

A S S E M B L É E   N A T I O N A L E

X I V <sup>e</sup>   L É G I S L A T U R E

# Compte rendu

## Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques

– Présentation du rapport annuel de la Commission nationale  
d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des  
matières et déchets radioactifs (CNE2)

Mercredi 25 mai 2016  
Séance de 18 h 45

Compte rendu n° 77

SESSION ORDINAIRE DE 2015-2016

**Présidence  
de M. Jean-Yves  
Le Déaut,  
député,  
*Président***



## **Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques**

**Mercredi 25 mai 2016**

**Présidence de M. Jean-Yves Le Déaut, député, président**

*La séance est ouverte à 18 h 45*

### **– Présentation du rapport annuel de la Commission nationale d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et déchets radioactifs (CNE2)**

**M. Jean-Yves Le Déaut, député, président de l'OPECST.** – Je suis très heureux de vous accueillir aujourd'hui pour la présentation de votre dixième rapport d'évaluation des recherches et études relatives à la gestion des matières et des déchets radioactifs. Cette réunion est empreinte d'une solennité particulière. Elle réunit la CNE2 pour la dernière fois dans sa configuration actuelle, puisqu'elle est en passe d'être renouvelée. Je voudrais témoigner à l'ensemble des membres ici présents de ma sincère reconnaissance pour le travail de très grande qualité qu'ils ont réalisé bénévolement depuis leur nomination. Les évaluations et avis de la CNE2 ont été, pour les parlementaires, un élément essentiel d'information sur l'avancement de ces travaux de recherche et d'étude.

C'est avec satisfaction que j'ai constaté que mon intervention auprès de la ministre de l'écologie pour accélérer le renouvellement de la CNE2 avait rapidement produit des effets. L'Office n'a pas encore été sollicité par le président de l'Assemblée nationale pour désigner de nouveaux membres. Mais cela ne saurait tarder.

Je voudrais aussi vous remercier d'avoir accepté de décaler le début de notre réunion. Nous n'avions pas d'autre solution pour entendre l'Autorité de sûreté nucléaire, dont l'audition avait été prévue longtemps à l'avance le 17 mai car, à la même date, le Sénat a décidé d'inscrire à son ordre du jour la proposition de loi sur le centre de stockage géologique profond des déchets radioactifs, déposée par nos collègues sénateurs Gérard Longuet et Christian Namy. Comme vous l'avez appris, cette proposition a fait l'objet d'un large consensus, avec trois cent trente-trois votes en sa faveur. Je crois que ce résultat justifie ce report. Nous avons également déposé dans les mêmes termes une proposition de loi à l'Assemblée nationale, notamment avec les députés Christian Bataille et Anne-Yvonne Le Dain.

Mais je me dois d'abrégé mon propos, puisque nous disposons de moins de temps qu'à l'habitude pour vous écouter et vous poser des questions. Je suis certain que nos collègues ici présents seront nombreux à vouloir poser des questions à la suite de la présentation de votre rapport. Mais je les invite dès à présent à la concision. Avant l'intervention de M. Jean-Claude Duplessy, je donne la parole à notre hôte et premier vice-président, le sénateur Bruno Sido.

**M. Bruno Sido, premier vice-président de l'OPECST.** – Je me joins à ces remerciements. Ce travail considérable est très apprécié, à Paris comme sur le terrain et je le sais bien puisque je suis très concerné par ces questions. Il a le mérite d'être clair. Je vous

poserai tout à l'heure une question sur la réversibilité. La définition qu'en fournit l'ASN ne me semble pas être la même que la vôtre.

**M. Jean-Claude Duplessy, président de la CNE2.** – Nous sommes très sensibles à vos remerciements et à l'intérêt que vous portez aux travaux de la commission. Je les transmettrai à ceux de nos collègues absents aujourd'hui.

Au cours de la période 2015-2016, nous avons mené dix auditions publiques et huit auditions restreintes. Ces dernières étaient destinées à traiter de problèmes un peu délicats avec le CEA, l'ANDRA, EDF ou Areva. Nous avons présenté le précédent rapport au CLIS de Bure, à Joinville, le 29 octobre 2015. Nous avons visité la centrale de Chooz, en cours de démantèlement, le site d'ITER, qui nous a beaucoup impressionnés, et l'INB 56 à Cadarache. Sur ce dernier site, le travail de reconditionnement de déchets en vrac est considérable. Il est très intéressant de mesurer les efforts accomplis par le CEA dans ce domaine où les conditions de travail sont difficiles. Enfin, nous avons organisé un séminaire pour définir les éléments que nous souhaitions vous présenter.

**M. Emmanuel Ledoux, vice-président de la CNE2.** – Le projet Cigéo (Centre industriel de stockage géologique) est actuellement mené par l'ANDRA. Il a pour objectif la conception, la construction puis l'exploitation d'un stockage géologique pour les déchets radioactifs de haute activité à vie longue (HAVL) et de moyenne activité à vie longue (MAVL) inscrits au programme industriel de gestion des déchets (PIGD). Il serait réalisé à cinq cent mètres de profondeur dans la couche d'argilite du Callovo-Oxfordien, en Meuse-Haute-Marne. Se situant au milieu de cette couche argileuse épaisse d'environ cent trente mètres, il disposerait de soixante mètres de garde d'argile au-dessus et en dessous par rapport à l'environnement géologique non argileux.

