énergies renouvelables en 2050” ?

Différents scénarii ont été élaborés par des experts externes pour le Gouvernement Fédéral [2]. La fig. 2 illustre l'évolution de la production nationale d'électricité dans le cadre du scénario IIA (prolongation de la durée d'exploitation des 17 centrales nucléaires allemandes de 12 ans en moyenne). En 2008 la production électrique brute était de 637,3 TWh et le bilan export-import légèrement positif de 22 TWh (exportateur net d'électricité).

En 2050 on note une forte baisse de la production électrique nationale : la production brute est estimée à 352,6 TWh, dont 285,2 TWh produits par les ENR (80 % de la production totale). La demande d'électricité étant estimée à 459 TWh brut, le déficit national doit être compensé par un appel à l'importation pour 105 TWh (importation nette d'électricité), c'est-à-dire de plus de 20 % de la consommation nationale d'électricité.

La provenance des importations d'électricité n'est pas fixée dans le Concept énergétique mais elles doivent prioritairement émaner des énergies renouvelables disponibles en Europe. Le point de départ du modèle du Concept énergétique est un développement massif des ENR en Europe (principalement énergie éolienne en Europe du Nord et photovoltaïque en Europe du Sud). Toutefois l'importation de l'énergie solaire d'Afrique du Nord pourrait également jouer un rôle (Desertec par exemple). De cette augmentation massive des ENR résulterait une surproduction d'électricité en Europe. Dans le cadre d'un développement simultané des capacités de transport cela induirait une structure européenne de production à coût réduit, dont non seulement l'Allemagne mais aussi les autres pays européens profiteraient.

En même temps que le Concept énergétique fut développé un programme en 10 points, dont les mesures doivent être mises en place d'ici la fin 2011. Le catalogue

de mesures s'adresse en particulier aux obstacles au développement et à la mise au réseau des parcs éoliens offshore. L'élément central est un programme de crédit de 5 milliards d'€ pour les 10 premiers parcs “offshore”. De plus le programme comprend des mesures d'encouragement des capacités de stockage d'énergie, des règles relatives au “contracting” énergétique, afin de favoriser les économies d'énergie, la mise en place d'une plateforme de transparence sur le marché de gros de l'énergie et l'adoption de la loi CSC (capture et stockage du gaz carbonique). Finalement, ce programme des actions urgentes à mettre en œuvre d'ici fin 2011 est un potpourri de mesures, destinées par la volonté politique à signaler des “quick wins”.

Depuis la présentation du concept énergétique, le débat public s'est focalisé sur la prolongation de la durée d'exploitation des centrales, une discussion objective du sujet ne trouvant pas place dans des discussions politiques soit houleuses soit étonnamment superficielles.

Le 11^e amendement à la Loi atomique [5], comprenant notamment la prolongation de la durée d'exploitation des centrales, fut adopté par le parlement (Bundestag) le 28.10.2010. La chambre haute du parlement (Bundesrat) a, par décision du 26.11.2010, constaté que l'adoption de la loi ne nécessitait pas son accord.

En suite de quoi le président (Bundespräsident) a, le 8.12.2010, signé [4] le 11^e amendement à la Loi atomique [5] et trois autres lois du projet Energie et Climat, qui sont : le 12^e amendement [6], la Loi de création du Fonds exceptionnel “Energie et Climat” [8] et la Loi de taxation du combustible nucléaire [7].

Après publication du 8.12.2010 au Journal Officiel, les 11^e et 12^e amendements à la loi atomique sont entrés en vigueur en décembre 2010.

L'adoption des lois sur la prolongation de la durée d'exploitation ne met pas fin à la polémique médiatique et politique. La réglementation est contestée notamment en raison du fait que les lois sont passées à la chambre haute (Bundesrat) seulement pour information, l'opposition estimant indispensable un vote du Bundesrat, rendant vraisemblable une plainte devant la Cour Constitutionnelle de Karlsruhe.

Dans la partie suivante, nous allons détailler les points importants pour l'énergie nucléaire des quatre lois de mise en œuvre du concept énergétique.

