

DÉBAT CONTRADICTOIRE INTERACTIF

**« LES VOIES DE GESTION DES DÉCHETS RADIOACTIFS : STOCKAGE,
ENTREPOSAGE, SEPARATION-TRANSMUTATION »**

18 SEPTEMBRE 2013

DÉBAT PUBLIC

Centre de stockage réversible profond des déchets radioactifs

Animateurs :

- Claude Bernet, Président de la CPDP
- Avec le concours d'une journaliste

Intervenants :

- Fabrice Boissier, directeur de la maîtrise des risques à l'Andra, maître d'ouvrage du projet
- Bernard Bouillis, directeur du programme Technologie du cycle du combustible et gestion des déchets au CEA
- Bernard Laponche, ingénieur de l'École polytechnique, consultant international spécialiste de l'énergie, Global Chance
- Jean-Marie Brom, physicien nucléaire, universitaire et chercheur

Nombre de participants en direct : 515

La journaliste : Bonsoir à tous dans ce débat contradictoire et interactif sur le projet de stockage profond des déchets dans CIGEO, le site de Bure entre Haute-Marne et Meuse ; un projet qui fait l'objet d'un débat public, comme le prévoit la loi pour les très grands projets. Ce débat public s'est déplacé sur internet faute de pouvoir se tenir sur place dans des conditions satisfaisantes.

Cette émission reste un débat interactif. Nous attendons vos questions et réactions en direct par mail à l'adresse question@debatpublic-cigeo.org, ou par SMS au 32 321, mot clé « débat » et sur Twitter avec le hashtag : cigeo.

C'est le deuxième débat d'une série de neuf, destiné à permettre à différents experts de répondre à toutes les questions que vous vous posez sur la gestion future des déchets nucléaires. Le thème spécifique de l'émission d'aujourd'hui porte sur les différentes solutions de gestion de ces déchets radioactifs.

Nous allons y revenir en détail dans quelques instants, après une rapide présentation de nos intervenants de ce soir.

- Claude Bernet, Président de la CPDP, Commission Particulière du Débat public sur CIGEO ;
- Fabrice Boissier, Directeur de la maîtrise des risques à l'Andra, Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs. L'Andra, je vous le rappelle est le maître d'ouvrage du projet CIGEO ;
- Bernard Bouillis, Directeur de programme au CEA, Commissariat à l'Énergie Atomique qui est un organisme public de recherche ;
- Jean-Marie Brom, universitaire et chercheur à l'université de Strasbourg, expert indépendant ;
- Bernard Laponche, ingénieur, expert auprès de Global Chance, une association de scientifiques et d'experts de l'environnement.

Nous allons parler ce soir des solutions envisagées ou déjà mises en route pour la gestion des déchets nucléaires. Il y en a trois à différents degrés d'étude et d'avancement :

- L'entreposage en surface
- Le stockage sous terre en profondeur
- Un traitement chimique appelé séparation/transmutation

Avant de prendre les premières questions, je vous propose de faire un point sur chacune de ces solutions pour en préciser les points forts et aussi les sujets à controverse, en commençant par l'entreposage puisque c'est une solution qui existe déjà en France. On peut dire très simplement que c'est un stockage dans des bâtiments de surface avec une surveillance serrée. C'est déjà le cas à La Hague, à Marcoule.

Bernard Laponche, vous êtes ingénieur expert de Global Chance. Que peut-on dire de particulier sur cette forme de stockage ?

Bernard LAPONCHE, Ingénieur de l'École polytechnique, consultant international spécialiste de l'énergie, Global Chance : Je ne suis pas tout à fait d'accord pour commencer sur un thème aussi spécifique. Je pense qu'il faut, en tout cas au début de

chacune de ces émissions, faire un tableau un peu général des affaires, sinon je crains que les gens soient un peu perdus, en particulier si l'on sépare de façon stricte l'entreposage, le stockage et les programmes de recherche.

Si vous le permettez, je voudrais d'abord dire un mot sur cette formule de vidéo que vous appelez « débat interactif ». C'est exact, mais c'est pour nous – et je pense que Benjamin Dessus l'avait déjà dit – une phase d'information contradictoire et pluraliste. On ne peut pas appeler cela un débat public. Donc il faudra bien que la CPDP satisfasse à l'obligation de débat public, et je pense qu'en ce sens elle pourra répondre à cette question.

Nous trouvons que cette affaire est tout de même assez précipitée. Il avait été demandé que ce débat soit retardé par rapport au débat sur la transition énergétique qui apportait aussi beaucoup d'éléments. Cela n'a pas pu être possible. Curieusement, le débat a démarré pratiquement avec l'avis de l'ASN (Autorité de Sécurité Nucléaire) qui n'a pas été intégré dans le projet tel qu'il est présenté aujourd'hui. Je sais qu'il y a eu depuis des documents dont nous pourrions discuter. Il y a donc une certaine précipitation qui est un peu dommage par rapport à un problème qui est tout de même très important et tout à fait fondamental.

On ne peut pas traiter cette question des déchets radioactifs sans dire d'où cela vient. C'est la question du programme électronucléaire français qui présente des spécificités (19 centrales nucléaires, 59 réacteurs nucléaires, une production de 75 % d'électricité), soit une très grande quantité de production de déchets par rapport à d'autres pays, et deuxièmement – là aussi, une spécificité française – le retraitement des combustibles irradiés, c'est-à-dire que l'on sépare en particulier le plutonium.

Donc une situation en France dans laquelle il y a des catégories de déchets extrêmement différentes dont certaines sont appelées des déchets, d'autres, appelées – à tort ou à raison – matières réutilisables, mais que de toute façon il faut traiter. Une partie dépend de l'ANDRA et cela pourra être précisé, mais une partie est aussi importante dans notre discussion, et en particulier, pour en revenir à votre question sur l'entreposage ou le stockage, il y a effectivement déjà des aires de stockage de produits radioactifs de faible activité qui sont gérés par l'ANDRA, mais qui devront être surveillés au moins pendant 300 ans, soit des périodes de temps importantes. D'autre part, il y a des combustibles irradiés qui sont stockés ou entreposés plutôt dans des piscines soit auprès des réacteurs nucléaires, soit à l'usine de La Hague où se trouvent des combustibles irradiés à peu près équivalents au chargement de 100 réacteurs. On se rend compte qu'il y a une grande variété de déchets et donc une grande variété de solutions.

Par rapport à cela, le premier problème qui se pose est la façon dont on considère cette question des déchets. Il ne faut pas considérer cela comme étant « c'est ainsi, et on est coincé ». En fait, pour les déchets les plus ordinaires comme les ordures ménagères, on nous explique qu'il faut réduire la quantité de déchets à la source ou même les supprimer. On sait que des pays comme l'Allemagne et l'Italie, en particulier à cause du problème des déchets, ont décidé de sortir du nucléaire. C'est possible en France, et c'est un des problèmes qui sont posés dans les discussions énergétiques ; mais on peut aussi réduire la quantité des déchets et la quantité de production de déchets, d'abord en produisant moins d'électricité – ce qui est possible – en faisant des économies d'électricité et en équilibrant notre parc de production d'électricité, en ayant moins de nucléaires. Il ne faut donc pas

séparer la question des déchets de la question du programme nucléaire en général et de la politique énergétique.

Pour terminer sur les différentes solutions, je pense que la transmutation/séparation sera expliquée et nous verrons que ce n'est pas forcément une solution recommandée. Cela dit, il ne faut pas prendre prétexte des difficultés de cette recherche pour arrêter la recherche et dire que la seule solution est l'enfouissement.

Deuxièmement, l'entreposage existe pour les piscines en particulier, et cet entreposage n'est pas sécurisé. L'Autorité de sûreté nucléaire elle-même a dit qu'il fallait faire quelque chose sur les piscines. Pour moi, la priorité sur ces questions de déchets n'est pas le stockage définitif tel qu'il est présenté, mais bien la question de la sécurisation de l'entreposage, en particulier des combustibles irradiés. Je pense qu'il y a ici un point fondamental parce que c'est un lieu de risques par rapport auquel il faut qu'il y ait une demande, qui n'est pas de la responsabilité de l'ANDRA, je tiens à le signaler. Cependant, il ne faut pas se dire que puisque cela n'est pas la spécialité de l'ANDRA, on n'en parle pas. Cette question de l'entreposage des combustibles irradiés, et en particulier des combustibles MOX qui sont plus dangereux et plus longs dans les piscines, est fondamentale. C'est par rapport à cette solution que l'entreposage à sec sur les combustibles irradiés ou sur d'autres déchets éventuellement, est une solution qui nous paraît la moins mauvaise. Je ne dis pas que c'est la meilleure parce que l'on n'a pas actuellement de solution satisfaisante pour les déchets, mais la moins mauvaise. Je pense que c'est un point que nous pourrions discuter par la suite.

La journaliste : Avant que nous continuions à faire le tour des différentes solutions de gestion, Claude Bernet, pour la CPDP, voulez-vous répondre aux premiers propos de Monsieur Laponche ?

Claude BERNET, Président de la Commission Particulière du Débat Public : À propos du statut du débat. On vient d'entendre Monsieur Laponche dire des choses extrêmement importantes et intéressantes, j'espère qu'au bout du fil, sur Internet, des centaines de personnes l'ont écouté, donc elles se sont informées et elles ont la possibilité de réagir dans les minutes qui viennent à ce que vous venez de dire, et même d'aller au-delà, de poser d'autres questions. C'est donc une forme de débat, je suis moins pessimiste que vous.

Cependant, notamment parce que je pense que nous sommes écoutés en Meuse et en Haute-Marne, je voudrais dire tout à fait solennellement que la commission n'a pas d'autres vœux que d'organiser des débats publics sous forme de réunions publiques classiques. Si elle n'a pas pu le faire, c'est tout simplement parce qu'un certain nombre d'opposants, que je respecte par ailleurs et dont je respecte la décision, ont fait en sorte que nous ne puissions pas travailler dans les réunions. S'ils changeaient d'avis, qu'ils me le disent ! Nous avons encore trois mois, jusqu'au 15 décembre, et dans ces trois mois, nous pouvons monter un certain nombre de réunions publiques et la commission est tout à fait prête à le faire. Elle a pris, en bouclant et en débouclant des réunions, de l'expérience.

C'est ce que je voulais dire sur l'organisation. Je vais m'arrêter là afin de laisser parler les experts.

La journaliste : Nous allons continuer de parler de nos solutions. Nous allons passer au stockage profond, ce que propose le futur site de Bure.

Fabrice Boissier, vous connaissez particulièrement ce sujet puisque l'ANDRA est maître d'ouvrage de CIGEO. Vous en êtes directeur de la maîtrise des risques. Quelles sont les particularités de ce type de stockage profond ?

Fabrice BOISSIER, Directeur de la maîtrise des risques ANDRA : Si vous me le permettez, je vais faire un peu comme Monsieur Laponche, c'est-à-dire re-contextualiser. Monsieur Laponche a souligné le lien qu'il y avait entre la production de déchets et la production électronucléaire. Le projet CIGEO que nous présentons aujourd'hui au débat est un projet pour stocker les déchets les plus radioactifs produits dans leur grande majorité par la production d'électricité du nucléaire. Il y a donc un lien. Il faut avoir en tête un élément très important : nous produisons notre électricité avec du nucléaire depuis une cinquantaine d'années, nous avons aujourd'hui 43 000 m³ de déchets qui sont là et n'ont pas d'autre vocation que de devoir être gérés de la meilleure façon possible. Nous proposons le stockage pour les gérer.