Le calendrier prévisionnel de l'ANDRA fixe à présent une nouvelle échéance pour le dépôt de la demande d'autorisation de création (DAC), à la mi-2018. Compte tenu du délai d'instruction de trois ans, la publication du décret d'autorisation de création pourrait intervenir à la fin de l'année 2021. Ce délai n'a guère évolué. La DAC est en cours de préparation. Les matériels scientifiques et techniques contenus dans la DAC résulteront de l'avant-projet simplifié, qui est achevé, et de l'avant-projet détaillé, qui est en cours.

La DAC devra prendre en compte les règles générales relatives à la création des installations nucléaires de base (INB). Elle devra également suivre les dispositions spécifiques au stockage des déchets radioactifs telles qu'inscrites dans la loi de 2006. Le rapport de la CNE2 reprend le détail des dispositions qui devront être traitées par l'ANDRA.

La sûreté du stockage est assurée en dernier lieu par la barrière géologique. Il est donc impératif de pouvoir garantir que ses propriétés, en champs proche, moyen et lointain, seront préservées durant toute la durée nécessaire au confinement. Nous parlons ici de sa vie active et de sa vie passive après fermeture.

Parmi les garanties scientifiques qui assurent ce préalable, la CNE2 a insisté sur trois questions qui ont fait l'objet d'auditions. Elles ne sont pas toutes arrivées à maturité mais devront cependant être maîtrisées au moment du dépôt de la DAC, pour garantir la sûreté de Cigéo en exploitation et après fermeture.

La première de ces questions scientifiques concerne le modèle thermo-hydro-mécanique (THM). Nous l'avons déjà évoqué dans le rapport n° 9. Il s'agit du comportement de la roche perturbé par des déchets à dégagement thermique.

La deuxième porte sur le comportement mécanique du massif rocheux. C'est-à-dire tous les éléments qui garantiront la stabilité des ouvrages permettant d'accéder aux chambres de stockage et d'exploiter celui-ci.

La troisième question est relative aux scellements qui n'auront pas pu être validés à l'échelle 1 au moment de la DAC. Nous devons prendre toutes les garanties, au niveau de la modélisation, afin d'assurer que ces dispositions répondent au cahier des charges.

La CNE2 a formulé des recommandations.

En premier lieu, pour les phénomènes THM, l'ANDRA devra présenter une solution de référence pour les quartiers HA1 et HA2 ; un dessin intégrant toutes les incertitudes subsistant lors de la DAC. Dans la mesure où ces quartiers ne seront exploités que dans soixante-dix ans au mieux, la CNE2 estime que l'ANDRA dispose du temps nécessaire pour tester le modèle THM à échelle pertinente.

En deuxième lieu, pour le comportement mécanique, l'ANDRA n'est pas encore parvenue à développer un modèle mécanique rendant compte de la relation contrainte-déformation dans le milieu et de la totalité des observations opérées dans le laboratoire souterrain. Par exemple, il n'est pas certain que les outils actuels permettent d'aboutir à une solution enveloppe pour dimensionner l'épaisseur de béton d'ouvrages destinés à durer plus d'une centaine d'années. La CNE2 estime que les traits principaux du comportement mécanique du massif rocheux à l'échelle du siècle doivent être établis en priorité.

En troisième lieu, pour les scellements, un grand nombre d'expérimentations ont été conduites dans le laboratoire souterrain. Elles doivent être pleinement validées pour établir un modèle de fonctionnement des scellements qui permette de se projeter dans l'avenir, aux différentes phases de la vie du stockage.

Si le décret d'autorisation de création est pris à la fin de l'année 2021, la première tranche de travaux de Cigéo pourra débuter. Ce sera le début d'une phase industrielle pilote (PIP), au sens de l'ANDRA, qui pourrait débuter en 2025. Elle devrait durer une dizaine d'années. Cette phase constitue une étape essentielle de la démonstration de la maîtrise industrielle de Cigéo et de la qualité de sa réalisation. Elle devra permettre la mise en place des essais de scellements à l'échelle 1.

On n'a pas le droit à l'erreur durant cette phase. Tout au long du creusement, l'ANDRA devra exploiter son retour d'expérience en toute transparence vis-à-vis du public et présenter un rapport annuel d'avancement.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – Nous sommes tous conscients de l'importance de cette phase industrielle. Elle ne doit être ni bâclée, ni ratée.

**M. Jacques Percebois, membre de la CNE2.** – Pour établir dans les temps requis le schéma industriel robuste indispensable à la présentation de la DAC, la CNE2 recommande, d'une part, que l'ANDRA fige au plus tôt les options techniques de réalisation de la première tranche de Cigéo en s'assurant d'une grande marge de robustesse et, d'autre part, qu'elle

réserve, dans le cadre de la flexibilité de Cigéo, les optimisations qui doivent encore faire l'objet d'études aux tranches ultérieures.

