

**COMMISSION PARTICULIERE DU  
DEBAT PUBLIC**

**Cité des Sciences et de l'Industrie  
Samedi 8 octobre 2005**

**Gestion des déchets nucléaires**

*2<sup>ème</sup> table ronde*

*Séparation-Transmutation*

*Les propos tenus par les intervenants, y compris ceux invités par la CPDP, sont de la seule responsabilité de leurs auteurs et ne préjugent en rien du compte-rendu qu'établira la Commission à l'issue du débat.*

*(La table ronde commence à 11 heures 55, sous la présidence de M. SCHAPIRA)*

**Jean-Paul Schapira.-** Nous arrivons maintenant aux trois axes de la loi de 1991 et, plus particulièrement aujourd'hui, nous allons traiter de l'axe 1, c'est-à-dire aller plus loin dans la voie qui a été décrite ce matin, celle du retraitement, c'est-à-dire séparer plus avant d'autres produits à vie longue que l'uranium et le plutonium ce qui est fait aujourd'hui dans le retraitement pour les traiter ensuite dans des réacteurs nucléaires. C'est ce qu'on appelle la transmutation.

Je ne vais pas planter un décor complet de cette voie qui constitue l'axe 1.

Je vais toute de suite rappeler que la séparation consiste à enlever des combustibles irradiés, non seulement l'uranium et le plutonium, mais des corps à vie longue qui constituent ce qu'on appelle les actinides mineurs, c'est-à-dire des produits plus lourds que l'uranium, l'actinium, l'américium et le curium, ainsi qu'éventuellement certains produits de fission à vie longue.

Nous allons parler de cette séparation.

La transmutation consiste ensuite à essayer de détruire ces produits dans des flux de neutrons que l'on trouve dans les réacteurs ou dans des systèmes associés à des réacteurs. Les présentations des questions sont données sur le tableau. Elles sont regroupées en trois grands sujets, le « comment », le « pourquoi » et le « quand » de ces technologies de séparation et transmutation.

*(Film)*

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.-** Je propose de demander aux trois intervenants qui sont à la table de faire leur exposé.

Je vous demanderai de respecter les sept minutes fatidiques. Deuxièmement, j'espère qu'il n'y aura pas trop de redondances, dans vos exposés, avec les données apportées dans le film.

**PHILIPPE PRADEL.-** Je suis directeur de l'énergie nucléaire au CEA et je vais vous présenter les résultats de quinze années de recherches en la matière, qui n'ont pas été menées seulement par le CEA. Le CEA était pilote de ces recherches, mais ont été associés à ces recherches le CNRS et un certain nombre de laboratoires étrangers. Je me fais donc le porte-parole de cet ensemble-là.

Très schématiquement, il y a à la fois sur ces schémas les valeurs pondérales des différents matériaux et les valeurs en toxicité, puisque nous sommes en train d'essayer, là, de réduire la toxicité des déchets ultimes par des recyclages supplémentaires.

A gauche, vous voyez les 95 % et les 4 % de matières conditionnées dans les technologies d'aujourd'hui en pondéral, ce qui permet des réductions de volume, et, à droite,

en toxicité, ce qui permet de voir, si on veut réduire la toxicité, à quoi il faut s'attaquer dès lors et comment.

Le plutonium est la principale composante de la toxicité du combustible usé. Son recyclage se fait et c'est lui qui permet d'afficher déjà des résultats actuellement.

Le deuxième contributeur est les actinides mineurs, neptunium, américium, curium, qui représentent environ 10 % de la toxicité du combustible usé.

Ensuite, vous avez les produits de fission qui présentent moins de 1%.

L'ordre assez naturel est de s'attaquer d'abord aux actinides mineurs, puis aux produits de fission, s'il est possible pour certains.

Vous avez sur cette planche les maîtres mots en matière de séparation poussée. Sur l'axe 1, vous avez l'économie de matière, la réduction de la toxicité et de la thermique des stockages. Nous avons vu que la thermique est un sujet important en matière de dimensionnement des entreposages ou des stockages, et par des recyclages multiples on peut également réduire la thermique des déchets.

Cette planche illustre le fait que se trouvent dans cette réduction des déchets de moyenne activité à vie longue et que ceci a été « capitalisé » pendant les quinze années qui viennent de s'écouler, dans le sens où la recherche a été entièrement transférée à l'industrie et que les résultats sont déjà tangibles aujourd'hui.

Concernant la chimie, sans rentrer dans les détails de la radiochimie, c'est une science très complexe sur laquelle on a, en quinze ans, mis les équipes du CEA et des équipes associées au meilleur niveau mondial pour essayer de séparer l'ensemble des produits dont je parlais tout à l'heure, produits de fission à vie longue ou actinides mineurs.

L'ensemble de ces séparations est aujourd'hui démontré à l'échelle de laboratoire. Cela a été un résultat extraordinaire en matière de recherche. Quand on se replace quinze ans en arrière, peu de gens pensaient que ce challenge serait tenable. Aujourd'hui, à l'échelle de laboratoire, on sait séparer tous ces produits. On est même en train, en ce moment même, de faire des démonstrations un peu plus quantitatives, qui ne sont pas encore l'échelle industrielle, mais qui se portent sur une quinzaine de kilos de matière. Vous avez vu ce matin qu'on parlait régulièrement, dans le cycle du combustible, plutôt de centaines de tonnes. C'est donc encore peu mais, si les résultats sont satisfaisants d'ici la fin de l'année, cela montrera qu'on est sur la voie d'une industrialisation possible de ces technologies de séparation.

Il s'agit réellement de chimie de haut niveau, qui a mis la France à un haut niveau de radiochimie car il faut trouver des molécules capables de capturer sélectivement un produit dans une solution où il y en a des dizaines, voire des centaines si on compte tous les isotopes. Ce sont donc des molécules très dédiées qui sont d'abord calculées par ordinateur, testées ensuite en inactifs et qui doivent en plus résister aux agressions de l'ensemble d'un procédé nucléaire. Ce sont donc des résultats tout à fait convaincants en la matière.

La séparation n'est pas une finalité en soi. Il faut être capable, à partir des matières récupérées, de les incinérer –c'est-à-dire de faire en sorte qu'elles se transforment, soit en

produits stables, soit en un autre produit radioactif qui aurait une durée de vie courte et qui, de ce fait, pourrait être géré plus facilement en matière de déchet ultime.