CIGEO a aussi la vocation de gérer l'ensemble des déchets qui vont continuer à être produits dans les années qui viennent, et là, Monsieur Laponche a raison, il y a un lien entre la politique énergétique de la France et les déchets qui sont pris dans CIGEO, mais je tiens à souligner que CIGEO a vocation – ce que lui demande la loi – de prendre en charge tous les déchets les plus radioactifs qui seront produits, que l'on décide ou pas de poursuivre le traitement à La Hague, que l'on décide ou pas de poursuivre le nucléaire. CIGEO devra s'adapter et devra pouvoir stocker des combustibles usés le cas échéant.

Le deuxième élément de contexte est de rappeler qu'historiquement la première loi votée en 1991 a instauré une prise en charge par la société française de la question des déchets radioactifs et avait identifié les trois solutions que nous évoquons ce soir : entreposage, stockage, séparation/transmutation. Une deuxième loi, en 2006, a tiré les conclusions de ces quinze premières années de recherche, et a pris le constat que l'entreposage est une solution qui existe, qui est déjà utilisée pour certains déchets, mais qui ne peut être qu'une solution provisoire. On ne peut pas faire un entreposage qui dure *ad vitam aeternam*. C'est une solution provisoire qui est opérationnelle et je pense que là-dessus, nous pourrions tous nous accorder.

La séparation/transmutation – Bernard Bouillis en parlera – ne peut pas non plus faire disparaître les déchets.

La troisième solution : en 2006, l'ANDRA a présenté un dossier qui permettait d'établir la faisabilité de principe du stockage des déchets radioactifs à 500 mètres de profondeur et de les mettre en sécurité de manière définitive, ce qui est donc la principale caractéristique du stockage que je voudrais souligner par rapport à l'entreposage. La loi a acté que l'on ne pouvait pas se contenter d'une solution provisoire, qu'il fallait donc mettre en œuvre une solution définitive qui vienne compléter l'entreposage, et c'est pour cela qu'aujourd'hui l'ANDRA présente le projet CIGEO.

Bien sûr, l'entreposage continue à être pratiqué, et nous en avons besoin en complémentarité avec le stockage pour pouvoir gérer la phase de transition le temps que CIGEO soit opérationnel ; CIGEO devra être exploité pendant une centaine d'années, le temps de prendre tous les déchets. Cette phase d'entreposage va donc perdurer dans les années qui viennent.

Le stockage, après sa fermeture, permettra d'avoir soldé définitivement la question des déchets en toute sûreté. Le point principal est que le stockage a une seule vocation : nous mettre à l'abri, l'homme et l'environnement, de la dangerosité que présentent les déchets, et cela de manière définitive.

La journaliste : Nous allons aborder maintenant la dernière solution de gestion : la séparation/transmutation. En quelques mots, c'est un processus chimique de dégradation des déchets nucléaires pour les rendre moins radioactifs. C'est une solution dont on entend beaucoup moins parler.

Bernard Bouillis, vous êtes le représentant du Commissariat à l'Énergie Atomique. Pouvez-vous nous expliquer plus avant en quoi consiste cette séparation/transmutation ? La recherche en la matière est-elle vraiment avancée ?

Bernard BOUILLIS, Directeur du programme Technologie du cycle du combustible et gestion des déchets au CEA : Je vais essayer de résumer en quelques mots la perception de la situation.

La transmutation est l'idée de transformer – on dit transmuter –, d'éliminer certains éléments radioactifs à vie longue présents dans les déchets nucléaires. Dans ce que l'on appelle les déchets nucléaires, il y a une très grande diversité d'éléments, une très grande diversité de nuisances ; il va y avoir des éléments très radioactifs, mais qui vont s'éteindre rapidement et d'autres qui sont moins radioactifs, mais radioactifs tout de même et qui resteront actifs pendant des millénaires, voire pour certains, plusieurs millions d'années.

L'idée de la transmutation consiste à essayer d'éliminer le problème particulier que peut poser la présence d'éléments à vie très longue, en allant les chercher dans les déchets. Il y a donc une première étape qui est de séparer ces éléments du reste des déchets, et ensuite, d'essayer de les détruire en les recyclant dans des réacteurs ou des dispositifs de physique. Si on les recycle dans des réacteurs, évidemment, il ne faut pas les recycler dans les mêmes réacteurs que ceux qui les ont produits. Il faut des réacteurs appropriés qui vont pouvoir eux les détruire pour les transformer soit en éléments stables, soit plus probablement en éléments radioactifs à vie plus courte.

L'idée a germé dans les années 80, mais c'est la loi de 1991 issue de la mission du député Bataille qui a donné un véritable essor aux recherches dans ce domaine. Le gouvernement a chargé le CEA de coordonner les recherches en la matière. Nous avons bénéficié de moyens très conséquents depuis près de 20 ans pour mettre au point des procédés de séparation, pour mettre au point des dispositifs de transmutation. L'année dernière, en 2012, comme la nouvelle loi de 2006 nous l'a demandé, nous avons présenté un rapport pour dresser un bilan des recherches que nous avons menées.

Pour aller vite et à l'essentiel dans ce domaine, je voudrais relever quelques points.

Tout d'abord, nous avons travaillé au stade du laboratoire et cela marche. Nous avons réussi à mettre au point des procédés qui permettent de séparer certains éléments radioactifs à vie très longue. Nous avons mis au point également des procédés qui permettent leur transmutation, c'est-à-dire de les détruire dans des réacteurs appropriés. Les réacteurs appropriés que nous avons retenus sont des réacteurs dits à neutrons rapides, ou les fameux réacteurs de quatrième génération qui pourraient avoir cette possibilité.

Le deuxième message est que l'on est tout de même très loin d'imaginer de faire cela au stade industriel. D'une part parce qu'il y a encore beaucoup de chemin à faire pour passer de l'échelle de laboratoire, où l'on travaille à l'échelle de quelques grammes ou quelques centaines de grammes, à l'échelle industrielle où il faut travailler à l'échelle de l'atome. On conçoit qu'il y a là beaucoup de travail d'ingénierie, beaucoup de difficultés qui ne sont pas surmontées aujourd'hui.

La deuxième raison pour laquelle nous ne pouvons pas le faire aujourd'hui est qu'il faut des réacteurs qui permettent de détruire ces éléments-là, des réacteurs dits de quatrième génération, et ceux-là ne sont pas attendus avant le milieu de notre siècle. Nous sommes tout de même dans des quotients de temps beaucoup plus longs.

La troisième chose dite dans notre rapport est que cela ne peut pas être vu comme une alternative au stockage. L'opération ne sera pas complète. Nous ne pouvons pas essayer de détruire tous les éléments à vie longue, il y en a trop. Nous avons été obligés dans nos recherches de sélectionner des cibles prioritaires, c'est-à-dire les éléments qui sont les principaux contributeurs à ce que sera la toxicité de ces déchets dans plusieurs siècles ou dans plusieurs millénaires. D'autre part, il y a toujours quelque chose qui reste à la fin, qui est un résidu ultime, un déchet radioactif qu'il faudra gérer. Nous ne le voyons donc pas du tout comme une alternative, nous le voyons plutôt aujourd'hui comme quelque chose qui pourrait réduire le terme source, réduire la quantité d'éléments, la nocivité, la toxicité de ce qui est à stocker et qui permettrait une optimisation du stockage.

La journaliste : Merci Bernard Bouillis. La parole maintenant à Jean-Marie Brom.

Vous êtes expert indépendant, universitaire et chercheur à Strasbourg, vous connaissez donc ces trois voies dont nous venons de parler un peu plus en détail.

Y en a-t-il une qui pour l'instant vous séduit plus qu'une autre ? Faut-il continuer à explorer les trois ? Quel est votre point de vue sur cette question ?

Jean-Marie BROM, Physicien nucléaire, universitaire et chercheur : Je me suis presque amusé en écoutant mes honorables collègues parler de leurs problèmes. J'ai bien noté le mot « faire disparaître les déchets » que vous avez dit, et nous en sommes là, effectivement. Le projet CIGEO consiste bien à faire disparaître les déchets et je crois que c'est cela un peu le fond du problème.

La transmutation ne s'adresse pas à l'ensemble des déchets, c'est une partie des déchets. Il faudra préciser que cette transmutation, comme vous l'avez bien dit, consiste à faire passer des éléments à vie très longue à éléments à vie moins longue, c'est-à-dire en gros, ce qui était dangereux pendant à peu près une dizaine de milliers d'années, les faire passer à mille, voire huit cents ans et autre. Compte tenu de la dépense énergétique, de la dépense financière et industrielle, on peut s'interroger sur la pertinence du gain. C'est très bien que des chercheurs travaillent, mais pour des projets dont on sait – cela a déjà été relevé par la loi de 2006 – qu'industriellement parlant, probablement cela ne sera pas pertinent, on peut s'interroger.

On peut aussi se poser la question et se dire : puisque notre ami CIGEO est capable de prendre tous les déchets nucléaires produits par nos réacteurs, notre industrie, notre médecine, pourquoi donc retraite-t-on ? On peut s'interroger sur cette première question,

indépendamment du problème d'enfouissement. Et dès le moment où l'on va dire pourquoi on retraite, on permet d'ouvrir l'avenir. S'il apparaissait un jour une technologie qui permette de se débarrasser des déchets – qu'en tant que physicien, je n'imagine pas aujourd'hui – peut-on savoir ce qui va se passer au niveau de la science dans 50 ans, peut-être dans 100 ans ? La seule chose que je peux dire aujourd'hui, c'est que retraiter les déchets, les vitrifier, par exemple, ou s'amuser avec comme on le fait et les enfouir, c'est fermer cet avenir possible ; c'est quasiment avouer aujourd'hui que nous n'aurons jamais de solution et l'on pourrait longtemps s'interroger sur le terme « solution ». Que veut dire « une solution » ? Solution ne résoudra pas le problème. CIGEO le fera disparaître. Est-ce pour autant une solution ? Non.

La journaliste : C'est une bonne question. Monsieur Laponche, de Global Chance m'a fait signe pour réagir tout de suite, puis Fabrice Boissier de l'ANDRA.

Bernard LAPONCHE : Par rapport à la discussion d'aujourd'hui, plus précisément liée à la question CIGEO, il y a la question générale du stockage définitif en profondeur et la question du projet CIGEO. Ce sont deux choses évidemment liées, et par exemple, on peut reprocher au parlement d'avoir dit dans sa grande non sagesse : « le stockage est la bonne solution », parce qu'effectivement, du point de vue général, cela répondait à ce que dit Jean-Marie Brom : on les met au fond, on rebouche et on est tranquille.

La journaliste : Et l'on résout tout le problème !

Bernard LAPONCHE : Alors qu'en fait, il faut discuter du principe du stockage en profondeur, de voir, via CIGEO, dans quelles conditions cela se ferait (risques, etc., ou bonnes choses), et revenir. Parce que vous pouvez dire : je voudrais en faire ceci et après, vous vous apercevez que cela n'est pas possible.

Sur le principe du stockage en profondeur, il faut bien comprendre que ce n'est pas une question seulement scientifique, technique, ni même économique ; c'est aussi une question éthique et une question de citoyens. Justement, c'est là où la notion de débat public a tout son sens. Il faut demander ce qu'en pense quelqu'un qui n'est pas physicien nucléaire ou ingénieur. Et chacun a un sentiment par rapport à cela.