Par un arrêté de janvier 2016, la ministre en charge de l'énergie a retenu le chiffre de 25 milliards d'euros pour le coût de Cigéo. La première estimation était sensiblement plus faible. L'ANDRA avait ensuite produit le chiffre, nettement plus élevé, de 33 milliards d'euros. À la suite des optimisations menées dans le cadre d'un groupe de travail organisé par la direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), l'ANDRA et les producteurs avaient abouti à une nouvelle évaluation de 29 milliards d'euros.

Le chiffre de 25 milliards d'euros qui conditionne la fixation des provisions de la part des producteurs a finalement été retenu par la ministre. Nous en prenons acte. Ce projet étant appelé à durer longtemps, d'autres optimisations seront nécessaires. Néanmoins, la CNE2 s'interroge sur la façon dont sera répercutée la révision à la baisse du coût estimé par l'ANDRA. Elle recommande que les options techniques de la première tranche, adoptées conjointement par l'ANDRA et les producteurs, soient maintenues et ne soient pas affectées par des considérations budgétaires.

Dans le futur, nous devons également nous interroger sur les modalités concrètes de financement de cet investissement. Comment les producteurs répondront-ils aux appels de fonds de l'ANDRA ? Quelles seront les règles de tarification de l'accès à ce projet ? Ce budget sera-t-il fixé au moment de la réservation de capacités, à celui du dépôt des colis ? Ces questions ne sont pas urgentes, mais traitent d'enjeux financiers importants.

**M. François Roure, membre de la CNE2.** – Depuis plusieurs années, l'ANDRA effectue des recherches géologiques concernant la faisabilité d'un site de stockage de déchets de faible activité à vie longue (FAVL) sur le territoire de la communauté de communes de Soulaines, dans l'Aube. Des profils sismiques et des ouvrages de reconnaissance ont été publiés. L'ANDRA commence donc à maîtriser la géométrie du sous-sol, l'épaisseur des couches cibles dans les argiles du Crétacé.

La CNE2 considère, d'une part, que des progrès doivent être accomplis sur l'inventaire des radionucléides contenus dans ces FAVL et, d'autre part, que nous devons disposer de davantage d'informations sur les choix qui seront opérés pour le mode de stockage, pour l'épaisseur des gardes sous le stockage ainsi que sur la façon dont seront considérées les couvertures reconstituées. Cette démarche est nécessaire afin de conduire une analyse de sûreté réaliste incluant tous les paramètres géologiques du site.

Toujours dans ces déchets à radioactivité naturelle renforcée, les TENORM (*Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials*), la directive 2013/59/Euratom stipule que ces déchets devront être considérés comme résultant de l'activité nucléaire même si, *de facto*, tel n'est pas le cas.

Areva a engagé des travaux sur la possibilité de stockage *in situ* des déchets produits par l'usine Comurhex de Malvési, près de Narbonne. Comme pour l'ANDRA à Soulaines, des données géophysiques ont été acquises.

La CNE2 recommande de considérer le milieu géologique sur un volume plus important. Dans ce secteur, les argiles oligocènes cibles reposent sur des carbonates aquifères qui ont des propriétés de transferts de fluides. En outre, il existe différentes fractures à l'échelle du bassin de Narbonne. La CNE2 recommande donc de mener des modélisations

d'écoulements à l'échelle régionale, pour mieux établir la relation entre les circulations de flux à grande échelle et la sécurité du stockage plus localisé.

**M. Pierre Demeulenaere, membre de la CNE2.** – Les déchets de très faible activité (TFA) ont également retenu l'attention de la CNE2. Ils sont actuellement stockés au sein du Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (CIRES) de Morvilliers. Sa capacité de stockage autorisé de 650 000 mètres cubes devrait être saturée vers 2030, malgré l'extension déjà prévue. Les besoins en capacité de stockage des déchets TFA ont été évalués jusqu'en 2080. Ils sont considérables et varient selon les différents scénarios d'évolution du parc nucléaire français. Quoi qu'il en soit, il conviendra d'ouvrir un nouveau centre de grande capacité pour absorber les TFA issus du démantèlement du parc.

En conséquence, la CNE2 émet deux recommandations.

D'une part, elle encourage les organismes de recherche, les industriels et les autorités à poursuivre leurs études sur des modalités innovantes de gestion des matériaux issus du démantèlement et classés comme des déchets alors qu'ils contiennent peu, ou très peu, de radioactivité ajoutée. Ce point pose le problème de la nature d'une classification dont les critères varient d'un pays à l'autre.

D'autre part, la CNE2 renouvelle sa recommandation de développer des méthodes de mesure des très faibles radioactivités de lots très importants de matériaux. Elles devront être au point pour accompagner toute stratégie innovante de gestion des déchets de très faible activité.

**M. Robert Guillaumont, membre de la CNE2.** – La loi de 2006 dispose que les recherches sur la séparation des actinides mineurs et la transmutation des éléments radioactifs à vie longue doivent être conduites en relation avec celles menées sur les nouvelles générations de réacteurs nucléaires.

Pour répondre à ces objectifs, le CEA développe le projet ASTRID (*Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration*) consistant à construire un démonstrateur industriel d'un réacteur à neutrons rapides de génération IV. Dans ce cadre, il doit être possible d'encore améliorer la sûreté de la génération III.