Dans le film, on disait que la faisabilité n'est pas acquise. La faisabilité de la transmutation en termes de phénomène physique est connue et ne pose pas de difficulté de principe depuis très longtemps. Elle nécessite simplement des spectres de neutrons rapides et ne peut pas s'effectuer dans les réacteurs actuels, même si certaines choses peuvent se faire, mais, schématiquement, transmuter les actinides mineurs dans les réacteurs actuels n'est pas une option physiquement très satisfaisante. En revanche, dans les flux de neutrons rapides, on sait depuis très longtemps que c'est faisable. On connaît les mesures. Par contre, les démonstrations sont longues parce qu'il faut passer dans des réacteurs longuement, plusieurs années, puis faire des analyses. Un certain nombre de choses ont été faites dans Phénix bien avant la loi de 1991, et depuis, qui ont permis d'acquérir les connaissances suffisantes pour en confirmer la faisabilité scientifique. Il est vrai qu'il faudra dans le futur passer à des quantités un peu plus importantes et ce seront des délais relativement longs nécessitant des irradiations dans des réacteurs du type de Phénix ou d'autres réacteurs qui existent dans le monde, capables de suppléer Phénix, le jour où il sera arrêté.

Contrairement à la séparation, où le côté scientifique était non acquis mais où on imaginait assez bien la technologie, ici, le côté scientifique est acquis mais il faut arriver à faire un certain nombre de démonstrations et d'étapes pour montrer que c'est industrialisable en 2040.

Dans ces questions, il faut faire attention. On dit que c'est peut-être faisable en 2040, l'objectif affiché étant d'être industrialisable. Les réalités scientifiques et les réalités de laboratoire, on les a aujourd'hui. La formulation de la question générale de la matinée laissait penser qu'on n'en était même pas au niveau de la faisabilité. La faisabilité est connue et acquise.

La mise en œuvre, en revanche, est longue. Elle est établie dans des réacteurs à spectres de neutrons rapides et on en étudie deux grands types, le type réacteur électrogène de quatrième génération –qui a été présenté dans le film– et l'ensemble de ce qui est étudié dans le cadre international de ces réacteurs, qui seront capables de le faire à l'horizon 2040. Et on étudie également des systèmes dédiés, qui sont la partie droite de cette planche, qui sont aussi des systèmes à neutrons rapides, mais dont la seule fonction que l'on spécifie est d'être des incinérateurs d'actinides mineurs.

Cela pose des problèmes nouveaux, des problèmes à résoudre, des combustibles, mais c'est une voie qui peut aussi avoir son intérêt dans le cadre d'un plan global et dans la durée. Nous avons donc les deux fers au feu, sachant que l'un d'entre eux est plus avancé industriellement, mais on mène aussi l'autre dans un cadre international et en particulier européen.

Qu'est-ce que cela donne en termes de résultats, à la fois quantitatifs et en termes de radiotoxicité ? J'espère que cela répond à la question de Bernard LAPONCHE. Pas de retraitement pour un parc du type du parc français. Vous avez sur cette planche, en termes de déchets et de contenu de radiotoxicité, combien il y a de toxicité dans les déchets ultimes, sans retraitement, en m<sup>3</sup> pour l'un et en tonnes pour l'autre. Le traitement recyclage tel qu'il est fait aujourd'hui permet une diminution importante des déchets de haute activité et du

plutonium dans les déchets. En revanche, il maintient les actinides mineurs. On est à quelque chose comme 10 % seulement de la toxicité, ce qui est déjà bien. Et, si on veut aller plus loin, la dernière étape, dont nous parlons aujourd'hui, séparation-transmutation, vous voyez que les trois premières colonnes sont à peu près les mêmes et que c'est seulement dans la réduction des actinides mineurs que l'objectif est de gagner un facteur 100, c'est-à-dire de ne plus rester qu'avec une toxicité de 1 % du combustible usé, c'est-à-dire les pertes inévitables de l'ensemble et des produits de fission.

J'en profite pour dire que, sur les produits de fission, j'ai bien montré que leur séparation était possible. Par contre, leur transmutation aujourd'hui, avec les techniques que nous connaissons, ne paraît pas possible à mettre en œuvre. C'est donc une piste qui a été regardée, mais simplement dans l'idée éventuelle de dire qu'on les sépare et qu'on les conditionnerait autrement si le besoin s'en faisait sentir, mais la transmutation est extrêmement complexe et mettable en œuvre à échéance lointaine.

En résumé, on est dans une dynamique de progrès entre les différents modes de gestion et la réduction de leur volume, de leur quantité, de leur toxicité, avec toutes les grandeurs caractéristiques prises en compte. On a ouvert un grand nombre de possibilités par la recherche aujourd'hui. Toutes les séparations, les transmutations, les réacteurs nouveaux, avec une objectif non pas très lointain, mais à 2040 pour une industrialisation. On est aujourd'hui à un stade où les réalités scientifiques sont acquises. Le laboratoire sait faire. On va le faire à échelle un peu plus grande dans les années à venir, et ensuite seulement on pourra passer à une industrialisation réelle à cet horizon de 2040.

**HERVE NIEFENECKER.**- Je vais vous parler d'une façon d'aborder le cycle thorium. Je parle au nom de la commission énergie de la Société française de physique, qui regroupe en particulier des physiciens des réacteurs du CNRS et de l'université. Elle regroupe peu de physiciens de réacteurs du CEA, mais des physiciens nucléaires. C'est une façon de pouvoir donner un point de vue un peu hétérodoxe par rapport au point de vue dominant que l'on a entendu largement ce matin.

Cette diapositive vous montre ce qu'on entend par les cycles régénérateur ou surgénérateur.

Le premier, celui que vous connaissez pratiquement tous maintenant, est celui du cycle uranium-plutonium, qui montre que, par capture de neutrons sur l'uranium<sub>238</sub>, on arrive à produire du plutonium<sub>239</sub>, qui est fissile. C'est le type de cycle qui est en œuvre dans Phénix et qui était en œuvre dans Superphénix.

Le cycle thorium-uranium est très semblable. On dispose de thorium<sub>232</sub> dans la nature en quantités plus importantes que l'uranium, d'ailleurs, et, par capture de neutrons sur ce thorium, on obtient un noyau fissile qui est l'uranium<sub>233</sub> qui donne en principe la possibilité de faire la même chose que ce qu'on fait avec le cycle uranium-plutonium.

Un des avantages de ce cycle, est qu'il produit beaucoup moins de radiotoxicité de noyaux lourds. La radiotoxicité, en fonction du temps des produits de fission, est la même dans les deux cycles. Par contre, vous voyez une grande différence entre trois courbes : les REP actuels donnent une évolution de la radiotoxicité en fonction du temps. En bas, cela va jusqu'à 100 millions d'années. Au milieu, vous avez ce que donneraient les radiotoxicités en

fonction du temps dans un cycle uranium-plutonium, comme Superphénix, et celui du bas est ce qu'on pourrait espérer d'un cycle thorium-uranium<sub>233</sub>. Vous voyez qu'on gagne pratiquement deux ordres de grandeur à chaque étape, au moins.

C'est une des raisons qui font qu'on s'intéresse à ce cycle thorium-uranium.

Un des points importants est celui de savoir si on peut faire au moins de la régénération, c'est-à-dire produire autant d'uranium<sub>233</sub> dans le cycle qu'on en consomme pour faire de l'énergie.