1. Grandes lignes de la prolongation d'exploitation des centrales nucléaires

- L'énergie nucléaire reste nécessaire en tant que "technologie de transition" pour une certaine période ; l'interdiction de la construction des nouvelles centrales nucléaires reste en vigueur.

- Le quota de production d'électricité supplémentaire et son attribution à chaque centrale est déterminé dans le 11^e amendement [5] et s'ajoute au quota fixé par l'accord en 2000, ce qui équivaut à une prolongation d'exploitation :

• La durée d'exploitation des 17 centrales nucléaires allemandes encore en exploitation est prolongée, en moyenne, de 12 ans, soit :

- 8 ans pour les centrales mises en service jusqu'en 1980 (voir fig. 3),
- 14 ans pour celles mises en service à partir de 1981.

- La conversion des années en térawattheures passe par un calcul compliqué. Il postule entre autres qu'après 2016, par la production accrue des énergies renouvelables, les centrales nucléaires fonctionneront en suivi de charge, entraînant une production annuelle moindre. C'est pourquoi le quota annuel attribué dans les années 2017 à 2021 est réduit de 5 % et à partir de 2022 de 10 % par rapport au quota annuel attribué jusqu'à 2016.

- Le nouveau quota global de production du nucléaire fixé dans le 11^e amendement est de 1804,278 TWh net, ce qui mène à l'extinction du nucléaire en 2035 (voir fig. 4).

- Le transfert de contingent d'une centrale à une autre reste possible, grosso modo dans les conditions de la Loi atomique de 2002.

2. Taxe sur le combustible nucléaire

- La taxe est prévue pour une durée de 6 ans [7] ;
 - Elle est prélevée à compter de 2011 ;
 - La taxation est calculée par gramme de matière fissile et s'élève à 145 € par gramme d'U-233, U-235, Pu-239 et Pu-241 ;

- Entre 2011 et 2016 le Gouvernement fédéral devrait percevoir une taxe annuelle d'environ 2,3 milliards d'€ ;

- Le combustible nucléaire utilisé pour la recherche n'est pas imposable ;

- L'impôt est exigible lorsque le combustible est mis en cuve et rendu critique pour la première fois ;

- Les revenus de la nouvelle taxe sur le combustible nucléaire doivent également contribuer à l'assainissement du site de l'ancienne mine de sel d'Asse II, où le stockage final des déchets radioactifs a été testé dans les décennies passées. Les coûts d'assainissement pèsent lourdement sur le budget fédéral, car selon la loi atomique l'Etat seul est financièrement responsable pour l'exploitation et l'arrêt de l'installation Asse II.

3. Fonds de soutien au développement des énergies renouvelables

Au 1^{er} janvier 2011 est créé un fonds "Energie et Climat". Ce fonds doit financer des mesures dans les domaines suivants : efficacité énergétique, énergies renouvelables, nouvelles technologies de stockage