Ce projet constitue une étape indispensable à l'introduction de réacteurs à neutrons rapides dans le parc électrogène français. Le prototype ASTRID devra démontrer la faisabilité industrielle du multi recyclage de son propre combustible et également la possibilité de transmuter l'américium à une échelle industrielle.

La demande d'autorisation de construction du réacteur ne serait déposée qu'en 2020, comme nous l'avons appris lors des auditions de cette année. Cette échéance a été adoptée en raison de la réduction des moyens humains et financiers alloués au CEA et du souhait de celui-ci, également, d'étudier un nouveau système de conversion d'énergie à gaz et de le porter au même niveau que le système de conversion d'énergie eau-vapeur.

Cette modification du calendrier rend plus réaliste le projet ASTRID. La CNE2 estime que ce retard doit être maîtrisé et utilisé pour faire progresser l'expertise et les compétences du CEA et de tous les organismes impliqués dont AREVA.

Des éléments nous ont été présentés pour monter des assemblages de combustibles. La recherche et le développement ont progressé. La CNE2 recommande d'assurer durablement la recherche et le maintien des filières indispensables pour mener ce projet. Une quinzaine d'organismes d'ingénierie se sont engagés ; ils ne doivent pas délaissé ce projet.

Le retraitement des combustibles usés des réacteurs à neutrons rapides (RNR) présente différentes difficultés qui devraient conduire à l'adoption d'un nouveau procédé de retraitement des combustibles. Actuellement, tout le monde utilise le procédé PUREX (*plutonium uranium refining by extraction*). Toutefois, il ne serait pas si bien adapté pour le retraitement des combustibles usés des RNR. La CNE2 recommande donc de lancer dès maintenant un programme de recherche et développement à long terme pour assurer industriellement le retraitement du combustible usé RNR.

Pour préparer ensuite la transmutation de l'américium, évoquée dans le rapport n° 9 de la CNE2, il faudrait que ce plan de recherche soit soutenu de façon continue car les expériences à réaliser sont très longues et doivent être coordonnées avec toutes les recherches menées à l'étranger.

**M. Claes Thegerström, membre de la CNE2.** – Trois pays sont en avance dans le processus de stockage géologique profond des déchets de haute activité : la France, la Finlande et la Suède.

En novembre 2015, le gouvernement finlandais a pris la première décision mondiale concernant le stockage profond de combustibles usés, selon le concept KBS-3 (*kärnbränslesäkerhet*), le même qu'en Suède où le processus de décision est également bien avancé. Toutefois, la Cour environnementale, les communes et le gouvernement doivent encore rendre leur avis. Deux ans seront sûrement nécessaires avant que la construction du site de stockage puisse débuter.

La CNE2 contribue également à la coopération internationale. À ce titre, je souhaite évoquer le projet ADS (*Accelerator Driven Systems*). La Belgique est le pays hôte de ce système. Ce sont des RNR destinés à la transmutation des actinides. Une phase préliminaire de cette installation pourrait être mise en service en 2024. Le CEA et le CNRS participent également à ce projet.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – L'année 2024 ne correspondra qu'à une toute première phase. L'accélérateur alors ne dépassera pas les 100 MeV. Il devra ensuite être porté à 600 MeV. Nos collègues belges doivent donc mener un programme étendu pour porter un ADS au niveau industriel.

Il y a deux ans, l'OPECST avait interrogé la CNE2 sur le projet Allegro. Les informations que nous avons alors reçues du CEA, qui n'était alors qu'un participant mineur, ne nous avaient pas permis de répondre. Depuis, nous nous sommes rendus en Europe de l'Est pour rendre visite aux partenaires de cette opération. Allegro est un projet de RNR avec caloporteur gaz haute température. Il a été lancé en 2002 dans le cadre du Forum international Génération IV. Le CEA y a consacré une activité importante jusqu'en 2009. Il a défini les caractéristiques d'un réacteur expérimental à haute température.

En 2010, sur proposition du CEA, trois instituts se sont engagés à étudier ensemble le développement et les conditions d'accueil d'Allegro : en Hongrie, en Slovaquie et en République Tchèque. Deux ans plus tard, la Pologne a rejoint le consortium. Au cours de la

visite de la CNE2 dans ces pays, nos interlocuteurs nous ont présenté leur projet, sachant qu'ils bénéficiaient de tout l'acquis du CEA.

Ce projet en est encore au stade conceptuel, loin d'un avant-projet sommaire. La réflexion menée par ces scientifiques de très haute qualité a permis d'identifier toutes les questions de sûreté et tous les verrous technologiques. Ceux-ci sont considérables. Par exemple, les matériaux devront résister à des températures de 1 200°C voire 1 800°C. Un effort de recherche et développement considérable apparaît nécessaire pour atteindre les objectifs ambitieux d'Allegro. Actuellement, les partenaires travaillent sur un prototype qui n'atteindrait pas ces températures maximales.

Dans l'état actuel, Allegro se trouve dans une toute première étape de qualification. Vu les éléments qui nous ont été présentés, ces réacteurs ne pourront être disponibles pour un usage industriel avant longtemps. Des obstacles considérables doivent encore être surmontés avant qu'il ne soit possible d'envisager un prototype.