On regarde d'abord combien on a de neutrons disponibles dans le fonctionnement d'une réacteur, précisément pour faire cette surgénération. Vous voyez là qu'il y a d'une part, à gauche, des cycles qu'on peut envisager avec des neutrons thermiques et, à droite, des cycles qu'on peut envisager avec des neutrons rapides. Avec les neutrons thermiques, le cycle uranium-plutonium ne peut pas être surgénérateur et ne peut même pas être générateur. Il manque à peu près 0,5 neutron par neutron pour le faire. Au contraire, le cycle thorium-uranium peut être surgénérateur en neutrons thermiques. Cela fait aussi une grande différence par rapport au cycle uranium-plutonium, qui lui n'est surgénérateur ou régénérateur qu'en neutrons rapides. En neutrons rapides, par contre, le cycle uranium-thorium est manifestement moins intéressant que le cycle uranium-plutonium, de ce point de vue.

Ce qui compte aussi, ce n'est pas seulement le nombre de neutrons disponibles pour faire la surgénération, mais l'inventaire dans les réacteurs. Chaque année, on va produire une certaine quantité de plutonium ou d'uranium<sub>233</sub>, qu'il faut rapporter à l'inventaire total pour avoir une sorte de facteur de mérite. Or, les inventaires dans le cas d'uranium-plutonium, même si on peut discuter de la quantité, celle-ci ayant été donnée par M. Carré(?) du CEA, sont de 7 tonnes dans le coeur et 7 tonnes dans le circuit de retraitement. Avec des surgénérateurs thorium-uranium<sub>233</sub> thermique, on peut espérer 1,5 tonne dans le coeur et 1,5 tonne en retraitement, donc des inventaires nettement plus faibles.

Cela donne en quelque sorte le facteur de mérite de ces différents systèmes, et vous voyez que le facteur de mérite du système thorium-uranium<sub>233</sub> est de l'ordre de grandeur du facteur de mérite de l'uranium-plutonium. C'est donc intéressant d'essayer de regarder ce qu'on peut faire.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Peux-tu essayer de te focaliser sur les principales conclusions des avantages de la filière thorium par rapport à l'autre ?

**HERVE NIEFENECKER.**- Je viens de le dire.

Le plus intéressant, c'est que, pour faire des réacteurs qui utilisent le thorium-uranium<sub>233</sub>, il y a une piste dominante étudiée au CNRS qui est les réacteurs (*inaudible*) fondu. C'est vraiment une technologie de pointe. Par contre, il y a des réacteurs qui s'appellent des réacteurs Candou(?), qui sont des réacteurs à eau lourde canadiens qui semblent très proches au moins de la régénération.

Si on prend le MOX-thorium, la proposition qu'on aurait tendance à faire, c'est : pourquoi pas, au lieu de faire du MOX comme on le fait actuellement, plutonium-uranium, faire du MOX thorium-plutonium ?

Si on en regarde les caractéristiques, on voit qu'on produit actuellement environ 15 tonnes de plutonium par an, on fabrique 300 tonnes de MOX et on incinère, grâce au MOX, environ 5 tonnes de plutonium. Si on faisait du MOX thorium-plutonium, on produirait aussi 2,5 tonnes d'uranium<sub>233</sub>. En termes de possibilités de régénération, au bout de 60 ans de fonctionnement d'un parc REP de 60 Gw, si vous faites de l'UOX pur, c'est-à-dire sans retraitement, sans MOX, vous avez à peu près autant de réacteurs de type Superphénix que le nombre de réacteurs REP au départ.

Si vous faites du MOX, vous en perdez. C'est un des inconvénients du MOX, c'est qu'il brûle du plutonium qui est au fond une matière utile pour pouvoir développer un parc de surgénérateurs. Mais si vous faites du MOX ThPu, vous perdez un peu sur le plutonium, mais vous gagnez sur les surgénérateurs possibles en uranium<sub>233</sub>, ce qui permettrait d'utiliser la technologie MOX sans perdre en matières fissibles utile, tout en perdant un peu sur les actinides mineurs et sur le plutonium.

**M. LEFÈVRE.**- Je suis membre de la Commission Nationale d'Évaluation. Tout le monde connaît maintenant la CNE. Nous sommes douze experts nommés dans le cadre de la loi de 1991 pour évaluer les recherches menées par les acteurs de la loi, le CEA ou l'Andra.

Considération préliminaire, la séparation et la transmutation forment un tout. C'est global : les réacteurs de transmutation, les usines de séparation et les usines de fabrication de matériaux à transmuter, c'est-à-dire soit des combustibles, soit des cibles.

Nous avons sélectionné huit points clés de toutes les études d'évaluation qui ont été faites sur les recherches qui viennent de vous être présentées.

\ Premier point : sur la séparation.

Nous considérons que c'est un succès du CEA, qui a mené à bien, d'abord sur la faisabilité scientifique, ces études de séparation des actinides mineurs.

Nous avons mis americium-curium, parce que ce sont les plus difficiles, mais il ne faut pas oublier le neptunium dont la faisabilité technique a été apportée cette année par les essais dans le pilote de plus grande taille. Cette faisabilité technique pour americium-curium n'est pas encore faite puisque c'est prévu au programme de 2005. Cela devrait l'être pour la fin de l'année.

\ Le deuxième point clé porte sur les produits de fission.

J'ai vu que, dans les questions présentées tout à l'heure, l'une d'elles concernait les produits de fission. Du point de vue de la séparation, le CEA a mené à bien les études concernant la séparation de l'iode, du technicium et du césium, à ceci près que le technicium n'est pas totalement en solution. On ne peut donc pas en récupérer la totalité.

Par contre, la transmutation du césium n'est pas envisageable. Elle n'est pas possible pour des raisons physiques qui sont liées à la composition du césium de fission, qui comporte un élément stable, le césium<sub>137</sub>. De ce fait, il faudrait faire de la séparation isotopique si on voulait faire disparaître le césium<sub>135</sub> qui est à vie longue.

En revanche, on n'a pas de solution technique pour l'iode et le technicium, ce qui n'est pas réhibitoire pour l'avenir. Il est possible que l'on trouve des matériaux convenables pour faire la transmutation pour l'iode par exemple.

La faisabilité scientifique des systèmes de transmutation a déjà été apportée, mais pas sa faisabilité technique. Deux systèmes sont possibles, soit utiliser les combustibles standard, soit utiliser des cibles dédiées directement pour la transmutation, c'est-à-dire systèmes homogènes ou systèmes hétérogènes.

\ Troisième point clé

Les réacteurs à eau sous pression du parc actuel se prêtent très difficilement à un multirecyclage du plutonium et des actinides mineurs.

\ Quatrième point clé

Je ne refais pas de nouvelle présentation des systèmes déjà présentés. Nous considérons, à la CNE, que le système ADS est le principal système de transmutation pour lequel des études de base et expérimentales sont menées depuis plus de dix ans.