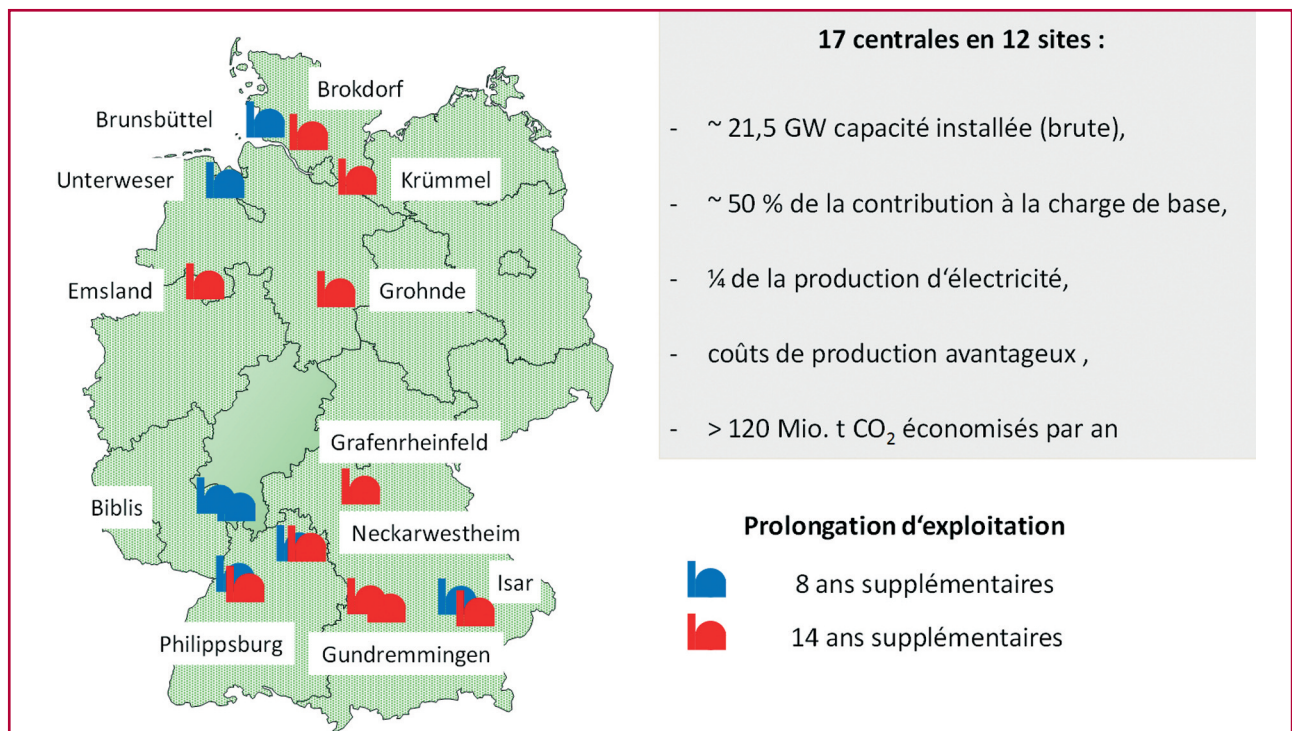
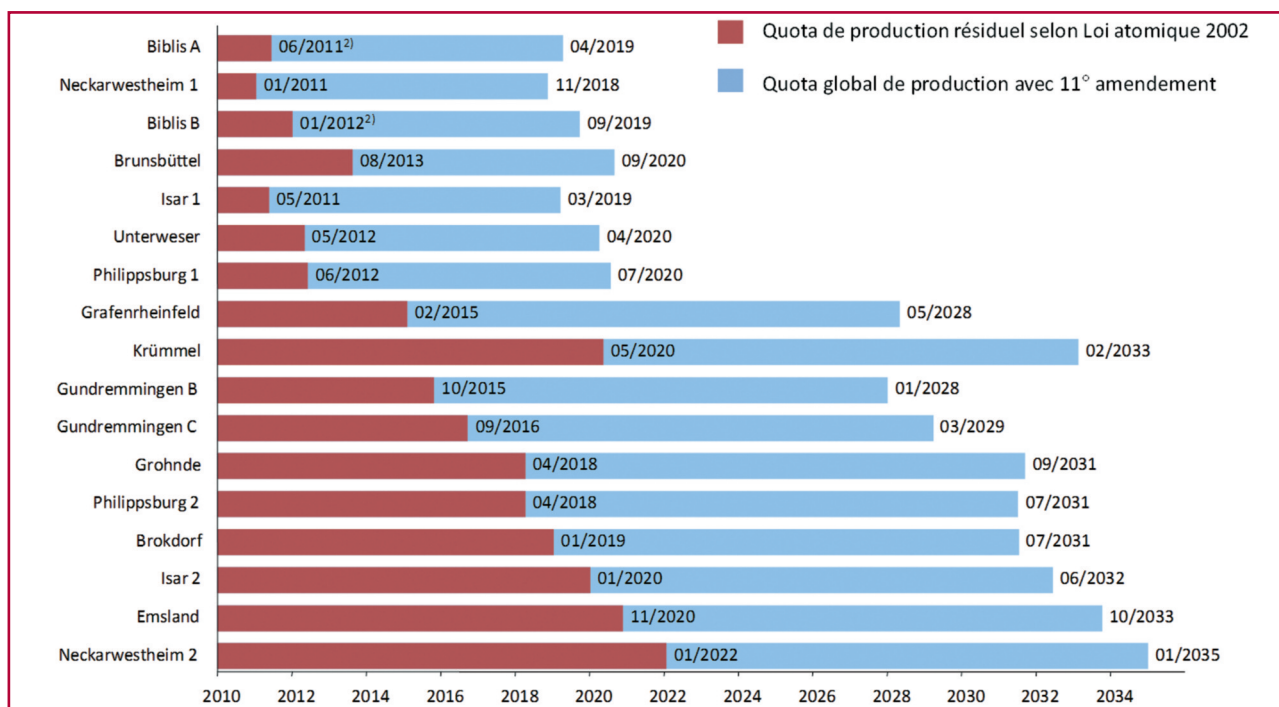