Personnellement, le danger majeur que je vois là-dedans, c'est le fait que si l'on fait cela, « c'est l'idéal. » Vous prenez des déchets toxiques, soit radioactifs, soit chimiques, vous faites un trou de 500 mètres, vous les mettez, vous rebouchez et vous dites « je fais comme la France, c'est un tri épatant, je l'ai fait dans les meilleures conditions au monde, mon trou est parfait, mes alvéoles sont impeccables, etc., je rebouche. » Tout le monde se précipitera sur cette solution – d'ailleurs, si vous allez dans les congrès, tout le monde est ravi de cette solution –, et dans 100 à 200 ans, la croûte terrestre est pleine de trous dans lesquels on ne sait pas ce qu'il y a, et le legs aux générations futures n'est pas un stockage vraiment bien fait – en admettant –, mais partout il y a des trucs. Le XXe siècle a pollué l'océan et l'atmosphère, il n'a pas trop pollué la croûte terrestre. Le XXIe siècle va passer sa vie à purifier l'océan, purifier l'atmosphère si possible, et il polluerait la croûte terrestre. Ce n'est pas une accusation ni par rapport à l'ANDRA ni par rapport à CIGEO, c'est le fait que cette solution, qui sera présentée comme une solution exportable dans tous les sens du terme, fera une croûte terrestre qui dans un ou deux siècles sera complètement pourrie, avec des nappes d'eau également pourries.

La journaliste : Je voudrais faire le lien entre Monsieur Brom, Monsieur Laponche et Monsieur Boissier pour l'ANDRA. J'imagine que vous allez dire : CIGEO, c'est réversible et cela permet de dire : on peut se donner le temps de repenser à cela comme le proposait Monsieur Brom.

Fabrice BOISSIER : Je voudrais surtout commencer par corriger quelques inexactitudes que j'ai entendues.

CIGEO ne peut pas faire disparaître les déchets, personne n'a jamais dit cela. CIGEO est un moyen de mettre en sécurité les déchets, mais je ne vois pas de moyens de faire disparaître les déchets, et je pense qu'autour de la table tout le monde s'accorde sur ce principe.

Jean-Marie BROM : Vous avez utilisé ce terme.

Fabrice BOISSIER : Pas pour le stockage. Le stockage ne peut pas faire disparaître les déchets, il les met en sécurité. CIGEO non seulement ne les fait pas disparaître, mais il les met en sécurité, avec la réversibilité. Ce n'est pas un trou où l'on enfouit et l'on rebouche. Au contraire, c'est une installation de stockage dans laquelle on va disposer les déchets, et on va les garder sous les yeux, on va les surveiller, on va y rester pendant au moins 100 ans, ce qui nous donne largement le temps de vérifier si d'autres solutions émergent. CIGEO est un peu une assurance pour nos enfants et nos petits-enfants.

Dire qu'il faut continuer à chercher les meilleures solutions, peut-être, mais je fais de la sûreté, je suis obligé d'imaginer qu'on ne trouve pas de meilleures solutions. Je n'ai pas dit que CIGEO était la solution idéale, mais que c'était une solution satisfaisante. Le parlement l'a confirmé. On se doit de préparer cette solution pour nos enfants et nos petits-enfants. Ce que nous faisons aujourd'hui, c'est préparer ce stockage pour qu'il soit disponible si c'est la solution de référence dans 50 ans et dans 100 ans.

La journaliste : Merci beaucoup à tous.

Beaucoup de questions nous arrivent. Bernard Laponche, vous serez content de voir que ce débat a cette interactivité qui est permise par les mails, par les SMS et par ce qui nous arrive sur Twitter. Je vous propose de prendre les questions.

Une question toute simple nous arrive par SMS :

« Pensez-vous qu'un jour on trouvera une solution technique pour faire disparaître toute la radioactivité des déchets ? »

Il me semble que les uns et les autres, vous avez déjà dit non. Bernard Bouillis, pour le CEA, disparaître, est-ce une gageure absolue ?

Bernard BOUILLIS : Cela a peut-être été l'image que certains avaient de la transmutation. On a associé peut-être certaines images de rêve au départ. La transmutation ressemble d'ailleurs au rêve des alchimistes à une certaine époque qui voulaient transformer le plomb en or. Aujourd'hui, on ne voit pas comment l'on pourrait transformer tous les éléments radioactifs en éléments non radioactifs.

Bernard LAPONCHE : On peut tout de même compléter la réponse. Si l'on suit Monsieur Bouillis, on arrête d'en produire. C'est clair. Je suis assez d'accord avec ce qu'il a dit.

Monsieur Boissier nous dit à juste titre que des déchets se sont accumulés depuis 50 ans, il faut en faire quelque chose ; c'est une part de la discussion.

Pour avoir de l'électricité qui est tout de même un produit relativement banal, que l'on peut faire avec de nombreuses méthodes, que l'on peut d'ailleurs consommer moins, en balance, on met cette production de déchets radioactifs dont on nous dit qu'on ne peut pas les faire disparaître – et je suis d'accord –, et de toute façon, où qu'ils soient, ils représenteront un risque et une pollution, même si on la limite. Je dis que cela pose vraiment le problème de la production même des déchets radioactifs.

Bernard BOUILLIS : Dans les études sur la transmutation, nous ne sommes pas face à une situation de besoin extrême de trouver quelque chose ou une réponse à une situation d'urgence. Aujourd'hui, on sait conditionner les déchets. J'ai amené un petit bloc de verre qui est la matrice dans laquelle on immobilise tous ces éléments radioactifs. Beaucoup s'accordent à penser que c'est une solution tout à fait sûre. Pour donner une image, avec toute l'humilité qu'il faut avoir quand on essaie de prévoir ce qui se passera à très long terme, on imagine que l'érosion de ces blocs de verre placés dans un site de stockage va être à peu près d'un micron, c'est-à-dire moins qu'un cheveu, tous les 1 000 ans. C'est donc un conditionnement qui est très résistant. On place cela dans un milieu géologique qui a aussi des capacités de confinement très fortes. On pense que l'on a une solution qui peut être améliorée, certes, mais qui est tout de même une solution qui offre un certain nombre de garanties aujourd'hui. Je ne voudrais pas que l'on inscrive la transmutation comme la recherche d'une solution sans laquelle on est perdu. On part d'une solution dont on pense qu'elle offre certaines garanties, mais cela n'empêche pas qu'il faut toujours essayer de faire mieux demain.

La journaliste : Une question nous arrive par mail :

« Pourquoi les parlementaires ont-ils décidé en 2006 de choisir le stockage plutôt que la transmutation ou l'entreposage ? Ils ne l'ont pas fait sans raison ni sans avis précis. »

Jean-Marie BROM : Je pense que cela est clair : on a présenté aux parlementaires une solution applicable aujourd'hui, que certains pensent complètement insatisfaisante, qui était l'enfouissement, contre une solution potentielle, la transmutation, qui encore une fois ne s'adressait pas aux mêmes types de déchets. Ce qui va aller dans Bure aujourd'hui, ces déchets à vie très longue, il est rigoureusement impossible aujourd'hui d'imaginer qu'on les reprenne pour les transmuter. Ce n'est pas la même chose. Évidemment, vous proposez à un parlementaire une solution en devenir qui imposerait que l'on ne fasse plus de retraitement ou qu'on le fasse de façon différente, dont on sait qu'elle va être très chère probablement, contre une solution qui est la plus simple aujourd'hui : je fais un trou et je les mets.

Quand on parle de réversibilité, il faut aussi être à peu près franc et dire le fond des choses. Que veut dire la réversibilité ? Cela veut dire que tant que CIGEO ne sera pas plein, on pourra ressortir des choses, mais le jour où il sera plein, l'argile commencera à jouer son rôle et je doute que dans 300, 400 ou 500 ans, on puisse encore aller récupérer dans CIGEO. Sans compter – et vous le savez aussi bien que moi puisque l'ANDRA a tout de même de nombreux sociologues dans ses murs – que la mémoire collective dure environ 800 ans ;

cela m'étonnerait que dans 800 ans ou dans 1 000 ans, on sache encore où est CIGEO et que l'on puisse techniquement aller chercher des choses dedans.

La journaliste : Fabrice Boissier de l'ANDRA, j'imagine que vous voulez répondre à cela, d'autant plus que l'idée, de ce que vous disiez de CIGEO, c'est que l'on puisse éventuellement l'oublier ?

Fabrice BOISSIER : Je n'ai jamais dit cela non plus !

Je voudrais revenir sur la loi 2006. Il ne faut pas prendre les parlementaires pour des gens qui ont décidé à la va-vite. Il y a eu des avis techniques extrêmement approfondis. D'abord, des recherches menées pas le CEA sur l'entreposage et la transmutation ; par l'ANDRA sur le stockage. Ces dossiers extrêmement volumineux ont été instruits, examinés par la Commission nationale d'évaluation, par l'Autorité de sûreté nucléaire, par l'IRSN ; il y a un débat public. C'est sur la foi de tous ces éléments que les parlementaires se sont prononcés. Ils n'ont pas dit : on abandonne tout, on ne fait que du stockage. Ils ont dit : le stockage est une solution de référence qu'il faut développer parce que c'est la seule qui permette de mettre en sécurité de manière définitive les déchets ; on continue les recherches sur la séparation/transmutation et on continue à développer les recherches et les études sur l'entreposage en complémentarité avec le stockage puisque l'entreposage est forcément provisoire. Le stockage est lui définitif et les parlementaires ont demandé qu'il soit réversible justement pour permettre d'accompagner l'évolution de la société dans les 100 années qui viennent afin qu'elle puisse confirmer si effectivement elle considère que le stockage est toujours considéré dans 100 ans comme une solution satisfaisante.

Après la fermeture du stockage, si nos descendants, dans 100 ans, décident de fermer, aucun d'entre nous autour de cette table ne sera là pour leur imposer la fermeture, ce sera donc un choix de leur part de le fermer. S'ils décident de le fermer, ils auront une solution qui permettra de se mettre à l'abri de ces déchets, ils n'auront plus qu'à en maintenir la mémoire. L'ANDRA a dans ses missions la préparation du maintien de la mémoire. Nous ne sommes pas en train de stocker pour oublier.

La journaliste : Bernard Laponche, de Global Chance, veut réagir.

Bernard LAPONCHE : Sur deux choses. Premièrement, sur le débat public de 2006, la conclusion avait été de recommander l'entreposage à sec en sub-surface. Cette solution proposée par le débat public, qui traduisait l'opinion du public, n'a absolument pas été retenue.

La journaliste : J'ai justement une question par mail :

« Pouvez-vous préciser ce que vous entendez par cette solution ? »

Bernard LAPONCHE : Ce que l'on appelle en sub-surface, c'est par exemple dans le flanc d'une colline ou bunkerisé, c'est-à-dire qui a une protection suffisante par rapport aux agressions extérieures. C'est un stockage des combustibles irradiés ou d'autres. Par exemple, actuellement, les verres dont parlait Monsieur Bouillis sont dans un entreposage à La Hague dont on peut considérer qu'il est bien sécurisé, ce qui n'est pas le cas des piscines, par exemple. Et je dois ajouter que ces verres-là, on les mettrait dans le projet CIGEO, je crois dans 50 ou 60 ans, parce qu'il faut les laisser refroidir.

Donc, les déchets dont on nous a dit qu'il fallait vraiment les stocker, on ne commencera à les stocker que dans 50 ans. Je pense que l'on a vraiment du temps pour réfléchir sérieusement.

La sub-surface est, par exemple, une colline dans laquelle il y a un hangar avec les stockages en particulier des combustibles irradiés ou d'autres déchets tels qu'ils pourraient exister actuellement, et c'est fermé, mais visitable. Et là, je viens à la question de la réversibilité dont le sens n'est pas clair. La réversibilité telle qu'on a l'air de la présenter, c'est la possibilité à tout moment, au moins pendant la période avant la fermeture, c'est-à-dire à peu près 120 ans, d'avoir toutes les facilités pour récupérer les colis. C'est donc la récupérabilité. Et cela, ce n'est pas prévu dans le budget de CIGEO. Vous avez dit vous-même qu'au fur et à mesure, on fermait les alvéoles.

Fabrice BOISSIER : Non, j'ai dit que nous laissons la possibilité de les fermer ou de les laisser ouvertes.

Bernard LAPONCHE : Avez-vous prévu que l'on puisse retirer tous les colis si on le décide ?