Cela a été dit, c'est un système dédié à la transmutation et qui n'est pas réellement producteur d'énergie. La CNE a soutenu vigoureusement le fait qu'il y ait un démonstrateur européen.

\ Cinquième point clé

Concernant les RNR sodium, on a cité Phénix, puisqu'on l'utilise encore pour des expérimentations. On a parlé de Superphénix, mais c'est un peu tard. Le RNR sodium est une technologie qui a démontré de façon tout à fait claire qu'on pouvait faire de la transmutation avec des combustibles standard. On l'utilise à Phénix avec des cycles qui sont actuellement en irradiation.

Dans la génération IV, qui a été présentées par M. PRADEL, un système, qui n'a pas été mis qui est retenu par la France est le réacteur à neutrons rapides à gaz. Dans ce concept, ce serait certainement possible aujourd'hui de faire de la transmutation, mais la CNE considère que le RNR gaz est encore à un stade trop informel, surtout à l'état de concept, pour que l'on puisse en parler valablement.

Concernant les cibles combustibles, la transmutation peut être faite de manière homogène en utilisant les combustibles ou de manière hétérogène en fabriquant des cibles de transmutation.

\ Sixième point clé

L'étude des combustibles et des cibles pour les transmutations est aussi, comme la séparation, un des points forts des recherches qui ont été menées par le CEA depuis près de vingt ans. La faisabilité technique n'est acquise actuellement que pour les combustibles à base d'oxydes peu chargés en actinides mineurs, pour les REP et les RNR sodium sur les réacteurs qui étaient à la disposition du CEA.

\ Septième point clé

La question clef de la gestion du curium appelle des travaux bien plus approfondis. Cela n'a pas été soulevé jusqu'à présent, mais, dans les actinides mineurs, le curium est un élément qui dégage une énergie thermique très importante et qui pose donc beaucoup de problèmes pour la fabrication des composés dont on a besoin pour faire la transmutation.

C'est donc une difficulté qui n'est pas résolue aujourd'hui.

\ Le huitième point clé

La CNE considère que les avantages de principe du cycle thorium dont on vient d'avoir un exposé très détaillé M. NIEFENECKER, méritent d'être étudiés.

Principaux résultats de l'évaluation.

Les avancées scientifiques majeures portent sur la séparation chimique, d'une part, et sur la confirmation des oxydes comme support de transmutation des actinides mineurs, d'autre part.

Pour la transmutation elle-même, on a aujourd'hui une faisabilité scientifique, mais la faisabilité technique reste à démontrer. Et, tant pour la séparation que pour la transmutation, nous considérons qu'il y a encore un long chemin faire, sans doute plus long sur la transmutation que sur la séparation, sur lequel la faisabilité industrielle est une décision à prendre plutôt après la démonstration de la faisabilité technique.

**JEAN\_PAUL SCHAPIRA.**- Je remercie les trois orateurs.

Nous avons eu une description assez complète, peut-être un peu ésotérique pour certains, du tableau technique de la transmutation et de la séparation.

Je pense qu'il va falloir aborder maintenant, à partir des orateurs, notamment à cette table ronde, les aspects du « pourquoi » et du « quand », c'est-à-dire l'impact de cette technologie, les inconvénients et les avantages, les problème de coûts, les conditions dans lesquelles de telles filières –qui sont de véritables filières nouvelles– pourraient se développer.

Peut-être sur ces différents points, pouvons-nous quitter un peu le technique pour aller vers l'économique et le social. Je serais assez tenté de demander ce qu'en pensent des gens comme M. DESSUS ou M. BELLOT.

**BENJAMIN DESSUS.**- J'ai envie de ne pas discuter de la recherche, parce qu'on peut faire confiance aux chercheurs. Ils nous disent qu'ils vont arriver à tel résultat. Espérons qu'ils y arriveront.

C'est plutôt ce qui se passe si on arrive au résultat qui m'intéresse.

D'abord, cela ne doit pas être très simple, parce qu'il faut aller jusqu'à 2040 pour mettre tout cela au point. Cela veut dire qu'on prend un risque non négligeable.

Et, au moment où c'est au point, il faut monter un système industriel.

Je vais vous faire une description qui m'est donnée par quelqu'un, dont je dirai après de qui il s'agit, du système industriel qui permettrait de transmuter : des usines de fabrication continue de nouveaux combustibles, utilisant les isotopes du plutonium et leurs descendants très radioactifs, des usines d'extraction mécanique et chimique continues de plutonium et de ses descendants pour fabriquer les combustibles pour les RNR, des outils de manutention robotisée pour la matière hautement radioactive, notamment pour se protéger des émissions de neutrons, des moyens pour les transports continus entre toutes les usines –à moins qu'elles ne soient regroupées en un seul lieu où serait ainsi créé un énorme complexe nucléaire–, des moyens pour assurer la sécurité, soit des transports entre les éléments du réseau d'usines, soit du complexe. Ce dernier poserait des problèmes de type protection d'une forteresse avec un important personnel. Enfin rejets et déchets de toute nature de ce complexe nucléaire poserait mille problèmes.

On a là une description d'un outil extraordinairement complexe. Et c'est Robert Dautret qui fait cette description, ancien commissaire à l'énergie atomique, dans son rapport à l'Académie des sciences.

Cela prouve que la question est très complexe puisqu'on nous demande trente-cinq à quarante ans d'efforts de recherche, donc une première difficulté, et, derrière cela, la mise en place d'un complexe industriel très nouveau qui présente de nouveaux risques.

Il faudra comparer le bilan de cette opération en bout de chaîne. Est-ce que le jeu en vaut la chandelle ? quelle est la nature du pari qu'on prend ? Vous voyez qu'on s'engage déjà dans quelque chose de très long terme, sans avoir de base très sérieuse de description du système industriel qui va derrière.

**JEAN-CHARLES BELLOT.**- Est-il possible d'avoir le graphique de décroissance dans le temps des déchets ?

Je travaille à La Hague, je suis au conseil d'administration du CEA pour la CFDT.

J'aimerais m'appuyer sur cette courbe car elle assez parlante. La courbe du dessus représente le combustible complet. Cela peut être aussi des colis qui ne sont pas stockables en surface et sont donc à un niveau d'activité assez élevée et de vie longue. On voit donc que leur décroissance est très longue et qu'ils relèvent donc du stockage profond.

Pour la zone intermédiaire, c'est le conteneur de verre tel qu'il est actuellement, avec une forte proportion d'américium, qui est un radionucléide à une période assez longue, de l'ordre de 500 ans, donc lui aussi une décroissance assez lente, de l'ordre de 10 000 ans pour arriver à un niveau qui se rapproche du stockage de surface et du niveau d'uranium naturel.