Fig. 3 – Energie nucléaire en Allemagne : la nouvelle répartition des quotas envisagée



1) Quotas résiduels selon loi atomique 2002 à la date du 31-07-2010

2) Biblis A : incl. Contingent Stade (4,8 TWh), Biblis B incl. contingent Mülheim-Kärlich (8,1 TWh)

Notes :

- RWE dispose d'un contingent disponible > 99,15 TWh de Mülheim-Kärlich, non pris en compte dans ce schéma.

- Base de calcul : disponibilité moyenne par tranche sur les 10 dernières années (élimination des valeurs extrêmes).

Fig. 4 – Prolongation d'exploitation sur la base des disponibilités moyennes des 10 dernières années.

d'énergie et du réseau de transport, rénovation énergétique des bâtiments, protection nationale et internationale du climat et de l'environnement.

Le fonds doit être alimenté par les paiements contractuels des exploitants nucléaires et le produit des échanges de certificats d'émission de gaz carbonique.

Les recettes suivantes sont attribuées au fonds :

- recettes contractuelles suite à l'accord contractuel entre le Gouvernement fédéral et les exploitants nucléaires en Allemagne ;

- recettes provenant de la taxe sur les combustibles nucléaires, dans la mesure où leur montant pour les années 2011 à 2016 dépasserait les 2,3 milliards d'€ annuels, et ce jusqu'à hauteur de 300 millions annuels pour 2011 et 2012, puis 200 millions annuels pour 2013 à 2016 ;

- à compter de 2013 les recettes réalisées par la vente des permis d'émission de dioxyde de carbone, dans la mesure où les profits annuels dépasseraient les 900 millions d'€ (attribués au budget du Gouvernement) ;

- les recettes diverses provenant des intérêts des capitaux du Fonds exceptionnel et du reflux des capitaux.

4. Accords contractuels entre le Gouvernement et les exploitants de centrales nucléaires en Allemagne

- En sus de la taxe sur le combustible nucléaire un accord est conclu entre le Gouvernement et les exploitants sur la cotisation au fonds de soutien au développement des ENR ;

- Le contrat entre le Gouvernement et les exploitants prévoit que ceux-ci acquitteront à partir de 2017 une contribution sur les quantités supplémentaires d'électricité provenant de la prolongation. Cette cotisation est chiffrée à 9 €/MWh produit mais pourra être réévaluée selon le développement des prix au consommateur et la notation boursière de l'électricité ;

- Ce contrat comprend entre autres différentes clauses relatives à la diminution de cette cotisation, telles que les hypothèses :

- d'une augmentation ou prolongation au-delà de 2016 de la taxe sur le combustible nucléaire,

- d'une modification des quotas de production au détriment des exploitants,

- de dépenses supérieures à 500 millions d'€ par tranche pour les modifications demandées par les autorités suite à de nouvelles exigences en matière de sûreté ;

- De 2011 à 2016 les exploitants effectuent des paiements anticipés forfaitaires - non remboursables -, pour un montant de 1,4 milliards d'€ : 300 millions annuels pour 2011 et 2012, 200 millions annuels de 2013 à 2016. Ces versements anticipés seront déduits des contributions pour 2017 à 2022.