**M. Bruno Sido.** – Un accident est intervenu dans le laboratoire de Cigéo. Vous ne l'avez pas évoqué. Certes, cette affaire est entre les mains de la justice, pour déterminer les causes et les responsabilités. Avez-vous examiné cette question ? Sinon, pensez-vous le faire pour tirer les conclusions de cet événement pour l'exploitation industrielle du véritable site de stockage ?

Dans le rapport que nous a remis précédemment l'ASN, elle fournit une définition de la réversibilité. La CNE2 nous a toujours affirmé qu'il convenait de ne pas confondre réversibilité et récupérabilité. L'ASN dit le contraire. Je souhaite obtenir votre opinion sur ce sujet.

Avec les 25 milliards d'euros que vous avez évoqués, nous avons le sentiment qu'un chiffrage officiel était nécessaire pour engager les travaux. Sur un projet couvrant cent ou cent cinquante ans, nous savons pertinemment que de telles évaluations sont douteuses, puisque, déjà, le budget d'un programme décennal est fréquemment porté du simple au double. Quelle valeur accordez-vous à cette estimation ? Quel est l'intérêt de produire ce chiffrage ?

**M. Christian Bataille, député, vice-président de l'OPECST.** – Je souhaite m'exprimer sur le processus cauteleux de certains des initiateurs du projet Cigéo. Je l'ai ressenti depuis la loi de 1991. Nous sommes en présence d'un projet ambitieux, qui s'inscrit dans la longue durée. L'ANDRA et d'autres spécialistes souhaitent le découper en phases et ne passent jamais à l'étape définitive. N'oublions pas que le laboratoire fonctionne et qu'il a constitué un investissement considérable et utile.

Il ne faudrait pas que la phase industrielle pilote constitue une seconde phase de laboratoire. Il convient d'insister auprès de tous sur le fait que la phase industrielle pilote constitue le début de la construction du stockage. S'il est donc nécessaire de se montrer observateur et prudent, cependant, aucun arrêt ne devra intervenir à la fin de cette phase.

Il convient d'insister sur ce point, sur l'engagement du processus de stockage et sur sa continuité, phase industrielle pilote comprise. Ce ne serait pas de bonne politique, après la construction coûteuse d'un laboratoire, qui a donné des résultats, d'engager une seconde phase d'expérimentation. Ressentez-vous ce comportement cauteleux de la part du pouvoir politique dont l'ANDRA est l'organe d'exécution un peu craintif ?



Ma seconde question porte sur la génération IV. Avec l'EPR, nous avons connu des difficultés, des déceptions et des hésitations. Nous cherchons à produire un réacteur plus petit. Nous subissons la concurrence de l'AP1000 américain. Est-il possible d'accélérer le développement du programme de la Génération IV, pour qu'elle prenne, plus vite que prévu, le relais de l'EPR ? La recherche et la mise au point technologique sont-elles mûres, où l'attente devra-t-elle être assez longue ?

**Mme Anne-Yvonne Le Dain, députée, vice-présidente de l'OPECST.** – Je m'interroge toujours sur le stockage. Je partage les propos de M. Christian Bataille sur le concept d'expérimentation. La décision a été prise en 1991. Trente ans plus tard, nous ne devons pas prendre autant de temps pour engager ce processus de stockage. En tant que personnalité politique, je n'ignore pas que ces décisions sont difficiles à prendre. Toutefois, les experts ne doivent pas être paralysés par le débat.

Vous n'avez pas abordé la notion de fluage. Le terme n'est jamais employé, ses conditions ne sont pas évoquées. Or ces déchets chaufferont. Les argiles sont certes sèches mais ne sont pas insensibles à des questions de température. Par ailleurs, comment maîtriserons-nous la fabrication de tuyaux droits de cent vingt mètres sans aucun repère ? Ces questions sont simples. Personne ne semble se les poser, ce qui m'inquiète. Je pense que nous devons accélérer les évaluations mais non les précautions. Nous devons être prudents mais, en pratique, sans demeurer au stade des principes. Il y aura des problèmes de fluage.

Je me pose également des questions sur les matériaux assurant les fermetures. Quel béton utiliserons-nous, de quel type, avec quelle granulométrie ? Le béton contient toujours de l'eau. Ne faut-il pas plutôt utiliser de l'acier ou un autre type de matériau métallique ? Qu'en sera-t-il des opercules de fermeture ? Seront-ils en céramique ? Personne ne semble s'interroger sur ces points. Si ces questions sont posées dans les laboratoires, elles ne remontent pas jusqu'au politique, qui est le décideur *in fine*, pour éclairer ses choix.

Concernant la réversibilité, je ne suis pas convaincue qu'elle soit indispensable. Aujourd'hui, les combustibles usés sont toujours stockés en surface. Même si je ne doute pas que toutes les précautions ont été prises, ils seraient plus sécurisés en sous-sol. Quelqu'un travaille-t-il à ce rapport de temporalité entre le moment où la décision a été prise, en 1991, et le début de l'engagement du stockage ? Pendant ce temps-là, nos concurrents progressent.

Les Finlandais opèrent dans le granit. En tant que géologue, cet environnement me pose problème. Je souhaite avoir votre opinion sur ce point.