La troisième courbe est celle des produits de fission. Il reste deux éléments ennuyeux qui sont majoritaires : le **trancium** (?) et le césium, qui ont quand même trente ans de période. C'est tout de même gênant, car il faut attendre un bon moment, 100 ans, pour qu'ils décroissent d'un facteur 10 et, comme les activités sont très élevées, il faut attendre

assez longtemps. Néanmoins on serait plus près, dans cette courbe, de la notion d'entreposage de longue durée que de celle de stockage définitif.

Par conséquent, moi qui suis un employé de La Hague et qui travaille avec les autres sur la manière de conditionner au mieux et de trouver des solutions –ce qui n'était pas notre vocation initiale–, je me demande si la transmutation peut me permettre de glisser de la courbe 1 vers la courbe 3.

Est-ce que, même au final, je pourrais imaginer de ne pas avoir besoin du stockage profond ? Autrement dit, est-ce que les outils qui s'annoncent dans le temps, même si on y met du temps, permettent d'arriver à cette solution ?

C'est la première interrogation.

J'estime en effet que, dans la situation actuelle, le retraitement n'est pas assez abouti. On l'a bien vu dans les discussions de ce matin, qui sont tout à fait justifiées à mon avis. Historiquement, on n'a pas fait l'usine La Hague pour retraiter les déchets mais pour faire ressortir le plutonium pour les besoins militaires, ensuite les besoins civils de la filière surgénérateur.

Les choses évoluant, cet outil est-il bien adapté ?

Je pense qu'il n'est pas suffisamment bien adapté pour avoir une politique de traitement de déchets suffisamment aboutie. Par conséquent, nous attendons la transmutation, et nous attendons même que des prototypes s'installent sur le site de La Hague ou de Marcoule, pour qu'on commence à y voir clair. Est-ce que les prototypes en question peuvent être faits rapidement ? J'ai constaté au cours des journées parlementaires du début de l'année qu'il y avait deux écoles : une école CEA très calée sur les RNR, y compris sur les surgénérateurs au sodium, qui font un retour en fanfare ; et une autre école, plutôt celle des ADS –des accélérateurs– et une certaine agressivité entre les deux écoles.

J'aimerais bien savoir si les ADS peuvent nous amener quelque chose.

Voici un transparent qui est un extrait du rapport de la CNE qui m'a posé quelques interrogations. Il suffit de le lire pour voir ce qu'il en est.

Il semble que la filière ADS soit dénigrée d'une certaine façon, pour amener finalement la filière RNR, qui a peut-être de l'intérêt, mais qui est aussi une filière au plutonium. Or, le plutonium est quand même, pour nous, le produit le plus embêtant de tous. Faire une rotation à l'équilibre de ce plutonium avec plusieurs centaines de tonnes et tous les problèmes que cela peut entraîner, en tant que citoyen, je me dis qu'il y a peut-être d'autres solutions qui méritent d'être explorées.

Je pense qu'il faut que la CNE se penche sérieusement sur l'affaire des ADS, parce que je crois que les projets ADS pour la Belgique sont un prototype autour de 2012-2015. C'est beaucoup plus rapide que les filières dont on parle au CEA, en particulier les filières rapides.

Je crois qu'il faut que la CNE fasse son travail, et je conclurai en disant que, au vu de ce que j'ai lu là, je crois que la CNE devrait même poursuivre son travail pour les

réacteurs futurs, puisqu'elle l'a entrepris pour les déchets radioactifs. C'est en effet un enjeu très important, y compris pour les déchets. Peut-être aussi faut-il qu'elle entreprenne ce travail car on a besoin d'un avis indépendant pour voir comment doivent évoluer les choses sur le plan de l'énergie.

Je pense qu'il faudrait que cette CNE prenne en charge le poids relatif entre le nucléaire et les énergies renouvelables, car c'est très important. Au niveau industriel et de l'emploi, on ne peut pas ne parler que du nucléaire et continuer à ignorer les énergies renouvelables, alors qu'il y a énormément à faire de ce côté-là.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Je vous remercie pour cette intervention.

Puisque la question 32 reprend la question des ADS, c'est-à-dire des systèmes tout à fait différents des réacteurs à neutrons rapides, le CNRS peut peut-être nous dire en deux mots quelle est sa démarche et pourquoi il s'y intéresse.

Je demanderai ensuite à Jean LEFEVRE d'apporter quelques compléments et la position de la CNE sur ce sujet.

**M. LANCELOT.**- Nous avons une question qui demande pourquoi le CNRS est arrivé dans cette affaire de production nucléaire. C'est essentiellement après la loi de 1991. Mais il faut savoir que, avant, les laboratoires du CRS travaillaient essentiellement par contrat à cette époque avec les gens du nucléaire. A partir de 1995-1996, on a créé ce qu'on appelle un programme interdisciplinaire pour l'aval du site électronucléaire, qui nous a fait créer cinq groupements de recherche –dont un dont j'assume la direction– avec nos collaborateurs du CEA, d'EDF, de Framatome et également de COGEMA.

Ces groupements de recherche ont étudié les différents aspects, à propos d'abord des programmes de séparation-transmutation, puisque nous sommes entrés à partir de cette loi, mais aussi parce que l'on parlait de produire moins de déchets. C'est la raison pour laquelle nous travaillons aussi actuellement sur la faisabilité scientifique de la filière thorium.

Quelle que soit la situation, le CNRS ne sera jamais en état de passer au-delà de son rôle normal. Le CNRS est un organisme de recherche, de production et de diffusion de connaissance. A propos de l'ADS, nous y sommes entrés d'abord en fait par ce qui relevait de notre compétence, c'est-à-dire les nouvelles données nucléaires nécessaires. En effet, comme on l'a dit, les procédés mis en cause dans la transmutation étaient connus du point de vue nucléaire. On fait des réactions de transmutation nucléaire depuis que la physique nucléaire travaille. En revanche, le faire du point de vue technologique et industriel nous a demandé de nouvelles mesures et aussi de prendre en compte d'autres problèmes.

De la même manière, pour la production de neutrons, nous avons fait une série de nouvelles mesures pour répondre aux besoins. Nous avons ensuite travaillé avec les gens du CEA dans une expérience, qui s'appelle Muse, de couplage entre une source de neutrons externe fournie par le CNRS et un réacteur maquette qui s'appelait Mazurka à Cadarache, qui a permis de mieux comprendre comment pourraient marcher ces futurs ADS. Les gens du CNRS et ceux du CEA travaillent sur le développement d'accélérateurs capables de répondre au cahier des charges. Et nous avons également travaillé sur les scénarios.

Je voudrais reprendre certains calendriers qui n'ont peut-être pas été suffisamment bien compris. Pour nous, il est possible de décider un démonstrateur d'ADS dans les années 2012-2015. Le programme EUROTRANS, qui pilote un peu la recherche au niveau européen, va se terminer en 2008 et, derrière, on aura la possibilité de choisir la construction d'un démonstrateur. Pour 2040, ce sont des systèmes industrialisés, qui seront d'ailleurs faits en dehors des compétences du CNRS, et de loin. Mais, pour nous –et nous travaillons aussi de façon très proche avec les collègues belges–, il nous semble nécessaire de définir au plus vite ce système démonstrateur de système accélérateur couplé à un réacteur pour démontrer ses capacités en transmutation.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Je suis un peu ennuyé, car je pense que la salle aurait été très intéressée qu'on lui dise en deux mots en quoi les ADS sont intéressants.