5. Sûreté nucléaire des centrales nucléaires allemandes (12^e amendement à la Loi atomique)

Le but du 12^e amendement [6] à la Loi atomique est de transcrire dans le droit national - dans la mesure où ils ne sont pas déjà inscrits - les engagements de la Directive

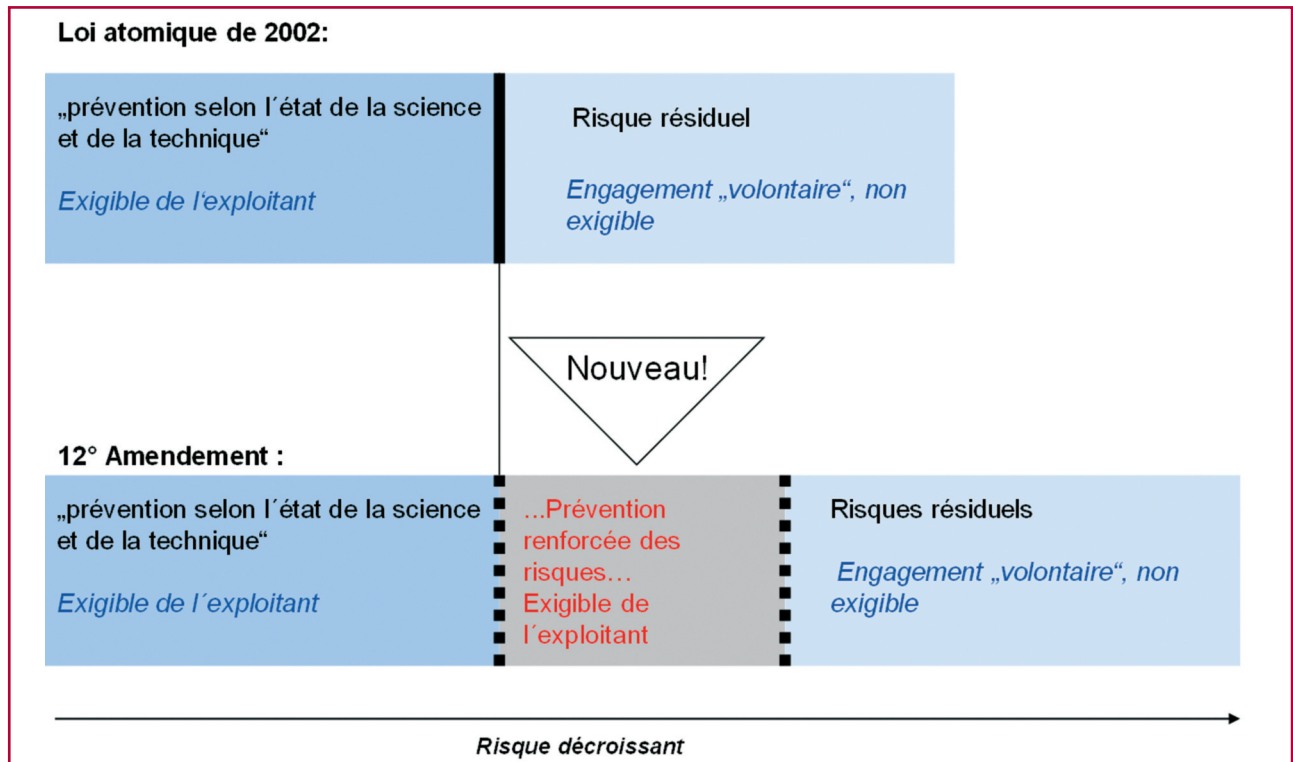


Fig. 5 – Douzième Amendement : nouvelles exigences en matière de sûreté

2009/71/EURATOM du Conseil de juin 2009 établissant un cadre communautaire pour la sûreté des installations nucléaires.

La transposition concerne principalement les obligations du titulaire de l'autorisation de mettre en place les ressources humaines et financières nécessaires et les dispositions en matière d'éducation et de formation du personnel ayant des responsabilités en matière de sûreté des installations nucléaires afin de maintenir et développer les compétences et qualifications en cette matière.

Indépendamment de la transcription de la Directive d'EURATOM du Conseil, le 12^e amendement prévoit la mise en place de nouveaux critères au niveau de la sûreté qui obligent les exploitants à investir dans l'amélioration de la sûreté de leurs centrales même au niveau des risques résiduels dans la mesure où ces modifications apportent une contribution non négligeable à la prévention de certains risques.