Fabrice BOISSIER : Oui.

Bernard LAPONCHE : Ce n'est pas dans le projet et je pense que ce n'est pas budgété. L'autre jour, vous n'avez pas répondu à cette question. Il faut un engagement. Cette question de la récupérabilité est absolument impérative.

On nous dit que l'Autorité de sûreté nucléaire fera des inspections tous les 10 ans sur les conditions de sûreté. Dans un réacteur nucléaire, il y a aussi les visites décennales. Si quelque chose se passe mal, on décharge le réacteur. Il faut que ce soit exactement la même chose pour CIGEO, c'est-à-dire que si l'on met des colis, on doit avoir toutes les facilités pour les retirer.

Fabrice BOISSIER : L'ANDRA doit s'engager, pour permettre la réversibilité, à ce que la récupérabilité soit prévue. Nous devons mettre en place les solutions techniques permettant de ressortir les colis, des engins qui sont capables d'aller retirer les colis, des jeux de manutention, c'est-à-dire être sûr que les colis ne soient pas coincés pour les sortir, avoir des colis qui sont eux-mêmes durables pendant la centaine d'années d'exploitation. Donc, la récupérabilité est garantie par l'ANDRA et ce sera une condition pour pouvoir être autorisé.

Vous parliez de la possibilité financière de le faire. Aujourd'hui, nous avons demandé aux producteurs de provisionner de l'argent pour faire le stockage et le fermer. Donc, bien évidemment, si l'on décidait à mi-parcours de ressortir les déchets, il y aurait de l'argent dans les provisions pour le faire.

La récupérabilité est techniquement possible, elle sera socialement possible aussi si elle est décidée dans le cadre de la réversibilité.

La journaliste : D'autres questions arrivent, il va falloir continuer, mais vous pourrez intervenir tout à loisir.

Une question par mail :

« Comment pouvez-vous être sûr que l'existence de CIGEO continuera d'être connue pendant des centaines d'années et de générations ? On voit qu'il a fallu découvrir la culture des dynasties pharaoniennes alors qu'elles sont plus jeunes que le temps de vie prévu pour CIGEO. »

Fabrice BOISSIER : La question de la mémoire est une problématique qui est la question des déchets. Les déchets vont rester dangereux pendant des milliers d'années. Qu'ils soient en surface ou en profondeur, la question du maintien de leur mémoire se posera. La différence entre une situation en surface et en profondeur, c'est que si on les oublie – ce que l'on ne souhaite pas – et qu'ils sont en profondeur, ils n'induiront pas de risques ni pour l'homme ni pour l'environnement. Si on les oublie et qu'ils sont en surface, je peux vous garantir que ce sera une catastrophe écologique. Donc le stockage est la seule solution qui permette de parer au risque d'un oubli, et cet oubli est vraiment vu comme un risque. Donc, nous mettons en œuvre tous les moyens afin d'éviter cet oubli et pour maintenir la mémoire. Bien sûr, je ne peux pas m'engager pour les générations qui vont venir dans 1 000 ans et garantir qu'elles n'auront pas envie de brûler un jour toutes les archives de CIGEO. Simplement, nous allons mettre à leur disposition les meilleures archives, les meilleurs moyens de transmission de la mémoire et nous allons surtout nous engager avec les territoires locaux pour que CIGEO soit un objet qui fasse partie du tissu sociétal territorial afin que justement il ne soit pas oublié.

La journaliste : Jean-Marie Brom, chercheur expert et universitaire, souhaite répondre.

Jean-Marie BROM : Expert, merci, mais là, nous faisons plus de la sociologie ou de la philosophie qu'autre chose !

On sait que la mémoire collective s'éteint rapidement. Par exemple, on a découvert récemment à Lille, lors d'un chantier, un dépôt de munition de la guerre de 14 qui avait été oublié en 80 ans, et pourtant on avait les archives à l'époque. Aujourd'hui, on a à peu près la certitude que si l'on enfouit, la mémoire collective effacera tout cela. Si on laisse en surface, il y a une chance qu'on ne l'oublie pas. On n'a pas oublié que les pyramides existent. Si elles avaient disparu et qu'elles étaient enfouies, on ne saurait plus où elles sont.

Fabrice BOISSIER : Ce que dit la sociologie, c'est que le maintien de la mémoire dépend principalement de la volonté de maintenir cette mémoire. Si l'on a envie de maintenir la mémoire des déchets radioactifs et de la manière dont on l'a gérée, je pense que la société pourra le faire. Ce qui est sûr, c'est que si les déchets sont en surface, cela n'empêchera pas de les oublier. Je me suis occupé de sites pollués. On a vu beaucoup de situations où des industriels ont fait une usine et laissé un site pollué, 20 ans après, tout le monde l'avait oublié et l'on a construit des écoles dessus et des maisons. Donc, les laisser en surface, ce n'est absolument pas une garantie de maintien de la mémoire et c'est un danger très important.

Jean-Marie BROM : Les enfouir est une garantie d'oubli.

Fabrice BOISSIER : Je ne suis pas d'accord. Si l'on se donne les moyens d'associer à CIGEO un projet de maintien de la mémoire, on pourra maintenir cette mémoire.

La journaliste : Il y a donc beaucoup de conditions.

Bernard LAPONCHE : Tout cela est un peu amusant par moment. Les stockages de l'ANDRA actuels qui sont en surface...

La journaliste : Vous voulez parler de La Hague et Marcoule ?

Bernard LAPONCHE : La Hague, Morvilliers dans l'Aube. Au moins 300 ans en surface, donc il faudra bien que quelqu'un les surveille. Un entreposage d'au moins 300 ans, en sub-surface – ce qui est déjà beaucoup plus protégé qu'en surface – permet vraiment de chercher ce que l'on doit faire avec ces déchets. Je trouve bizarre, même si j'en comprends les raisons, cette espèce de précipitation, sachant que les plus dangereux que l'on va enfouir c'est dans 50 ans. Ensuite, on a des stockages ANDRA qu'il va falloir surveiller au moins pendant 300 ans, probablement plus pour certains à cause du plutonium, en particulier dans la Manche. Il faudra éventuellement les reprendre. Donc, cette histoire du nucléaire – et cela, on aurait pu dès le début s'en apercevoir – va forcément durer plusieurs centaines d'années où il va vraiment falloir faire attention ne serait-ce que pour les stockages dont on sait que ceux-là ne seront pas mis ailleurs.

Il y a donc toute une période où à la fois il faut savoir ce que deviennent ces programmes nucléaires, ces histoires de déchets et les recherches. De toute façon, on a plusieurs centaines d'années où l'on est obligé de traiter ce problème. Pourquoi dire tout d'un coup que c'est très urgent de mettre au fond alors que les premiers, les plus dangereux, on ne les mettrait que dans 50 ans ?

Je trouve que tout cela doit être un peu remis à plat, discuté calmement, alors qu'en fait, ce n'est pas le cas. Il n'y a absolument aucune urgence, d'autant plus que l'on a ces zones de plusieurs centaines d'années où l'on est obligé d'être là.

Fabrice BOISSIER : Je vous rassure, il a bien été prévu que l'ANDRA surveille ces centres de stockage pendant 300 ans, et nous prévoyons pour CIGEO – c'est écrit dans le rapport – de continuer à surveiller. C'est-à-dire qu'à la fermeture de CIGEO, il y aura toujours une installation de maintien de la mémoire et de surveillance.

Bernard LAPONCHE : On peut donc le faire en sub-surface.

Fabrice BOISSIER : La grosse différence est que si nos petits-enfants ne trouvent pas de solution miracle pour gérer leurs déchets, au moins nous aurons la satisfaction de leur avoir donné une solution qui les mette en sécurité. On ne peut pas garantir qu'ils auront les moyens, si on les a laissés en sub-surface, de les mettre en sécurité dans 100 ans. Nous leur donnons cette assurance. Si dans 50 ans, il y a une meilleure solution, je serais le premier à militer pour que l'on sorte les déchets du stockage pour en faire autre chose, mais au moins, j'aurais la fierté que l'on aura donné cette assurance à nos descendants, cette assurance vie, finalement, qu'ils ne seront jamais exposés à un danger auquel ils ne pourront pas parer.

Bernard BOUILLIS : Je voudrais donner un élément sur la réversibilité des conditionnements que l'on opère. Monsieur Laponche a dit que l'on peut entreposer 300 ans et dans 300 ans on pourra voir comment on gère ces déchets. Je voudrais ôter des esprits l'idée que l'on pourrait revenir en arrière sur le conditionnement que l'on a réalisé quand on a mis ces déchets dans le verre. On a fait tout ce que l'on pouvait pour faire un conditionnement aussi fort, aussi durable que possible, et évidemment, vouloir aller

rechercher ces éléments pour en faire autre chose serait, à mon avis, très hasardeux, très difficile, et peut-être dangereux.

Je pense qu'aujourd'hui, conditionner les déchets dans le verre est quelque chose qui nous paraît raisonnable et sûr.

Bernard LAPONCHE : À vous. C'est normal ; mais qui ferme complètement cet avenir de : que peut-on en faire d'autre ?

Bernard BOUILLIS : On ne peut plus rien en faire d'autre. Ce n'est pas parce que l'on a fait ces déchets aujourd'hui que l'on fera la même chose demain. C'est cela le progrès. À tout moment, on utilise les meilleures solutions qui sont disponibles à condition qu'elles nous paraissent sûres. Ce n'est pas pour cela que l'on ne cherche pas à faire des progrès pour demain. On a fait voler des avions il y a 10 ans, je crois que les avions d'aujourd'hui sont meilleurs que ceux d'il y a 10 ans. Ce n'est pas autant que l'on arrête tous les avions qui ont été construits il y a 10 ans. Je crois que le progrès c'est : on fera mieux demain. Par contre, il ne faut pas dire que parce qu'on fera mieux demain, ce qu'on fait aujourd'hui est déraisonnable et n'est pas sûr.

La journaliste : Justement, sur cette question de savoir si toutes les voies ont été explorées, une question par mail :

« Stockage, entreposage, transmutation : pourquoi se limiter à ces trois solutions alors que l'on pourrait par exemple, envoyer ces déchets dans le magma, sous la croûte terrestre ? »

Est-ce une idée folle ? D'autres voies de recherches sont-elles explorées en ce moment ?

Jean-Marie BROM : Elles ont été évoquées. On a inventé l'enfouissement parce que l'on sait que les déchets nucléaires sont dangereux très longtemps et qu'un jour ou l'autre, quoi qu'il en soit – mouvement de la croûte terrestre ou autre –, ils vont être remis à la biosphère, et il faut retarder ce moment le plus longtemps possible. Donc, on a inventé l'enfouissement.

On pourrait imaginer de les mettre dans la croûte terrestre, au fond des mers – on a quelques kilomètres d'eau au-dessus –, c'est férocement interdit. La convention de Londres interdit de déposer des déchets nucléaires dans l'océan, et ce serait extrêmement cher.

On avait également pensé les envoyer dans le soleil ou dans l'espace. Malheureusement, les vols spatiaux ont démontré qu'ils n'étaient pas fiables à 100 %. Je ne sais pas ce qu'il se passerait pour l'atmosphère terrestre si une fusée explosait au moment de son décollage. Donc, pour l'instant, nous sommes coincés avec ces déchets. En fait, on n'a exploré qu'une seule voie qui est : s'en débarrasser. On peut revenir avec cela au débat de 2006 où nos parlementaires ont été éclairés, mais n'ont pas eu le choix. On leur a dit : c'est l'enfouissement ou sinon, on ne sait pas.