**M. Patrick Hetzel, député, membre de l'OPECST.** – Vous considérez que la compréhension des phénomènes thermo-hydro-mécaniques doit encore progresser avant le dépôt de la DAC, pour concevoir l'architecture des quartiers HA1 et HA2. Disposez-vous d'une estimation du temps nécessaire pour y parvenir ? Nous avons la nécessité de connaître l'horizon auquel la DAC pourra être déposée.

**M. Jean-Yves Le Déaut** – L'OPECST doit être informé sur l'accident consécutif à l'effondrement du front de taille de Bure. Que faudrait-il faire pour renforcer la sûreté de ce chantier ?

Je reprends la question de la réversibilité. Le rapport annuel sur l'état de la sûreté nucléaire en France indique que l'ASN donnera sa position sur la réversibilité en 2016. Si ce point est relatif à la question de la sûreté, nous en sommes d'accord. À partir du moment où

cette installation sera réversible, en fonction de l'inventaire des déchets, le calibrage du stockage doit permettre qu'on ne détecte aucun problème de sûreté. Il m'apparaît normal que l'ASN indique sa position avant un débat parlementaire sur la réversibilité. Toutefois, Il ne revient pas à une autorité de sûreté de décider de la réversibilité. Le Parlement aurait pu faire le choix d'un stockage irréversible, comme prévu dans la première version de la loi. Il revient également au Parlement de définir la réversibilité. Nous devons engager ce débat.

Vous avez évoqué le risque de radiolyse sur des déchets de moyenne activité à vie longue et de fabrication d'hydrogène à un moment donné. Ce point figure dans votre rapport. Pouvez-vous nous en dire plus ? En quoi cette question doit-elle modifier les dispositions prises ?

**M. Jean-Claude Duplessy.** – Notre réflexion s'opère dans le cadre de la loi de 2006, c'est-à-dire avec le stockage de déchets ultimes dans Cigéo. Par conséquent, nous avons essentiellement des déchets de moyenne activité à vie longue et de haute activité à vie longue. Concernant la réversibilité et la récupérabilité, je cède la parole à M. Pierre Demeulenaere.

**M. Pierre Demeulenaere.** – Ce sujet est complexe. D'un côté, nous devons mener une réflexion intellectuelle sur ce que la réversibilité peut signifier. De l'autre, nous avons la nécessité d'inscrire cette définition dans la loi, dès lors que le Parlement a décidé ce stockage réversible. Nous avons distingué la notion de réversibilité de celle de récupérabilité, car la réversibilité est conceptuellement plus complexe. Nous nous sommes intéressés au processus de décision associé au principe de réversibilité. Il implique pratiquement de mettre en œuvre un stockage qui permette une certaine récupérabilité, qui est elle-même évolutive en fonction du temps.

Le processus de décision doit appréhender, suivant les différentes étapes, l'état exact de la récupérabilité, son coût, les options techniques, etc. C'est pourquoi la réversibilité se situe en amont d'un processus de décision. Il s'agit de préparer la possibilité que le politique prenne la décision à chacune de ces étapes, soit de continuer, soit d'arrêter, soit de revenir en arrière, en fonction de critères et de coûts variés. Le principe de réversibilité se situe au niveau de la décision, la récupérabilité étant une condition pratique, elle-même évolutive en fonction du temps.

**M. Emmanuel Ledoux.** – La CNE2 a délibérément décidé de ne pas évoquer l'accident de Bure dans son rapport. Ce choix était dicté par deux raisons. Premièrement, l'affaire est à l'instruction. Or une instruction est secrète, si bien que nous ne disposons que des informations relatées dans la presse. Deuxièmement, nous voulions laisser aux experts de l'ANDRA et à ceux mandatés par la justice le temps d'évaluer les causes possibles de l'accident.

Il s'agit d'un accident de chantier. Il s'est produit avant la pose du revêtement. En mode d'exploitation de Cigéo, les galeries seront recouvertes, si bien que ce type d'incident ne pourra plus se produire à moins que le terrain ne cède. Là il s'agit d'un accident de chantier en relation avec le travail de la mine.

Effectivement, le mot « fluage » ne figure pas dans le rapport. Toutefois, nous évoquons bien le comportement des matériaux dans le modèle mécanique ; les variables d'état se modifiant suivant la température. Ce point est bien contenu dans nos recommandations sur le modèle mécanique.

**Mme Anne-Yvonne Le Dain.** – Je n'en doute pas. Cependant, ces questions ne sont pas évoquées publiquement. La population et ses représentants ont besoin d'être informés. Je suis députée, élue de l'Hérault, et géologue. Mes interlocuteurs m'interrogent et je ne sais que leur répondre. Je peux simplement évoquer l'existence d'un laboratoire souterrain. Des scientifiques effectuent des modélisations. Fournissez-nous des réponses.

**M. Emmanuel Ledoux.** – Nous ne disposons pas davantage de réponse. Chaque année, les mêmes questions – dont le fluage – nous sont soumises dans le cadre du CLIS.