Le 12^e amendement représente une aggravation de la loi atomique (voir fig. 5). Le but de cet amendement est de diminuer encore le risque résiduel, notamment des centrales les plus anciennes. L'amendement à la Loi atomique permet aux autorités d'exiger des mesures supplémentaires jusque-là considérées non indispensables ou dont le bénéfice pour la sûreté n'est pas encore indiscutable.

6. Liste des exigences en matière de sûreté pour la prévention ultérieure des risques résiduels

Dans l'hypothèse de la prolongation d'exploitation, les experts de l'Etat Fédéral et des Länder ont établi au début

de l'année une liste des exigences en matière de sûreté [9]. Cette liste n'est pas exhaustive. Elle sera actualisée au fur et à mesure.

Les mesures décrites se fondent sur les connaissances issues sur le plan international des expertises de sûreté, retours d'expérience, résultats de la recherche.

Ce catalogue d'exigences établit un ordre de priorité entre les sujets d'un caractère déterministe qui sont exigés indépendamment du niveau de sûreté (priorité 1) et ceux qui ne sont envisagés que si l'objectif probabiliste de fusion du cœur (inférieur à 10^{-5} /réacteur/an) n'est pas atteint (priorité 2).

Les mesures prévues par cette liste doivent être examinées et déclinées pour chaque centrale. Pour la mise en œuvre sont prévus des délais à court terme et à moyen et long terme. Il n'y a pas de dates limites pour la réalisation, c'est à l'appréciation des autorités de sûreté de chaque Land.

Exemples de mesures de première priorité à réaliser à court terme :

- Décontamination chimique du circuit primaire afin de réduire les expositions professionnelles des travailleurs ;
- Nouvelle technique d'adjonction d'hydrogène à l'eau primaire afin de réduire le risque lié à l'hydrogène. (Nota : l'hydrogène sert à la réduction d'oxygène dans l'eau primaire afin d'éviter les problèmes de corrosion) ;
- adjonction d'un système de refroidissement spécifique de la piscine de stockage de combustible indépendant du circuit RRA ;
- Déclenchement automatique du refroidissement accéléré du circuit primaire (100 K/h) par les Générateurs de

Vapeur (GV) en situation accidentelle (sur certaines centrales le déclenchement est encore effectué manuellement) ;

- Adjonction d'un système de prélèvement d'échantillon à l'intérieur de l'enceinte de confinement (ce système permet de prélever un échantillon dans l'enceinte de confinement après un accident hypothétique de fusion de cœur permettant d'évaluer sa dégradation) ;

- Amélioration des systèmes de l'alimentation électrique secourue en plus des diesels de secours, par ex. par une 3^e source électrique extérieure.

Exemples de mesures de première priorité à moyen et long terme :

- Séparation totale de la fonction d'alimentation de secours des GV et de la fonction du démarrage et d'arrêt du réacteur ; cette dernière devra être assurée par un système dédié ;

- Création d'un système indépendant dédié à la borication d'urgence (système de sauvegarde au 3^e niveau) ;

- Amélioration de la prévention contre les agressions internes limitant la détérioration à une seule redondance des systèmes importants pour la sûreté ;

- Augmentation du degré de redondance des systèmes d'alimentation électrique secourue y compris l'alimentation en courant continu.

Les mesures de priorité 2 doivent être réalisées si l'objectif probabiliste de fusion du cœur n'est pas atteint. L'objectif global de fusion de cœur de 10^{-5} par tranche et par année d'exploitation (Documents INSAG 3 - INSAG 12) est utilisé dans un premier temps. Les centrales allemandes respectant ou améliorant cet objectif, il est très vraisemblable qu'aucune mesure supplémentaire du catalogue priorités 2 ne puisse être exigée.

7. Quelques commentaires du côté des exploitants nucléaires

RWE et les autres exploitants nucléaires se réjouissent de la prolongation d'exploitation accordée. L'énergie nucléaire conservera ainsi sa position dans le Mix énergétique allemand. En partenariat avec les ENR elle contribuera à atteindre les objectifs ambitieux de protection du climat. Toutefois les nouvelles charges supportées par les exploitants absorberont bien plus de 50 % des bénéfices de la prolongation de l'activité de leurs centrales nucléaires [3].