Nous allons demander à Philippe PRADEL de nous dire en deux mots l'intérêt des ADS par rapport aux réacteurs à neutrons rapides critiques.

**PHILIPPE PRADEL.**- Je voudrais d'abord dissiper un malentendu.

Premièrement, il n'y a vraiment pas de querelle d'écoles sur ce sujet. Deuxièmement, il n'y a pas discours anti-science disant « vous avez besoins de faire 35 ans de recherche pour faire quelque chose qui marche ». Il y a des plannings raisonnables et raisonnés en la matière. Quand on dit qu'on peut être industriel en 2040, cela veut dire qu'on a déjà un démonstrateur et qu'on n'a pas besoin de 35 ans de recherche, etc. Ce sont réellement des engagements forts et nous sommes à un stade avancé. Quand on dit qu'on peut par ailleurs faire un démonstrateur en 2015 d'un ADS, je n'ai pas d'états d'âme, mais ce n'est pas le même objet. Cela, c'est un objet qui permettra de démontrer que c'est faisable.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- En quoi est-ce intéressant ?

**PHILIPPE PRADEL.**- L'intérêt éventuel de ce type de procédé par rapport aux réacteurs à neutrons rapides, c'est de séparer les fonctions, c'est de dire d'un côté qu'on a un système de production d'électricité basé sur des réacteurs à eau ou des réacteurs à pile durables ou que sais-je encore, et de l'autre qu'on a déjà quelques objets qui s'occupent d'incinérer ces produits à vie longue. L'intérêt est donc là, mais c'est un intérêt intellectuel aujourd'hui qui reste à démontrer sur le plan scientifique. Mais il n'y a pas de querelle d'écoles. Je ne peux pas l'accepter. On ne parle toutefois pas des mêmes plannings. Quand on dit qu'on fait un démonstrateur, en 2015, on a l'impression de dire qu'en 2015 on a un objet, alors que, pour les autres c'est 2040. Ce n'est pas du tout le cas. L'objet de 2015 existe déjà dans les technologies rapides. Il faut bien le faire comprendre.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Il n'y pas de querelle, on l'a compris.

**PHILIPPE PRADEL.**- Il n'y a pas de querelle, et il ne faut pas non plus faire prendre des vessies pour les lanternes, c'est-à-dire montrer des plannings avec des dates qui n'ont pas le même sens dans un cas et dans l'autre.

Je pourrais aussi dire un mot sur le thorium. Le thorium est également intéressant. Cela a été regardé depuis à peu près quarante ans. Personne ne l'a retenu aujourd'hui, ce qui ne veut pas dire qu'il ne faut pas le faire, mais on en est à peu près au nucléaire des années 50,

avec le thorium. Si on veut le mettre en œuvre, ce sera industriel dans les années 2070 ou 2080. Ce n'est pas pour autant que ce n'est pas intéressant.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Je voudrais recentrer le débat sur des questions qui paraissent dans les auditions du public. Benjamin DESSUS a répondu sur le problème des risques. Il y a également le problème des coûts de ces systèmes, de leurs avantages par rapport à l'option actuelle qui consiste à se fonder sur le stockage géologique profond. Est-ce contradictoire avec le stockage profond ? Ce sont de véritables questions.

Et il y a également des questions de Mme SENÉ sur les limites de la transmutation. Toutes ces questions devraient être discutées ici.

**BENJAMIN DESSUS.**- Sur la transmutation, manifestement cela ne résout pas tous les problèmes. Cela ne résoudra pas le problème de tous déchets mais cela n'en résoudra qu'une partie. En revanche, cela en crée de nouveaux, par principe.

Deuxièmement, il est évident qu'il y a aujourd'hui une contradiction totale entre deux discours, l'un sur la nécessité de vitrifier les déchets pour les faire tenir 300 000 ans et l'autre sur le fait que l'on va savoir les transmuter et que par conséquent, comme pour le sapeur Camembert, on fait un trou pour mettre la terre du trou précédent. Il faudra casser ces déchets avec beaucoup de difficulté, puisqu'on a fait quelque chose de très solide, de façon à pouvoir les dévitrifier et les transmuter. Par conséquent, dans cet ensemble de choses, on cherche une logique et une cohérence dans laquelle on a beaucoup de mal à se retrouver.

Dernier point, certes, la recherche étant faite, on n'en a plus que pour quarante ans à faire un produit industriel, mais M. LAPONCHE pose vraiment la question de la même façon. Quand on a commencé à faire le premier réacteur nucléaire REP, on en savait beaucoup moins sur le nucléaire qu'on en sait aujourd'hui. Quinze ans plus tard il y avait des réacteurs industriels. Pourquoi nous en faut-il trente-cinq ? Ne serait-ce pas tout simplement parce qu'on a envie de laisser la place au nouvel EPR pour faire plaisir à COGEMA et à EDF ?

**FLORENCE FOUQUET.**- Je vais répondre pour essayer de donner une sorte de rationalité à tout cela, à partir de toutes les contradictions qui ont été soulevées.

Je pense qu'il n'y a pas de contradiction entre le fait que la transmutation ne peut pas s'appliquer aux déchets déjà conditionnés et vitrifiés et le fait qu'elle peut avoir un intérêt.

Je crois que les recherches qui ont été menées dans le cadre de la loi de 1991 ont permis de montrer que les organismes de recherche ne sont pas concurrents mais complémentaires. Heureusement d'ailleurs, puisqu'on a vu que peu importe le débat sur la date. Une décision éventuelle en 2006 sur la séparation poussée et la transmutation n'est pas une décision d'industrialisation mais une décision de poursuite des recherches

La logique de l'axe 1 est tout simplement de chercher s'il y a une voie d'amélioration par rapport à ce qu'on fait actuellement pour aller encore plus loin dans ce qu'on appelle la réduction de la toxicité ou la réduction des volumes ou si on estime qu'il n'y a plus de voies. C'est cela, et ce n'est pas du tout contradictoire avec le fait qu'on a une méthode pour conditionner des déchets et notamment la méthode de la vitrification, par

laquelle on cherche à être le plus propre et le plus sûr possible et donc à avoir un procédé qui est quasiment irréversible, car l'objectif est d'avoir des conditionnements qui durent longtemps et qui soient sûrs.