**Mme Anne-Yvonne Le Dain.** – Je n'ai pas d'avis sur la question. Aujourd'hui, que disent les scientifiques travaillant sur ce sujet ? Voilà quinze ans que les scientifiques réalisent des modèles. J'ai déjà formulé cette interrogation il y a trois ans.

**M. Emmanuel Ledoux.** – De toute manière, nous ne pourrions pas passer ce point sous silence au moment d'examiner la DAC.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – En relisant nos rapports, nous nous sommes aperçus que nous formulons également les mêmes questions depuis cinq ou six ans. Nous avons prévenu l'ANDRA que, si nous n'obtenions pas de réponse, nous tirerions les conséquences au moment de rendre un avis sur la DAC. Malheureusement, nous ne pouvons pas vous fournir de réponses alors que nous-mêmes n'en obtenons pas, y compris sur des points majeurs.

**M. Jacques Percebois.** – Le chiffre de 25 milliards d'euros est important parce qu'il conditionne les provisions des producteurs de déchets. La première estimation était de seize milliards d'euros. EDF, en particulier, doit augmenter ses provisions pour des raisons juridiques. L'opinion publique évoque beaucoup le coût d'enfouissement des déchets de haute et moyenne activité à vie longue. D'une part, ces 25 milliards d'euros s'étendront sur un siècle, d'autre part, il convient de comparer ce budget à des dépenses similaires.

Par exemple, le grand carénage des cinquante-huit réacteurs d'EDF était estimé à 55 milliards d'euros, puis à 51 milliards d'euros. Il sera lui-même étalé dans le temps. Autre exemple, chaque année, les Allemands, avec la contribution au titre de la loi sur les énergies renouvelables (*Erneuerbare Energien Gesetz Umlage* ou *EEG-Umlage*), dépensent 23 milliards d'euros de surcoût du fait des énergies renouvelables. Dans son dernier rapport, la Commission de régulation de l'énergie (CRE) française estime le surcoût des énergies renouvelables, sur la période 2014-2025, à 73 milliards d'euros.

Il convient donc de remettre ces chiffres en perspective. 25 milliards d'euros ne représentent pas un montant faramineux sur un siècle.

**M. Christian Bataille.** – Quel est le coût des énergies renouvelables pour les consommateurs français ?

**M. Jacques Percebois.** – La part de la contribution au service public de l'électricité (CSPE) pour les énergies renouvelables s'élèvera à 73 milliards d'euros entre 2014 et 2025. Alors que la CSPE s'élève aujourd'hui à 5 milliards d'euros par an, la CRE estime qu'elle se montera à 6 ou 7 milliards d'euros par an. Sur une dizaine d'années, nous obtenons ce chiffre de 73 milliards d'euros.

**M. Jean-Yves Le Déaut.** – Ce surcoût ne me semble pas dû uniquement aux énergies renouvelables. De plus, cette augmentation de 5 à 7 milliards d’euros ne représente que 2 milliards d’euros par an.

**M. Jacques Percebois.** – Ce surcoût est essentiellement dû aux énergies renouvelables. La CSPE 2015 doit s’établir à 4,8 milliards d’euros, dont 3,8 milliards d’euros dus au surcoût des énergies renouvelables. En effet, elle ne comprend pas seulement le surcoût des énergies renouvelables mais également d’autres éléments, comme la péréquation spatiale. Pour la CSPE, si nous passons à 5 ou 6 milliards d’euros par an, nous atteindrons un cumul sur dix ans de 73 milliards d’euros, dont les deux tiers seront dus au surcoût des énergies renouvelables.

L’an dernier, dans le rapport n° 9 nous avons expliqué qu’il n’était possible d’avoir une idée que du coût de la première tranche. Il est bien évident que ce chiffre de 25 milliards d’euros ne vaudra pas pour un siècle ; il devra être réestimé. Nous recommandons de le revoir périodiquement en procédant à une évaluation glissante du coût de Cigéo, en fonction du retour d’expérience, afin d’éviter un effet « *falaise* » entre deux estimations.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – La phase industrielle pilote constitue le début du stockage et non une phase de laboratoire. C’est pourquoi cette phase ne doit pas échouer. L’ANDRA doit investir tous les moyens nécessaires pour les installations, avec toute la robustesse indispensable. Elle doit ainsi démontrer aux populations locales et aux différents observateurs que cette solution fonctionne bien.

Cette phase de démonstration à l’échelle 1 ne pouvait pas avoir lieu en laboratoire. L’ANDRA a été obligée de concevoir un laboratoire qui soit un modèle réduit d’un stockage. Nous avons été confrontés à une contrainte sociologique. Nous devons encore régler des détails durant la phase industrielle pilote. Néanmoins, cette dernière ne constitue pas une phase de laboratoire mais bien le début du stockage et c’est pour cela qu’il ne faut pas la rater. Vous devez insister auprès de l’ANDRA pour que cette phase soit réalisée dans des conditions de sécurité et de robustesse élevées. La presse ne doit pas avoir à nouveau l’occasion de se faire l’écho de difficultés.

La Génération IV dépend de problèmes politiques majeurs. Si des centrales ne vivent que quarante ans et sont détruites dans peu de temps, il sera nécessaire de les remplacer par des EPR pour faire face aux besoins électriques. Si ces mêmes centrales pouvaient durer très longtemps, la politique de gestion devrait être revue. Il convient néanmoins d’agir pour que le réacteur à neutrons rapides (RNR) devienne opérationnel.