Fabrice BOISSIER : Je crois que si trois solutions ont été choisies lors de la loi de 91, ce n'est pas que l'on s'était restreint à ces trois solutions, mais comme l'a très bien dit Monsieur Brom, les autres solutions envisagées aboutissaient sur des impasses. Peut-être que demain on trouvera d'autres solutions, les chercheurs continuent à être imaginatifs, à regarder différents domaines, mais aujourd'hui, le fait est qu'il n'y a aucune solution miracle qui émerge. On a parlé de la mer, on a parlé du magma ; aujourd'hui, on ne sait pas creuser

un trou dans le magma ; les envoyer dans l'espace, on ne sait pas faire non plus. Donc, le stockage est une solution qui est aujourd'hui atteignable et sûre. C'est pour cette raison que les parlementaires ont dit : on la prend comme solution de référence, mais on ne se ferme pas les portes, on continue d'entreposer et on fait un stockage réversible.

La journaliste : Une question par SMS :

« On parle beaucoup des déchets à produire, des déchets qui vont arriver, mais que fait-on de ceux qui sont déjà produits ? »

On en revient à l'entreposage.

Fabrice BOISSIER : C'est pour cela que le lien avec la politique énergétique existe, mais ce n'est pas l'ensemble du problème des déchets. Nous avons 43 000 m³ de déchets radioactifs qui sont soit vitrifiés, soit des déchets de moyenne activité vie longue qui sont conditionnés dont on ne voit vraiment pas ce que l'on peut en faire. Ces déchets-là, quels que soient les choix que l'on fasse pour notre énergie, il faudra s'en occuper.

La journaliste : J'ai encore beaucoup d'autres questions, ce qui rend difficile de les choisir. Nous n'avons pas beaucoup parlé de la transmutation. J'ai des questions très précises qui demandent tout simplement :

« Combien cela coûte-t-il ? Pour quel résultat ? »

Peut-on déjà répondre à cela ? Vous avez évoqué tout à l'heure, Bernard Bouillis du CEA, des sommes très importantes déjà engagées.

Bernard BOUILLIS : J'ai évoqué les sommes importantes engagées pour la recherche. Pour revenir sur la transmutation, ce n'est pas une voie de recherche qui est arrêtée, c'est une voie de recherche qui est pour l'avenir, pour essayer de faire mieux demain, pour avoir moins de choses à conditionner au bout du compte.

La journaliste : Mais c'est quelque chose sur lequel, la recherche continue de travailler et de dépenser de l'argent. C'est le sens de la question de cet auditeur.

Bernard BOUILLIS : Je crois que la question des auditeurs est plutôt : combien cela coûterait de le mettre en œuvre.

Pour répondre à votre question, plusieurs centaines de personnes ont travaillé au CEA et aussi dans la communauté académique, les universités, le CNRS a été mis à contribution pour essayer de développer des processus de séparation ; plusieurs centaines de personnes pendant 20 ans, ce qui est tout de même quelque chose de considérable. On a construit à Marcoule des installations de recherche qui sont sans équivalent dans le monde. Beaucoup de moyens ont été consacrés aux recherches dans ce domaine. Je crois qu'il est faux de penser que les pouvoirs publics ont fait l'impasse sur cette voie.

L'autre question était : combien cela coûterait-il si on le mettait en œuvre ? Les solutions ne sont pas arrivées à maturité industrielle, donc nous n'avons pas une idée tout à fait précise de la façon dont on ferait cela à l'échelle industrielle. Nous avons essayé dans notre rapport en 2012 pour le gouvernement d'évaluer le surcoût que représenterait la transmutation le jour où elle sera là. Nous pensons que ce surcoût serait de l'ordre de 5 à 10 % sur le coût du kilowattheure.

Jean-Marie BROM : Il faut préciser, ainsi que cela a déjà été dit, que les déchets actuellement produits ne pourront pas être transmutés, quoi qu'il en soit. Donc, aujourd'hui, cela pose un autre problème : ou bien le système, la société, le gouvernement, que sais-je, accordent un minimum de confiance à ces chercheurs qui travaillent sur la transmutation – et qui, je pense, travaillent bien sur cette transmutation –, mais alors, il faut arrêter de retraiter les déchets des combustibles aujourd'hui pour préparer l'éventualité. Ou bien, on leur dit : de toute façon, ce que l'on produit aujourd'hui, comme on le retraite, vous ne pourrez pas vous en servir. Là, cela pose un problème qui est vraiment un problème politique. Et de ce point de vue, si l'on accordait une confiance et des finances à cette possibilité autre, il faudrait aujourd'hui arrêter de retraiter, ce serait le plus évident au niveau technologique, pour préparer cet avenir, et pas pour le fermer.

Encore une fois, il ne faut pas, sous prétexte de voir plusieurs choses à la fois, dépenser beaucoup d'argent et fermer complètement cet avenir. Le problème n'est pas aujourd'hui tellement le problème d'un CIGEO ou d'une transmutation ou de l'enfouissement ; c'est le problème de base du retraitement. Celui-ci n'a jamais été remis en cause en France, n'a même jamais été évalué. Il serait peut-être temps de le faire.

Bernard BOUILLIS : Au contraire, je vois la transmutation comme le complément du retraitement. Que veut dire retraiter ? Je vais resituer le problème. On a mis de l'uranium dans les réacteurs. À la sortie, on a des barreaux de combustibles où encore 95 % d'uranium n'ont pas réagi, 4 % de produits de fission, des noyaux d'uranium qui se sont cassés en produisant de l'énergie, c'est pour cela que l'on avait mis de l'uranium, et 1 % de produits qui sont du plutonium ou des éléments encore plus lourds, c'est-à-dire des noyaux d'uranium qui au lieu de se casser sont devenus encore plus gros. L'idée du retraitement est de recycler - c'est d'ailleurs une idée très générale, très universelle - on recycle tout ce que l'on peut et ce qui reste, on le conditionne. Dans le nucléaire, recycler tout ce que l'on peut, c'est beaucoup, c'est 96 %. On peut recycler l'uranium, on peut recycler le plutonium, il ne reste que 5 % que l'on décide de conditionner dans des verres parce que l'on sait que l'on ne pourra rien en faire. Finalement, la transmutation, je la vois comme un prolongement de tout cela dans le futur. On a considéré que tout ce qui n'était pas recyclable, on le mettait dans les verres. Demain, peut-être que l'on pourra aller encore chercher des éléments à vie longue là-dedans pour les recycler, pour faire en sorte qu'il y ait encore moins de choses dans ces verres. Je vois cela comme une ligne de progrès continue.

Bernard LAPONCHE : Je voudrais dire deux mots. Le premier sur le retraitement. Techniquement, ce que vous avez dit est juste, mais il y a deux problèmes : le retraitement est une opération qui fait beaucoup de déchets et beaucoup de rejets, en particulier dans la mer et dans l'océan, donc ce n'est pas du tout une opération sans risque ; deuxièmement, le plutonium produit par ce retraitement – d'ailleurs, au départ, le retraitement était fait pour produire le plutonium, pas du tout pour les déchets ; l'usine de La Hague s'appelle UP Usine plutonium – est particulièrement dangereux, et donc les usines de fabrication de combustible au plutonium, ce que l'on appelle le combustible MOX, sont des lieux de danger. Le combustible MOX qui est produit n'est pas retraité, il reste dans les piscines 150 ans, parce qu'il est trop chaud et trop radioactif, donc un risque supplémentaire, et cette histoire de retraitement n'est pas du tout universelle puisque pratiquement maintenant il n'y a plus que la France qui le fait. Les grands pays nucléaires pour le moment – les États-Unis, l'Allemagne, la Suède, etc. – stockent les combustibles irradiés en l'état. Donc on revient, en gros, à ce qu'a dit Jean-Marie Brom.

Ce qui est tout de même frappant, c'est que depuis la mine d'uranium jusqu'au déchet, on n'arrête pas de faire des productions de déchets dangereux et de façon irréversible. C'est-à-dire que c'est une production d'électricité avec des conséquences de risques pratiquement éternels. Alors la question que je pose, qui n'est pas relative strictement au stockage des produits tels qu'ils sont actuellement, est : cela justifie-t-il de continuer à produire sans arrêt, y compris avec ou sans retraitement, ces déchets radioactifs pour produire de l'eau chaude ? C'est tout de même une question de fond.

La journaliste : C'est la question de la décroissance, mais je ne suis pas sûre que ce soit la question...

Bernard LAPONCHE : Non, ce n'est pas la question de la décroissance, c'est la question de la production d'énergie et de la consommation d'énergie.

La journaliste : En tout cas, elle fait réagir tout le monde.

Fabrice BOISSIER : En tant que maître d'ouvrage du projet CIGEO, je dois dire que c'est un débat très intéressant. D'ailleurs, c'est un débat national aujourd'hui sur la transition énergétique, mais ce n'est pas l'objet du débat public CIGEO.

En tout cas, je suis d'accord, je pense, avec toutes les personnes autour de la table pour dire que quand on parle de futur énergétique, il faut prendre en compte la question des déchets, et cela est très important. Pour cette raison, je crois qu'il est important que CIGEO soit mis sur la table suffisamment tôt pour que l'on puisse mettre sur la table du débat sur la transition énergétique l'impact des choix énergétiques sur les déchets produits. C'est ce que nous avons fait sur une saisine à la Ministre, et en allant sur le site de la CPDP, vous verrez une réponse que fait l'ANDRA, présentant : si l'on continue le nucléaire, si l'on continue le traitement, voilà quelles seront les quantités de déchets. Je crois que ce sont des éléments qu'il faut mettre dans la discussion, dans le débat afin que les décisions soient faites en prenant en compte les déchets, mais en prenant en compte aussi d'autres facteurs qui ne relèvent pas ce débat.

La journaliste : Peut-on dire que de toute façon il y aura une continuation de la production des déchets en plus ou moins grand nombre, mais la production des déchets du nucléaire va continuer ?

Bernard BOUILLIS : Je crois que l'on va s'attacher à faire en sorte que dans les systèmes, si le nucléaire se poursuit, on produise de moins de moins de déchets. Et c'est le sens de l'histoire. Contrairement à certains, je pense que le retraitement s'est engagé dans cette voie. Si le nucléaire continue – on ne sait pas si cela sera le cas –, essayer de recycler ce que l'on peut recycler pour tirer parti... tout de même, les combustibles MOX, recycler le plutonium qui est présent dans les combustibles usés, cela donne 10 % de notre électricité en France. Il y a tout de même un bénéfice. On pourrait, avec des systèmes de quatrième génération, multiplier par 100 l'énergie que l'on tire d'un gramme d'uranium. Donc, là, on diminue d'autant les déchets qui sont produits.

Il y a des perspectives de progrès pour, à partir de la situation actuelle, faire mieux demain. Aujourd'hui, je vois la situation actuelle avec le retraitement – encore une fois, si le nucléaire se poursuit dans les siècles qui viennent – comme l'engagement dans une voie qui va permettre de faire des progrès. Je ne crois pas que l'on puisse dire que stocker des

combustibles usés sans les retraiter en l'état, stocker les 100 % ou entreposer 100 % de ce qui sort d'un réacteur est plus simple que d'entreposer 4 % qui constituent le résidu ultime au terme du retraitement.

La journaliste : Jean-Marie Brom, vous voulez répondre. Je rappelle que vous êtes chercheur et universitaire.

Jean-Marie BROM : Merci beaucoup au CEA de nous préciser que la transmutation qui est une voie de recherche possible, concerne effectivement à peu près 4 % de ce qui sort d'une centrale nucléaire. On peut s'interroger : cela vaut-il vraiment la peine de dépenser beaucoup d'argent pour traiter ces 4 % ? Que fait-on des autres ?