En ce qui concerne l'objectif de l'axe 1, je pense que ce n'était pas clair en 1991. Les trois axes de recherche étaient vus comme concurrents, avec l'idée qu'on pouvait tout faire disparaître d'un coup de baguette magique de la séparation poussée-transmutation. Doit-on stocker ou entreposer ? Je crois que c'étaient des axes alternatifs. Maintenant, les résultats de la loi de 1991 nous permettent d'avoir une meilleure idée sur ce qui est faisable ou pas et sur ce que seront les prochains jalons, les premières perspectives, et de nous dire que ce sont finalement plutôt des visions complémentaires.

Le débat de 2006 pour les déchets existants, c'est quid entre l'entreposage et le stockage et, au sein du stockage, quid de la réversibilité. Et le débat pour les perspectives du futur, c'est de savoir si on veut aller plus loin dans ce procédé de transmutation qui peut nous apporter des avantages, et, si oui, lesquels.

Il y a une logique dans tout cela, c'est celle de vouloir progresser dans le principe de précaution et, si on veut continuer la recherche sur la transmutation, cela nécessite une bonne discussion pour savoir si on est sûr du principe de précaution ou pas.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Le problème du coût de toutes ces recherches revient dans beaucoup de questions.

**JEAN LEFEVRE.**- Sur ces courbes de décroissance, la présentation telle qu'elle est faite oublie les produits de fission à vie longue. On voit une décroissance à 300 ou 400 ans, ce qui n'est pas du tout raisonnable puisqu'on va se trouver avec des produits de fission à vie longue qui feront qu'on ne pourra pas les entreposer ou les stocker en surface. Je crois donc que c'est une erreur de le présenter de cette manière.

Deuxièmement, l'interprétation qui a été faite du texte de la CNE me paraît tout-à-fait erronée. Je crois que la CNE a toujours soutenu les études ADS. On n'a pas voulu, par honnêteté, dire qu'il n'y avait pas de nombreux problèmes à résoudre, mais on dit bien à la fin du paragraphe qu'ils sont comparables à ceux des réacteurs de génération IV.

Troisième point, la CNE a toujours dit d'une manière très claire et très nette que l'axe 1 ne permettait pas de se passer de stockage géologique, d'abord parce qu'il y a déjà des déchets conditionnés, qu'on ne va pas dévitrifier. Il faudra donc une issue pour ces déchets. D'autre part, les rendements de la transmutation ne seront pas tels qu'on pourra finalement se passer de stockage géologique.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Je voudrais que des personnes de la table commentent le coût des recherches sur ces filières.

Une question est posée : « Faut-il faire un nouveau générateur Phénix, une machine ad hoc ou un autre type de réacteur ? »

On sent que, si on devait aller au-delà de simples recherches et vers un début d'industrialisation, l'axe 1 engagerait des crédits et beaucoup d'argent. Peut-être Mme FOUQUET a-t-elle quelques lumières dont elle pourrait nous faire profiter ?

**FLORENCE FOUQUET.**- Concernant les coûts et le fait de retourner sur les 14 années qui se sont écoulées depuis 1991, un suivi précis des coûts a été fait pour les trois axes. C'est publié tous les ans par le ministère de la Recherche dans le cadre d'un rapport qu'il publie pour faire le bilan de tous les résultats obtenus annuellement. Les coûts sont aussi publiés. Il y a une transparence totale sur le sujet. On arrive à des coûts à peu près équilibrés sur les trois axes, 2,5 milliards d'euros au total. Et, sur l'axe 1 précisément, 800 millions d'euros ont été investis dans cet axe de recherche.

Si on essaie de se projeter dans le futur, vu l'état actuel des résultats, il est assez difficile de pouvoir évaluer correctement quel serait le coût d'une usine de séparation poussée en grandeur industrielle ou le coût de toute une flotte de réacteurs ADS ou de toute une flotte de réacteurs RNR. Je pense que, si le Parlement décide de poursuivre les recherches en 2006, c'est un des axes sur lesquels on devra se focaliser de plus en plus, car, au fur et à mesure que les concepts deviennent de plus en plus précis, il est plus facile de les chiffrer.

En revanche, on sait que l'axe 1, comme les autres axes, nécessitera forcément des investissements importants car, au-delà de l'installation Atalante sur le site de Marcoule qui nous permet de faire des études sur la séparation poussée, il faudra des prototypes intermédiaires entre Atalante et une grande usine, probablement entre 2020 et 2030, et cela aura un coût.

Enfin, pour faire des expériences sur la transmutation, il faudra très certainement un réacteur prototype au même horizon, et cela aussi représente des investissements.

Ce que l'on peut dire aujourd'hui, c'est qu'il faudra probablement que la France ne fasse pas cela seule. Même si on prend une décision nationale en 2006, je pense que le mot d'ordre au niveau de l'établissement de recherche que l'on donnera à la fois au CEA et au CNRS sera vraiment de rechercher des collaborations internationales et de faire cela au niveau européen ou au niveau international. C'est d'ailleurs notamment pour cela qu'on a autorisé le CEA dès février 2005 à être l'un des cinq premiers à signer un accord cadre de coopération sur les aspects réacteurs. C'est le Forum Génération IV. La France a signé en même temps que les Etats-Unis, le Canada, le Japon et le Royaume Uni.

Nous cherchons déjà à avoir une stratégie internationale. Nous recherchons également une valorisation au niveau international de l'outil actuel Atalante pour faire en sorte d'optimiser au maximum son fonctionnement et d'avoir un ancrage important au niveau des programmes européens. Ce sont des programmes de recherche qui concernent aussi tout ce qui est mené par la Commission européenne, celle-ci réfléchissant par exemple actuellement à ce qu'elle appelle une entreprise commune entre les pays européens concernés dans le domaine de l'axe 1.

Pour résumer, pour le futur, ce n'est pas si simple que cela actuellement de dire quels seraient les coûts d'une installation industrielle. Peut-être que pour les prototypes Philippe PRADEL aurait-il plus d'idées que moi. En tout état de cause, le mot d'ordre général

passé aux établissements est que, si on continue la recherche sur ces sujets en 2006, cela ne pourra pas être une recherche seulement française, il faudra mutualiser.

Là où nous avons une chance, c'est que nous sommes à peu près les leaders au niveau international. Pour une fois que c'est le cas sur des technologies, il faut en profiter. Cela nous donnera une position assez forte dans les négociations qui pourront être faites à la fois sur les coûts, la localisation des installations de recherche et le fait que nos scientifiques puissent avoir un rôle de premier plan.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Nous allons prendre une question de la salle.

**FREDERIC MARILLER.**- Je suis un peu perdu dans le débat. J'ai l'impression qu'on a plus un débat sur l'avenir du nucléaire que sur la question qui nous préoccupe, qui est celle des déchets. Si je fais le bilan de ce qui a été dit, on se rend compte d'une part que, quand on parle de la transmutation, cela ne concerne pas les déchets qui existent actuellement, et d'autre part je n'ai même pas l'impression que cela va concerner des déchets qui vont être produits par le parc actuel. En effet, si on continue à les vitrifier et que la transmutation arrive en 2040, tous les déchets que l'on aura produits pour le parc actuel ne pourront pas être transmutés. Il faudra donc faire de nouveaux déchets pour pouvoir éventuellement les transmuter. Cela devient une logique absurde.