Les coûts et charges à supporter par les exploitants nucléaires d'environ 85 milliards d'€ pour cette production supplémentaire d'électricité se répartissent ainsi : à côté des coûts d'exploitation d'environ 50 milliards d'€, les exploitants devront acquitter une taxe sur le combustible de 13,8 milliards d'€. A quoi s'ajoutent les contributions au fonds pour 1,4 milliards d'€ ainsi que la cotisation spécifique au fonds par un prélèvement de 9 €/MWh produit exigible à compter de 2017 qui atteindrait 13,5 milliards d'€ à prix constant de l'électricité. Sans oublier les investissements à consentir résultant des nouvelles exigences en matière de sûreté, estimés à trois chiffres en millions d'€, suivant les centrales.

Rapportés à la prolongation de la durée d'exploitation des centrales nucléaires les coûts totaux devraient, en

moyenne, atteindre 47 € par MWh ; pour un prix de vente de l'électricité d'environ 50 €/MWh, la charge des entreprises est évidente.

Pour atteindre les 50 milliards d'€ de bénéfice, comme parfois entendu par des opposants, il serait nécessaire d'augmenter le prix de l'électricité de 60 %, hypothèse irréaliste. D'autant que l'Etat a prévu dans l'accord que dans le cas d'augmentation notable des prix de l'électricité il augmenterait sensiblement son prélèvement au-dessus des 50 %.

8. Conclusion

Dans l'opinion des exploitants nucléaires, la prolongation d'exploitation est parfaitement responsable en raison du haut niveau de sûreté des centrales, économiquement raisonnable et nécessaire pour atteindre les objectifs ambitieux de réduction de gaz à effet de serre. Les accords conclus entre le Gouvernement fédéral et les exploitants doivent cependant permettre non seulement un gain réel de sûreté des centrales mais aussi une exploitation rentable. Ce sera l'objet des analyses technico-financières des prochains mois.

Il faut également prendre en considération les incertitudes subsistantes quant à l'avenir du concept énergétique. Comme déjà évoqué l'opposition compte saisir la Cour Constitutionnelle de Karlsruhe sur la base de l'absence de vote à la chambre haute (Bundesrat).

L'avenir de ce Concept et principalement l'accord sur le nucléaire sont dépendants des élections fédérales en 2013, car le SPD et les Verts ont déjà déclaré leur hostilité à cet accord et leur intention de l'annuler en cas de victoire.

Dans ce contexte peu précis, les exploitants doivent étudier avec prudence quels investissements dans leurs centrales sont encore justifiables.

Références

- [1] "Energy Concept for an Environmentally Sound, Reliable and Affordable Energy Supply" - 28.09.2010 - www.bmwi.de - www.bmu.de
- [2] Document "Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung"- Projekt Nr. 12/10, EWI - GWS - Prognos - août 2010
- [3] Déclaration de presse du "Deutsches Atomforum" - 15.09.2010 - www.kernenergie.de
- [4] Déclaration de presse du Bundespräsident - 08.12.2010 - "Christian Wulff fertigt vier Gesetze des Energie- und Klimapaketes aus" - www.bundespraesident.de
- [5] 11. "Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes" du 08.12.2010" - publié au Bundesgesetz-blatt 2010, Teil 1 N° 62 au 13.12.2010
- [6] 12. "Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes" du 08.12.2010 - publié au Bundesgesetz-blatt 2010, Teil 1 N° 62 au 13.12.2010
- [7] "Kernbrennstoffsteuergesetz" du 08.12.2010 - publié au Bundesgesetzblatt 2010, Teil 1 N° 62 au 13.12.2010
- [8] "Gesetz zur Errichtung eines Sondervermögens - Energie- und Klimafonds" (EKFG) du 08.12.2010 - publiée au Bundesgesetzblatt 2010, Teil 1 N° 62 au 13.12.2010
- [9] Sicherheitstechnische Anforderungen/Maßnahmen zur weiteren Vorsorge gegen Risiken, du 28.10.2010, www.bmu.de