Les autres, on ne l'appelle pas déchets, parce que l'on pourrait s'en servir, ce qui ne veut pas dire que l'on s'en sert. Et je crois que c'est aussi un problème de sémantique qui dépasse largement la sémantique ; il y a toute une politique derrière, et le retraitement, c'est pour avoir des matières valorisables. Non, le retraitement a été inventé pour récupérer le plutonium et comme cela rapportait beaucoup d'argent, dans les années 80 on a dit : on va le continuer. Cela a beaucoup ennuyé EDF qui à l'époque a estimé que passer à ce MOX pour diluer un peu le plutonium représentait un surcoût de 350 millions d'euros pour une chose qui ne peut être retraité ensuite. Aujourd'hui, quand le MOX sort d'une centrale nucléaire, il est plus radioactif, donc contient encore plus d'énergie que l'on n'utilise pas puisque l'on ne sait pas le retraiter et on ne le retraitera pas.

Je crois que c'est une espèce de course en avant que l'on a fait en disant toujours : ce que l'on a fait dans le nucléaire, on ne savait pas, mais ne vous inquiétez pas, on va trouver une solution, on va pouvoir tout brûler. Je ne sais pas si aujourd'hui un industriel me proposait un système pour récupérer l'énergie dans les gaz d'échappement de ma voiture, pour brûler absolument tout le pétrole pour s'en servir serait crédible. Dans le nucléaire, c'est crédible, et je trouve cela un peu bizarre.

Bernard BOUILLIS : Je crois que l'on ne peut pas dire aussi que la France est isolée dans ce domaine, qu'elle est la seule à faire du retraitement. Peut-être qu'aujourd'hui oui, elle est la seule à avoir duré dans le nucléaire. Je crois que c'est à relier avec la volonté qu'il y a eu jusqu'à aujourd'hui de poursuivre le nucléaire. Les pays qui misent aujourd'hui sur le nucléaire comme une ressource énergétique importante dans le futur pour eux – la Chine, l'Inde – sont des pays qui sont engagés dans des systèmes qui recyclent la matière et qui retraitent la matière. Donc, pour moi, un nucléaire qui dure, c'est forcément un nucléaire qui recycle pour tirer le meilleur parti de sa matière et pour faire le moins de déchets possible.

Fabrice BOISSIER : Pour revenir à CIGEO, soit on considère que les combustibles usés sont des matières, et dans ce cas-là, CIGEO devra stocker des déchets vitrifiés, c'est prévu. Soit on considère que les combustibles usés sont des déchets parce que l'on arrête le traitement et dans ce cas-là, CIGEO devra stocker des combustibles usés ; c'est aussi prévu. Nous avons présenté les deux scénarios dans le dossier de maître d'ouvrage au débat public. CIGEO devra pouvoir s'adapter pour stocker soit des verres, soit des combustibles usés. Mais compte tenu de tous les déchets que nous avons déjà sur étagère, les 43 000 m³ de déchets dont je parlais tout à l'heure, cette question de savoir s'il faut stocker des combustibles usés ou stocker des verres, du point de vue du stockage, ne se posera qu'à partir de 2070. Donc les choix de politique énergétiques doivent être faits

aujourd'hui et nous ferons évoluer CIGEO en fonction des choix énergétiques qui seront faits.

La journaliste : Beaucoup de questions arrivent sur l'entreposage dont on a moins parlé.
Par mail anonyme :

« *Comment garantir la surveillance de l'entreposage s'il y a une révolution ?
Comment peut-on dire que l'entreposage est sûr alors qu'il y a des problèmes avec
des piscines de Fukushima ?* »

Deux questions un peu différentes. Qui veut répondre là-dessus ?

Bernard LAPONCHE : Sur la question des piscines, il a raison. La plupart des gens ont découvert cette question des piscines justement à cause de l'accident de Fukushima puisque l'on a dit qu'il y avait des piscines qui étaient des lieux de risques, mais chaque réacteur français a une piscine à côté, quelquefois d'ailleurs aussi largement au-dessus du sol, comme à Fukushima, et à La Hague, il y a une piscine qui contient à peu près les combustibles de 100 réacteurs. Ce sont des lieux de risques parce que l'entreposage n'est pas sécurisé. À partir du moment où vous sortez les combustibles irradiés, vous ne pouvez pas les transporter, ils sont trop radioactifs et trop chauds, donc vous les mettez dans des piscines, des bassins d'eau, mais ils sont radioactifs et dangereux. Par conséquent, il faudrait que ces piscines, celles des réacteurs et celles de La Hague, soient placées dans des conditions de sécurité bien supérieures, c'est-à-dire pratiquement bunkerisées. C'est une question qui commence à être posée par l'ASN pour les réacteurs existants. Ce n'est pas le même problème que CIGEO, mais l'on a actuellement un entreposage de combustibles irradiés qui n'est pas fait dans des conditions correctes. Donc, dans un certain nombre de pays – cela sera vu d'ailleurs dans la prochaine session de votre débat –, on passe du stockage en piscine à un stockage à sec justement en sub-surface ou bunkerisé de façon à stocker pendant plus d'une centaine d'années ces combustibles irradiés dans des conditions sécurisées. En France – c'est pour cette raison que j'ai dit que pour moi c'était une priorité – c'est de sécuriser les entreposages de combustibles irradiés tels qu'ils existent dans les centrales nucléaires et à La Hague.

Fabrice BOISSIER : Pour répondre à la première partie de la question : on sait faire aujourd'hui des entreposages qui sont sûrs. Les entreposages sont contrôlés par l'Autorité de sûreté nucléaire, au regard de la réglementation et donc on sait mettre du béton, des barrières de confinement autour des déchets pour les entreposer de manière sûre.

La journaliste : La question allait très loin et parlait d'une éventuelle révolution.

Fabrice BOISSIER : Ce que l'on ne sait pas garantir, c'est cette sûreté sur du très long terme. C'est pour cela que j'ai dit en introduction que l'entreposage est effectivement une solution opérationnelle et sûre, mais provisoire. On sait très bien, à quelques dizaines d'années, dire que l'on a une stabilité sociale, on peut gérer un entreposage. Maintenant, dire qu'un entreposage va être sûr *ad vitam aeternam*, on ne peut pas le garantir puisque l'on ne sait pas garantir une stabilité sociale.

Bernard LAPONCHE : Attention, entre une dizaine d'années et *ad vitam aeternam*, il y a quelque chose qui se passe. Je reviens au stockage des faibles activités où vous êtes obligés de surveiller pendant 300 ans, un stockage à sec en sub-surface, c'est très

largement 300 ans. Donc, on a cette période-là où de toute façon on est obligé de surveiller les déchets.

Fabrice BOISSIER : Je ne suis pas d'accord. Un stockage à sec, même en sub-surface, on ne sait pas le garantir pour 300 ans. On l'a étudié. En 2006, cela a été présenté, tous les évaluateurs ont dit : une centaine d'années, peut-être, mais 300 ans nous paraît hautement improbable. L'ANDRA continue à travailler – puisque nous sommes en charge de la coordination des recherches entreposages – avec les exploitants nucléaires pour développer des techniques afin de faire des entreposages à chaque fois plus durable, mais aujourd'hui, ce que l'on sait faire de mieux c'est dire que l'on peut appréhender la centaine d'années, mais pas 300 ans.

Bernard LAPONCHE : Travaillez encore un peu !

Fabrice BOISSIER : Nous continuons à travailler, figurez-vous, mais cela ne tombe pas sous le sabot d'un cheval.

Jean-Marie BROM : Ceci étant, répondons à la question. Vous avez prononcé le mot révolution. Aucun système d'entreposage ou de stockage n'est garanti contre une révolution. Aujourd'hui, faire un trou de 400 mètres de profondeur, cela ne demande pas une technologie révolutionnaire. Cette sécurité-là, vis-à-vis de l'agression humaine, personne ne peut la garantir, sauf à l'envoyer dans le magma terrestre où là, ce n'est plus récupérable par personne. De ce point de vue, CIGEO, comme l'entreposage à sec, le retraitement ou le nucléaire en général, vous ne pouvez pas le garantir contre la mauvaise volonté de l'être humain, il faut tout de même le dire.

Fabrice BOISSIER : On peut tout de même dire qu'à 400 mètres sous la terre, on n'est moins accessible qu'en surface ou à dix mètres.

Bernard LAPONCHE : En géothermie, chez vous, 400 mètres, cela ne coûte pas très cher.

Fabrice BOISSIER : Cela se fait, cela prend du temps, ce n'est pas une agression comme on peut parler d'une agression révolutionnaire sur une installation nucléaire de surface.

La journaliste : Il nous reste moins d'une demi-heure pour ce débat. Vous pouvez encore bien sûr nous faire parvenir vos questions.

J'ai une question très technique :

« Pouvez-vous caractériser les déchets au cours du temps, production d'oxygène, production de chaleur ? Pourra-t-on travailler dans le stockage, car les automatismes ne seront pas fiables ? »

Qui peut répondre à cela ?

Fabrice BOISSIER : Si c'est dans le stockage, je vais essayer de répondre. Le stockage doit stocker ces déchets très radioactifs qui ont des propriétés : ils émettent des rayonnements, certains émettent de l'hydrogène, certains émettent de la chaleur et bien évidemment, nous devons concevoir une installation qui les mette en sécurité et qui prenne en compte toutes ces caractéristiques. Pour la chaleur, cela va se traduire par exemple par un espacement des colis dans le stockage, ce qui fait que le stockage souterrain va avoir une certaine surface, il va s'étendre sur plusieurs kilomètres carrés ; pour ce qui est de la production

d'hydrogène, il y aura une ventilation en continu ; pour ce qui est de l'irradiation, nous mettons des protections, des épaisseurs d'acier ou de béton autour des déchets qui vont atténuer les rayonnements.

Tous ces éléments sont décrits par l'ANDRA, vont être examinés par l'Autorité de sûreté nucléaire et nous ne pourrions être autorisés à construire et à exploiter que si nous avons démontré que tous les risques associés aux déchets sont bien maîtrisés. C'est vraiment la condition essentielle pour que le stockage puisse être autorisé.

Bernard BOUILLIS : Je voudrais utiliser la question pour essayer d'illustrer un intérêt de la transmutation pour optimiser le stockage.

Nous avons fait une étude avec l'ANDRA qui montre que si l'on transmute un des éléments à vie longue qui s'appelle l'américium, si on le retire des déchets, on peut diminuer par dix l'émission thermique au bout de quelques siècles de ces déchets, ce qui conduit au bout d'un siècle, à pouvoir les resserrer dans le stockage et pouvoir diminuer ce que l'on appelle l'emprise du stockage, c'est-à-dire la surface qu'il prend quand on le voit de dessus, d'un facteur 10. Je crois que cela illustre bien la capacité à long terme d'optimisation de sites de stockage avec la transmutation : mettre dix fois plus de choses dans un même volume.

Jean-Marie BROM : Cela illustre surtout le fait qu'il est peut-être un petit peu trop tôt, comme le disait Bernard Laponche, pour décider aujourd'hui. On fait CIGEO avec un certain volume potentiel qui excède largement les fameux 43 000 m³ de déchets ultimes que l'on est censé y mettre. Si l'avenir technologique nous permettait de réduire l'emprise de CIGEO, croyez-vous que l'on va reboucher les alvéoles qui sont déjà faites puisqu'elles ne sont pas censées servir ? Non. La décision vient beaucoup trop tôt.

Fabrice BOISSIER : Je veux vous rassurer, Monsieur Brom. Outre la réversibilité, un grand principe de CIGEO est la progressivité. On ne construit les alvéoles qu'au fur et à mesure du besoin. En 2025, si nous ouvrons le stockage, ce sera trois ou quatre alvéoles au fond. Dix ans après, il y aura une dizaine d'alvéoles. Donc, si un nouveau procédé apparaît, qui permet de réduire la surface, le stockage sera tout à fait adaptable.