**M. Christian Bataille.** – Ma question repose sur les déclarations du président d’EDF. Il avait annoncé un programme assez important de construction d’EPR, sans évoquer la Génération IV, ce qui m’avait stupéfié. Il ne misait donc que sur la technologie de l’EPR. Quel est l’avis de la CNE2 sur ce point ?

**M. Jean-Claude Duplessy.** – Beaucoup de problèmes restent à régler concernant la Génération IV. Il est actuellement impossible de construire un RNR opérationnel. Si nous devons passer au stade industriel avec un grand nombre de RNR, il conviendrait de régler de nouveaux problèmes concernant le traitement du combustible. Pour un prototype comme ASTRID, nous pouvons intelligemment utiliser les installations existantes, en mélangeant le combustible employé dans le RNR ASTRID avec celui sortant d’un réacteur à eau, afin qu’il soit plus facile à retraiter par le procédé PUREX.

Si nous devons passer à un cycle utilisant majoritairement des RNR, nous devrions revoir le cycle du combustible. Nous devrions mener des travaux extrêmement lourds pour lesquels nous ne disposerons pas de la solution industrielle dès demain.

**M. Christian Bataille.** – La Génération IV ne sera donc pas disponible à court terme.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – Elle peut cependant être accessible à moyen terme car les compétences existent mais la mise en œuvre dépend des priorités. Actuellement le CEA profite du retard d'ASTRID pour étudier un système de conversion à gaz. Il constituerait une très belle innovation s'il parvenait à fonctionner avec un rendement raisonnable. Existe aussi la volonté de ne pas engager les dépenses importantes liées à la constitution d'un prototype. Mais, pour que la recherche avance, il faut lui en donner les moyens.

Il y a deux ans, nous vous avons présenté des scénarios qui peuvent être plus ou moins étalés. L'introduction de seulement quatre réacteurs à neutrons rapides dans le cycle permettrait de stabiliser le plutonium que nous produisons. Il faudrait néanmoins que ceux-ci soient au point et que les installations soient préparées.

**M. Christian Bataille.** – J'ai entendu parler de trente tonnes de plutonium.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – Il s'agit en effet de cet ordre de grandeur.

**M. Robert Guillaumont.** – Vous posez la question d'une possible accélération du programme de développement de la Génération IV. Même si nous passions très rapidement le stade du prototype ASTRID, nous devrions disposer de suffisamment de plutonium, c'est-à-dire attendre qu'il se forme dans les réacteurs. Il n'est donc guère possible d'accélérer le calendrier.

Pour faire démarrer ASTRID, un réacteur de 600 mégawatts électriques, cinq tonnes de plutonium sont déjà nécessaires, suivies de recharges de vingt à vingt-cinq tonnes. Pour le premier RNR commercial, il faudrait avoir suffisamment de plutonium (Pu). Il se trouve actuellement dans les combustibles MOX (*mixed oxides*) usés qu'il faut retraiter. La Hague pourrait s'en charger pour partie, mais pas à un niveau industriel.

**M. Christian Bataille.** – Il est dommage de ne pas pouvoir réutiliser les recharges de Superphénix.

**M. Robert Guillaumont.** – Cela ne constituerait jamais qu'une recharge.

**M. Jean-Claude Duplessy.** – La CNE2 et l'ANDRA sont conscientes des problèmes de la radiolyse. On peut espérer que moins nous trouverons de métaux, moins d'hydrogène sera produit. Les industriels sont capables de traiter ces questions. L'ANDRA doit éviter de se retrouver avec un niveau d'hydrogène mélangé à l'oxygène qui atteint des concentrations explosives dans ses configurations de stockage.

**M. Jean-Yves Le Déaut.** – Il nous reste à vous remercier pour la qualité de votre rapport et la précision de vos réponses. Nous remercions également nos collègues pour leurs questions. Aujourd'hui, le regroupement fortuit des remises des rapports de l'ASN et de la CNE2 nous a permis d'obtenir des réponses assorties d'une diversité de points de vue.

*La séance est levée à 20 h 25*

**Membres présents ou excusés**

**Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques**

Réunion du mercredi 25 mai 2016 à 17 heures

Députés

*Présents.* - M. Bernard Accoyer, M. Christian Bataille, M. Claude de Ganay, M. Patrick Hetzel, Mme Anne-Yvonne Le Dain, M. Jean-Yves Le Déaut

*Excusés.* - M. Alain Marty, Mme Maud Olivier, Mme Dominique Orliac, M. Bertrand Pancher

Sénateurs

*Présents.* - M. Gilbert Barbier, Mme Delphine Bataille, M. Michel Berson, M. Roland Courteau, Mme Dominique Gillot, M. Franck Montaugé, M. Hervé Poher, Mme Catherine Procaccia, M. Bruno Sido

*Excusés.* - M. Patrick Abate, M. François Commeinhes, M. Alain Houpert, Mme Fabienne Keller, M. Jean-Pierre Leleux, M. Gérard Longuet, M. Pierre Médevielle, M. Christian Namy