Ma conclusion est que la transmutation telle qu'on nous la présente ne répond pas à la question qui est posée de savoir ce qu'on fait des déchets actuels et de ceux qui vont être créés par le parc actuel.

Apparemment, c'est un consensus. La transmutation ne répond pas à notre problème actuel.

**FLORENCE FOUQUET.**- Nous ne nous en cachons pas du tout.

**Question dans la salle.**- Pourra-t-on répondre à la question : Après 2008, comment fait-on pour continuer...

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- C'est le problème de l'arrêt de Phénix en 2008.

Je demanderais bien à M. Philippe PRADEL de nous dire quelles sont les pistes sur lesquelles travaille le CEA pour éventuellement remplacer cet outil.

**PHILIPPE PRADEL.**- Je vais quand même faire un petit point sur les coûts. Sur les coûts de recherche, je n'ai rien à redire à ce qui a été dit. La recherche sera partagée de façon mondiale, et la France est au top-niveau.

Mais, sur les coûts d'industrialisation, je ne voudrais pas qu'on reste dans l'idée que tout cela est très compliqué et va coûter très cher. Les coûts du cycle ici représentent une très faible part du coût du kilowatt- heure ; et l'industrie du cycle sera comme toutes les autres industries, c'est-à-dire qu'elle fera, dans le temps, toujours mieux pour moins cher. On peut toujours dire qu'on met du temps à mettre ces technologies en oeuvre. Il faut faire des recherches au niveau international, comme on l'a dit. L'industrialisation viendra et il ne faut pas croire que c'est cela qui va mettre en péril les coûts de production de l'électricité de demain.

Concernant l'après-2008, il est prévu aujourd'hui que Phénix s'arrête dès 2009. D'autres essais sont nécessaires sur la route de la transmutation. On en fera probablement en collaboration internationale avec les Américains et les Japonais en bénéficiant des réacteurs de même nature que celui de Phénix qui existent en particulier au Japon. C'est une première voie.

Une deuxième voie est tout à fait évidente. Si on va vers un développement d'industrialisation de réacteurs de génération IV pour 2040, il faudra faire, dans un contexte national ou international, des réacteurs de démonstration. Si on veut être industriel en 2040, il faut avoir fait auparavant des réacteurs de démonstration.

**Quelqu'un dans la salle.**- Cela ne va pas du tout, car cela veut dire que vous êtes en train de faire quelque chose d'irréversible...

**JEAN LEFÈVRE.**- Dans votre hypothèse, y a-t-il le remplacement de Phénix par un réacteur équivalent et à quelle date ?

**PHILIPPE PRADEL.**- Dans nos plans d'industrialisation pour 2040, il y a des réacteurs, soit de type Phénix si c'est un système sodium qui est choisi, soit à gaz ou d'un autre concept, mais il y a des démonstrateurs à faire aux environs des années 2020, qui permettront ensuite...

**Quelqu'un dans la salle.**- Pouvez-vous répondre par oui ou par non.

**PHILIPPE PRADEL.**- Je réponds « oui ». Je vous dis que ce n'est pas forcément le clone de Phénix. Il faut qu'on statue sur le fait de le développer dans le cadre de cette filière à sodium, une filière à gaz ou tout autre, mais si on entre dans ces développements, il y aura forcément à faire une démonstration préalable à une échelle du type de celle de Phénix dans laquelle se poursuivront les essais de transmutation. En gros, il y a Phénix, des collaborations internationales puis des démonstrateurs en France ou ailleurs. Tout cela se fera dans un cadre international.

**MONIQUE SENÉ.**- C'est une des questions que j'ai posées. D'une part, on ne parle pas vraiment des déchets, et pas du tout de ce qui va être fait maintenant avec ce qu'on a. Mais, d'autre part, prévoir la transmutation pour dans 40 ans, des démonstrateurs et des nouveaux réacteurs veut dire qu'on pèse d'une façon absolument impossible sur la politique énergétique qu'on va mener. Que va-t-on faire ?

Dans cette politique, c'est forcément du nucléaire à tout crin, avec plein de trucs. Il faut donc se décider une fois pour toutes. En 2006, on va parler de déchets. Ici, on est censé parler de déchets et pas du tout de politique énergétique ni de savoir ce qu'on va faire. Il y a quelque chose qui ne va absolument pas. On a complètement débordé le sujet.

Je suis tout à fait désolée. La transmutation en 2040 ? Peut-être, mais seulement s'il y a une discussion réelle sur la politique énergétique, la façon dont elle est faite et ce qui sera dans la politique énergétique.

Je vous rappelle que l'inventaire donne les déchets jusqu'à 2020 et même cela est faux car il est marqué partout que les réacteurs vont vivre 40 ans. Je suis désolée, mais cela

dépasse 2020. Cela veut donc dire que, quand vous parlez des sites que vous avez prévus, même cela est faux.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- À ce stade, nous sommes obligés d'arrêter le débat.

**FLORENCE FOUQUET.**- Nous n'avons jamais caché que l'axe 1 n'est pas la solution pour les déchets existants et une très grande partie des déchets qui seront produits par le parc nucléaire actuel. C'est une voie d'amélioration dans le cas où nous souhaiterions poursuivre dans la voie nucléaire. Cette décision n'a pas été prise et je ne vois pas pourquoi on se priverait, au moment où il y aura le débat en 2020 de renouveler le parc, de proposer des solutions qui sont meilleures sur le plan des déchets. C'est donc une politique d'amélioration par étape. On est en train de travailler sur des horizons qui sont ceux d'un prochain parc. La décision n'a pas été prise. Là où cela colle, c'est que, si on a besoin de construire des démonstrateurs pour la génération IV ou les usines de séparation poussée, ce sera heureusement à l'horizon 2020-2030, à l'époque où nous aurons eu notre grande discussion de politique énergétique.

Enfin, madame SENÉ, vous ne pouvez pas dire que l'inventaire national est faux en s'arrêtant en 2020. Il existe des scénarios qui ont été faits pour l'étude de l'entreposage et du stockage qui vont jusqu'à 2040. Ce sont les modèles d'inventaire de positionnement. Ils sont connus : dossier 2001 de l'Andra et dossier 2005 de l'Andra, parce que nous ne sommes pas des irresponsables et que nous souhaitons pouvoir gérer les déchets du parc actuel et savoir quelles quantités nous aurons. Tout n'est pas parfait, mais quand des choses existent, je ne peux pas accepter qu'on dise qu'elles n'existent pas ou que c'est faux.

**JEAN-PAUL SCHAPIRA.**- Je vous remercie.

*(Applaudissements)*

*(La table ronde est terminée à 13 heures 10.)*