La journaliste : Je vous livre une réaction sur Twitter du réseau des écologistes socialistes pour la sortie des énergies carbonées :

« Le stockage en profondeur est justement fait pour l'oublier. Le minerai retourne d'où il vient – la Terre – l'uranium y est déjà. »

C'est une réaction un peu abrupte.

Fabrice BOISSIER : C'est abrupt, et comme je l'ai dit tout à l'heure, le stockage n'est pas fait pour oublier. Personne ne peut raisonnablement souhaiter oublier des déchets dangereux. C'est, je crois, une question de société et il faut que la société prenne en charge le maintien de la mémoire des déchets.

La journaliste : Parmi les autres questions qui nous arrivent, un nouveau Twitt du réseau des écologistes socialistes :

« L'acceptabilité sociale garantie par la réversibilité vaut-elle plus de 100 % de ces coûts ? Observons le courage suédois. »

Ce sera le propos d'une prochaine émission. La réversibilité vaut-elle le prix qu'on la paie ? C'est un peu cela la question. Il y a beaucoup de débats sur une vraie réversibilité.

Fabrice BOISSIER : Je crois que l'on y reviendra dans un futur débat. Je suis convaincu que la réversibilité a une vraie valeur sociétale et technique, et que c'est un élément essentiel. Si l'on nous disait de faire un stockage pour enfouir et refermer tout de suite, je pense que je ne serais pas aussi convaincu que le stockage CIGEO est une solution que l'on peut mettre en œuvre tout de suite. Si l'on ne pouvait pas revenir en arrière, il faudrait alors se poser la question.

Ce que nous proposons avec le stockage, c'est une solution supplémentaire pour nos descendants et cette solution supplémentaire ne peut exister que si elle est réversible.

Jean-Marie BROM : Ne jouons pas sur les mots. CIGEO est prévu – si j'ai bien compris le projet – pour durer environ 10 000 ans ; assurer la sécurisation des déchets pendant les 10 000 prochaines années. Pendant combien de temps CIGEO sera-t-il réversible ? 10 000 ans ? Non.

Fabrice BOISSIER : Une centaine d'années.

Jean-Marie BOM : Commençons à dire ce que l'on appelle réversibilité.

Fabrice BOISSIER : Si nos descendants décident de fermer CIGEO, alors bien évidemment la récupérabilité ne sera plus possible aussi facilement qu'elle l'est comme on le prévoit pour la conception. Mais 100 ans, c'est très long, cela permet à l'ensemble de la société de se convaincre que cette solution est bonne ; cela permet éventuellement de s'être convaincu qu'il n'y avait pas d'autres technologies qui émergeraient et qui permettraient de les prendre en charge, et surtout, ce qui est important, ce n'est pas de se poser la question dans 100 ans, mais de se poser la question en continu pendant toute la durée de l'exploitation du stockage. C'est pour cette raison que l'ANDRA propose qu'il y ait un système de surveillance du stockage, associant les riverains, l'État, l'Autorité de sûreté nucléaire, qui puisse périodiquement se réinterroger et se demander si le stockage est toujours la meilleure solution, si la manière dont nous stockons est toujours la meilleure solution ou peut-être faut-il accélérer la fermeture ou au contraire la ralentir. Ce travail devra être fait en continu tout au long de l'exploitation du stockage.

La journaliste : Une question sur le site du débat.

« Pourquoi limiter à 100 ans l'exploitation d'un site de stockage de déchets nucléaires potentiellement dangereux sur une durée estimée à 100 000 ans ? »

Fabrice BOISSIER : Je continue sur ce thème de la réversibilité. L'exploitation d'une centaine d'années, c'est en gros la durée qu'il faut pour pouvoir mettre en sécurité tous les déchets produits sur le sol français, en imaginant que la production nucléaire se poursuive encore quelques dizaines d'années pour le parc actuel. C'est donc la durée d'exploitation. Industriellement parlant, aujourd'hui nous pouvons garantir que nous sommes capables de faire une récupérabilité sur cette échelle de temps. Il appartiendra à nos descendants, en 2050, en 2070 ou en 2100, de se reposer la question et de savoir s'ils veulent prolonger la durée de réversibilité pour encore 50 ou 100 ans ; mais aujourd'hui, nous ne pouvons pas signer une récupérabilité pour beaucoup plus de 100 ans puisqu'industriellement c'est ce que l'on sait faire de mieux.

Bernard LAPONCHE : Je pense que c'est un point important qu'il faut noter : l'engagement sur la récupérabilité, c'est-à-dire qu'à tout moment, on peut retirer n'importe lequel des colis que l'on a mis au fond. Deuxièmement, je le répète, ils ne seront mis que dans 50 ans, je pense qu'on a le temps. Troisièmement, je pense qu'il y aura une session particulière sur la question des risques et des accidents parce qu'en fait on aura pendant 100 à 120 ans, à la fois la construction de l'installation du stockage, à la fois un entreposage en surface des colis qui arriveront, donc chaque colis ne restera pas très longtemps, mais il y aura un entreposage de matières radioactives et c'est un entreposage qui devra être sécurisé et qui sera donc une installation nucléaire de base, et on aura une installation nucléaire de base avec des matières radioactives à 500 mètres sous terre. Cette opération pendant 100 à 120 ans, il faut une certaine – j'allais dire arrogance, mais c'est vrai, de garantir que deux installations nucléaires de base seront à l'abri de tout accident pendant 120 ans, en particulier pour les questions de ventilation. Je pense qu'il y aura une session particulière sur ce point, mais il ne faut pas considérer que tout d'un coup ce truc va fonctionner sans problème et que l'on tient la solution. Je pense que c'est une solution qui est extrêmement risquée et je suis tout de même effaré que l'on passe tout de suite...

Fabrice BOISSIER : Je ne peux pas vous laisser dire cela. Vous nous vendiez à l'instant un stockage en sub-surface pour 300 ans, sans risque. Les risques sont exactement les mêmes dans le stockage CIGEO. L'installation nucléaire de base en surface pour recevoir les déchets sera bien évidemment sécurisée au niveau des meilleures technologies disponibles...

Bernard LAPONCHE : Celle-là est identique à la sub-surface.

Fabrice BOISSIER : Le stockage à 500 mètres de profondeur, c'est des galeries comme dans un stockage en sub-surface, c'est de la ventilation que nous maintiendrons. Nous avons des garanties, nous vérifions qu'il est robuste même en cas d'arrêt de la ventilation, et la coexistence de travaux et d'opérations de stockage que nous avons présenté dans notre projet sera strictement séparée physiquement pendant toute l'exploitation. Il n'y aura pas une installation dans laquelle on exploite et on creuse en même temps. Il y aura une installation nucléaire dans laquelle on exploite, et à côté, mais séparée physiquement par des murs et de l'argile, une installation dans laquelle on creuse. Périodiquement, on ouvrira, on agrandira l'installation nucléaire.

Ces questions de risques sont bien évidemment à prendre au sérieux, l'ANDRA s'y attèle depuis de nombreuses années, l'Autorité de sûreté nucléaire nous surveille et nous contrôle et n'autorisera le stockage que si ces risques sont bien pris en compte, mais je peux vous garantir que le plus clair de mes activités est de s'occuper justement de ces risques.

Bernard LAPONCHE : Puisque Monsieur est responsable de l'affaire, je ne vais pas l'accuser de nous dire que c'est bien.

Fabrice BOISSIER : Vous m'avez accusé d'arrogance à l'instant.

Bernard LAPONCHE : Ce n'est pas vous. Il me semble que le système nucléaire dans son ensemble est arrogant parce qu'il a sans arrêt des certitudes alors qu'il crée des risques irréversibles.

Fabrice BOISSIER : Je ne me pose pas des questions philosophiques. Je sais qu'il y a des déchets qui sont dangereux, on les a sur les bras, il faut s'en occuper et je conçois une installation capable de gérer les risques. On sait le faire en surface et je peux vous garantir qu'on saura le faire en profondeur.

La journaliste : Des risques sur lesquels vous interrogez les internautes :

« J'ai entendu dire qu'il y aurait dégagement de gaz pendant le stockage. Est-ce vrai ? J'ai entendu dire aussi qu'il fallait attendre avant d'enfouir les déchets. Pourquoi ? »

Jean-Marie BROM : On en a parlé. CIGEO ne pourra commencer à fonctionner que dans une cinquantaine d'années, donc les déchets existants seront bien stockés. Actuellement, on ne peut pas les descendre parce qu'ils ont une radioactivité trop importante, et il y aura bien évidemment dégagement de gaz, etc., parce que la nature est comme cela. Il faudra ventiler CIGEO pendant un certain temps, donc garantir aussi que les ventilateurs vont tenir le coup pendant quelques centaines d'années, sans s'arrêter.

Fabrice BOISSIER : Encore une fois, il y a quelques inexactitudes. Nous proposons que CIGEO démarre en 2025 puisqu'il y a des déchets que l'on peut déjà stocker à partir de 2025 ; ce sont les premiers déchets de haute activité qui ont été produits il y a presque une cinquantaine d'années. Ce sont les déchets de moyenne activité vie longue, et donc il y a un plan de charge pour CIGEO de 2025 jusqu'en 2130. CIGEO pourra commencer à travailler quand il sera autorisé et construit. Je l'ai dit tout à l'heure, certains déchets émettent de l'hydrogène, cela nécessite une ventilation. Nous vérifions également que même en cas de panne de ventilation, cela n'induit pas un risque pour l'installation.

Bernard BOUILLIS : Un petit mot d'explication. Pourquoi attend-on avant de descendre les déchets en profondeur ? Parce que dans ces déchets, il y a une très grande diversité d'éléments : des éléments à durée de vie assez courte, de l'ordre de la dizaine d'années, qui émettent beaucoup de chaleur pendant quelques dizaines d'années et l'on préfère attendre que cette chaleur ait décru pour mettre ces éléments au stockage et pour qu'ils occupent moins de place ensuite dans le stockage. C'est ce qui fait que l'on attend avant de mettre les éléments en stockage.

La journaliste : Monsieur Bouillis, voici une question par mail à laquelle vous allez certainement pouvoir répondre :

« Le conditionnement des déchets haute activité peut-il encore être significativement amélioré ? »

Bernard BOUILLIS : Je crois qu'il faut être humble. Tout peut toujours, de mon point de vue, être significativement amélioré. Je crois que l'on a tout de même réussi avec des efforts considérables, depuis 50 ans que des équipes du CEA travaillent sur le conditionnement dans le verre, à un conditionnement qui est reconnu comme un standard international, sur lequel on a essayé, là aussi, avec toute l'humilité qu'il convient, de prévoir à très long terme quel serait son comportement dans le stockage. Il est très difficile de prévoir ce que va être le comportement du verre pendant 100 000 ans ; dans nos laboratoires, nous essayons d'accélérer le temps, de vérifier à quelle vitesse il va s'éroder, de faire des modèles, et ensuite, nous essayons de nous raccrocher à ce que l'on peut trouver dans la nature pour

nous conforter dans le fait que nos estimations sont bonnes à très long terme. On a trouvé des résidus de verre sont tombés de bateaux romains il y a 2 000 ans, on regarde à quelle vitesse le verre s'est altéré, on essaie de valider des modèles avec cela, on cherche des modèles sur des roches volcaniques, avec des roches qui ressemblent à nos verres afin d'essayer de consolider le modèle. Nous avons aujourd'hui une très bonne assurance sur la tenue de notre verre. C'est à peu près un cheveu tous les 1 000 ans en condition de stockage. Il faut être humble, mais c'est ce que l'on trouve dans nos laboratoires. On peut certes l'améliorer, mais là encore, je crois que l'amélioration que l'on cherche ne veut pas dire que le résultat que l'on a obtenu aujourd'hui est insatisfaisant.

La journaliste : Une question qui s'adresse à Bernard Laponche :

« Un des représentants de l'IRSN (il n'y a pas de représentant d'IRSN parmi nous, donc peut-être fait-il allusion à Monsieur Bouillis) parle de la quatrième génération des réacteurs. Qu'en pense Global Chance ? »

Bernard LAPONCHE : Il faut expliquer ce qu'est la quatrième génération. C'est appelé un peu à tort la quatrième génération parce qu'il y a une ambiguïté sur l'histoire des générations. Il y a une génération dans les réacteurs à eau ordinaires, et en fait, le système de réacteur différent de ces réacteurs ordinaires qui sont les réacteurs français actuels, ce que l'on appelle les réacteurs à neutrons rapides, c'est-à-dire que les neutrons ne sont pas ralentis dans le cœur, et le modèle en est le surgénérateur. Il y a eu Rapsodie comme pilote, puis Phénix, puis Superphénix. Le combustible est un mélange d'uranium appauvri et de plutonium, c'est là que l'on utilise le plutonium qui est issu du retraitement, et ces réacteurs sont refroidis avec du sodium. La propriété intéressante est que dans ce réacteur est aussi produit du plutonium et que le bilan à la fin, si on retraite les combustibles de ce réacteur – c'est tout de même assez compliqué – on recueille un peu plus de plutonium que ce que l'on a mis, d'où l'idée de surgénérateur et du fait que l'on a des réserves pour de très longues périodes.

Il faut comprendre que tout cela est assez long, c'est-à-dire qu'il faut des surgénérateurs qui produisent du plutonium, puis on retraite, puis on produit des surgénérateurs. Tout cela n'est pas rapide. Le pire inconvénient, c'est d'une part l'utilisation comme combustible du plutonium qui est le corps le plus dangereux que l'on connaisse et donc on crée une espèce d'industrie du plutonium, qui si elle se généralise au niveau mondial, est une industrie à risque très important, en particulier avec le militaire puisque le plutonium est un produit de prolifération – vous faites une bombe avec quelques kilos. Et deuxièmement, le refroidisseur avec le sodium, on l'a bien vu avec surgénérateur, est un produit dangereux puisqu'il s'enflamme à l'air et explose à l'eau, et de plus, il y a des risques de criticité qui n'existent pas dans les réacteurs à eau.

Si la quatrième génération est la reproduction de ce type de réacteur, nous considérons que c'est une filière extrêmement dangereuse à beaucoup de points de vue.

Bernard BOUILLIS : Nous travaillons beaucoup justement à préparer une quatrième génération qui soit la meilleure possible si l'on décide de la déployer. Le plutonium n'apparaît pas avec les systèmes de quatrième génération. Le plutonium est produit par les réacteurs d'aujourd'hui. Les systèmes de quatrième génération permettront de l'utiliser et c'est tout de même quelque chose d'important. On pourra en faire quelque chose. Aujourd'hui, il a été évoqué le fait que l'on met de côté dans les MOX usés du plutonium. Avec les systèmes de

quatrième génération, on pourra choisir de faire des surgénérateurs, de faire des hydrogénérateurs. On pourra même, le jour où l'on décidera d'arrêter le nucléaire, de faire des brûleurs de plutonium avec ces réacteurs rapides, qui réduisent l'inventaire à quasiment zéro.

Pour illustrer le très grand intérêt de ces réacteurs dans la perspective où le nucléaire se développerait, quelques chiffres : aujourd'hui, les réacteurs à eau utilisent moins de 1 % de l'uranium que l'on va chercher dans les mines. Le reste n'est pas utilisé. Avec ces réacteurs, on pourrait utiliser théoriquement 100 %, donc on multiplie par plus de 100 l'énergie que l'on peut tirer d'un même gramme de plutonium. Cela ouvre des perspectives énormes au niveau des ressources. Si l'on regarde les ressources aujourd'hui identifiées dans le monde : le pétrole, le gaz, l'uranium, etc., on convertit tout cela en tonne équivalent pétrole, le nucléaire, avec les réacteurs d'aujourd'hui représente un peu moins de 10 % du total des ressources énergétiques. Si l'on utilisait ces réacteurs, c'est 90 %, plus que le pétrole, le gaz et le charbon réunis. C'est énorme. Avant d'abandonner tout cela, je crois qu'il faut y réfléchir à deux fois.

Le deuxième intérêt de ces réacteurs : ils produisent moins de déchets à vie longue. La première façon de transmuter des éléments à vie longue, c'est de ne pas les produire ! C'est la première chose que l'on doit chercher à faire. Vous mettez ce plutonium dans un réacteur de quatrième génération, il ne va pas donner ces fameuses actines mineures qu'aujourd'hui on essaie de trouver. Si cela ne suffit pas, on pourra transmuter. Je crois qu'ils offrent une palette de possibilités et du point de vue du CEA – encore une fois, sans vouloir faire la promotion de ces réacteurs, ce sont des décisions qui ne nous appartiennent pas – on essaie de les développer pour que si l'on décide de poursuivre le nucléaire dans la durée, on puisse avoir des solutions les meilleures possible.

Jean-Marie BROM : Je crois que dans ce cadre-là, ce n'est pas le fait de chercher une nouvelle solution, quatrième génération ou autre, qui est embêtante ; c'est le fait que l'on ne cherche pas autre chose en même temps. Nous avons des moyens limités au niveau de la recherche, en France ou dans le monde ; on met un petit peu tous ses œufs dans même panier. On oublie de dire que ce sont des projets à long terme, dont on évalue toutes les réponses qu'ils pourraient apporter aux problèmes d'aujourd'hui, mais on n'évalue pas les problèmes qu'ils pourraient causer. Les déchets qu'ils produiraient sont probablement – si on ne retraite pas – plus dangereux que les déchets que l'on produit aujourd'hui. Cela, on n'en tient pas compte. On a toujours un avenir qui est de plus en plus rose, et la meilleure garantie que cet avenir existera, c'est-à-dire qu'il sera finalement nucléaire, c'est ce qu'ont dit aujourd'hui les politiques : on a déjà dépensé tellement d'argent dedans qu'on ne peut plus revenir en arrière. On s'enferme. Dire : et si l'on prolongeait le nucléaire ? Non, ce système génération IV est antinomique avec un ITER. Par exemple, si l'on dit : on fait ITER qui résoudra tous les problèmes à la fin du siècle, pourquoi faudrait-il faire une génération IV qui ne commencerait à être opérable qu'en 2060 ou 2070 ? Cela ne marche pas. Il y a tout de même une volonté qui n'est plus une volonté technique, qui n'est plus une volonté financière, qui n'est plus une volonté sociale, mais qui est une volonté politique aujourd'hui de dire : quoi qu'il en soit, l'avenir doit être nucléaire. Et cela est très difficile.

Bernard BOUILLIS : Je crois que le problème de l'accès à l'énergie est tellement important, tellement crucial dans le monde, qu'aujourd'hui, au niveau de la recherche, négliger une possibilité qui paraîtrait intéressante, c'est quelque chose, à mon sens, qui serait une faute.

C'est ce que fait le CEA, il est engagé dans l'ITER, il est engagé dans la quatrième génération. On ne sait pas quand tout cela débouchera, quelles seront les décisions, mais je crois qu'il est très important de chercher dans diverses directions.

Fabrice BOISSIER : Je ne voudrais pas revenir sur les mérites ou les avantages et inconvénients de la génération IV, la seule chose que je peux rappeler pour nous ramener un peu à notre débat, c'est que quelle que soit la solution de production d'énergie à partir du nucléaire que l'on aura, on produira des déchets et il faudra les prendre en charge. Je crois que tout le monde s'accordera pour le dire.

Bernard LAPONCHE : Justement, si quel que soit le nucléaire que l'on fasse on produira des déchets, c'est une bonne raison pour avoir un peu plus de recherche. En France, les moyens de recherche sur le nucléaire sont sans comparaison par rapport aux autres, on a des sources d'énergie dont le caractère nocif irréversible est tout de même nettement plus faible – je parle des énergies renouvelables. Et là, on met peu le paquet à la fois sur la recherche et à la fois sur la mise en œuvre. Il y a une politique alternative qui n'est pas le sujet du projet CIGEO, mais qui s'inscrit quand même dans cette discussion : avec des économies d'électricité et des énergies renouvelables, on peut sinon supprimer, en tout cas réduire considérablement la quantité de déchets. Or, tout ce que l'on nous propose là, c'est de perpétuer cette production de déchets, et je crois qu'il y a vraiment un problème de fond : les citoyens sont-ils d'accord de continuer à soutenir de façon très majoritaire, presque exclusive, dans la production d'électricité, quelque chose qui va continuer à produire sans arrêt des déchets et sans qu'on en connaisse les risques de façon précise ?

Bernard BOUILLIS : Le CEA est le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives. Je crois que cela illustre mon propos qu'il faut chercher tous azimuts.

La journaliste : Une dernière question par mail va être une question d'argent. Il a peu été question d'argent pendant ce débat :

« Qui peut nous garantir que le financement de l'ANDRA sera garanti pendant 100 ans pour maintenir la potentialité de la réversibilité et de la sécurité en même temps ? »

Une réponse la plus courte possible.

Fabrice BOISSIER : La loi du 28 juin 2006 impose aux producteurs de déchets radioactifs – AREVA, le CEA et EDF – de provisionner dès aujourd'hui les sommes pour la gestion de leurs déchets et de les mettre en un lieu sécurisé permettant qu'elles soient disponibles le moment venu. Tout ceci est contrôlé par une commission de l'État. Il y a donc un système, je pense on ne peut plus rigoureux pour garantir la disponibilité de ces sommes.

En conclusion, je crois que tout ce que nous avons dit aujourd'hui montre que l'on n'a aucune garantie. Personne ne peut garantir que l'on trouvera une solution miracle pour faire disparaître les déchets. Le stockage réversible qui est aujourd'hui porté par l'ANDRA à la demande du parlement, est la garantie que l'on peut donner à nos enfants et nos petits-enfants, qu'ils aient au moins une solution permettant de les mettre à l'abri du danger des déchets radioactifs.

Bernard LAPONCHE : Je ne suis pas d'accord ! Ce n'est pas une conclusion du débat, c'est une conclusion de l'ANDRA.

La journaliste : Vous reviendrez à un autre débat, Monsieur Laponche. C'est une conclusion temporaire d'un des débatteurs et d'un des débats. Il y a encore plusieurs débats à suivre. Après vous avoir remercié à tous de votre participation, il me reste à vous signaler que le prochain débat consacré aux expériences internationales se tiendra exceptionnellement lundi 23 septembre à 19 h, toujours accessible sur le site de la Commission Particulière du Débat Public. C'est un débat qui sera plus long, il durera jusqu'à 21 h, car nous aurons de nombreux invités de plusieurs pays pour voir et confronter ensemble les expériences et les choix de plusieurs puissances nucléaires.

Claude Bernet, président de la CPDP, pouvez-vous nous dire un mot du prochain débat ?

Claude BERNET : Nous avons invité des responsables des États-Unis, du Canada, de la Suède et de la Finlande qui sont des pays européens ayant une expérience tout à fait importante, ainsi qu'un représentant de l'Agence internationale de l'énergie atomique.

Nous ferons donc une réunion un peu plus longue puisque bien entendu il y aura, comme aujourd'hui, des experts français qui auront à cœur d'apporter la contradiction dans tout cela.

La journaliste : Un dernier point pratique, mais important à vous signaler : étant donné le nombre de nos invités pour cette prochaine émission, il ne sera pas possible de faire jouer la même instantanéité dans le dialogue. Nous vous demandons de poster vos questions sur toute la question des expériences internationales dès que possible sur l'adresse mail que je vous rappelle : question@debatpublic-cigeo.org et aussi par SMS au 32 321 avec comme mot clé débat.

Merci à tous de votre participation et de votre écoute.

À lundi prochain, 19 h.