

Les grandes lignes du rapport n° 6 de la CNE2

et ses principales réflexions

sur le stockage géologique

- 16 auditions, dont 6 d'une pleine journée et 2 sur le site du laboratoire de Meuse/Haute-Marne ;
- 93 ingénieurs et chercheurs entendus (Andra, Areva, CEA, CNRS, EDF, Universités) en présence de tous les acteurs du nucléaire (Andra, Areva, ASN, CEA, EDF, IRSN), de l'OPECST et des ministères concernés ;
- Visite du site de Mol en Belgique (projet Myrrha), des installations d'Areva à La Hague ;
- Préséminaire (2 jours) et séminaire (5 jours) pour élaborer le rapport n° 6 ;
- Deux grands axes d'analyse : la séparation-transmutation et les stockages-entrepôts.
- S'y ajoute l'observation du panorama international en évolution rapide, notamment suite à Fukushima et compte tenu de la problématique énergétique mondiale.

- En 2012, deux rendez-vous majeurs donnés par la loi :
 - 31 décembre 2012 : L'Andra remet aux ministres chargés de l'énergie, de la recherche et de l'environnement, le dossier de support au Débat public sur le stockage ;
 - 31 décembre 2012 : Le CEA remet aux ministres chargés de l'énergie, de la recherche et de l'environnement, un bilan des E&R sur la séparation-transmutation en lien avec les nouvelles filières de réacteurs.

- *A la mi-octobre 2012, date d'élaboration du rapport n° 6, la Commission n'avait pas encore pu prendre connaissance de ces dossiers qui lui seront transmis en fin d'année.*

La commission remettra fin Mars 2013 un avis à la Ministre chargée de l'énergie et de l'environnement sur ces dossiers.

Les grands acquis de quinze années d'études et recherches :

- Les **verres et l'argile d'une couche géologique suffisamment compacte, épaisse et profonde** assurent le confinement des radionucléides pour des centaines de milliers d'années ;
- Le **site géologique de Meuse/Haute-Marne**, stable depuis des millions d'années, a révélé d'excellentes qualités de confinement ;
- Rien n'empêche de **passer à la phase industrielle concrète des opérations** et l'examen en 2015 de la demande d'autorisation de création sera le jalon important ;
- Le plutonium contenu dans les déchets peut devenir une **ressource énergétique à condition de disposer de réacteurs à neutrons rapides** capables de le brûler avec de l'uranium 238 ou de l'uranium appauvri. Fort des acquis de Phénix et Superphénix, l'enjeu est maintenant de disposer rapidement d'un prototype de RNR (4^{ème} génération) aux standards de sûreté de l'EPR qui démontrera **la possibilité de fermeture du cycle électronucléaire et de tester la transmutation des actinides mineurs.**

Dans le domaine des matières et des déchets radioactifs, il est important de garder à l'esprit les points suivants :

- **La question des déchets n'est pas séparable de celle de l'ensemble du cycle nucléaire** qui traite du devenir des matières radioactives, de la mine au stockage ultime en passant par toutes les installations, réacteurs et usines.
- Suite au débat sur l'énergie, **toute décision sur les installations existantes aura des répercussions**, non seulement sur les réacteurs, les matières fissiles et leur mise en œuvre en réacteur, mais aussi **sur le stockage géologique lui-même.**

RNR :

- Le CEA, avec EDF et Areva, mènent les E&R nécessaires au **développement d'un prototype industriel de réacteur à neutrons rapides, Astrid** ;
- La faisabilité scientifique et technique de la **transmutation du plutonium ainsi que celle de son recyclage ont été démontrées dans le réacteur Phénix** ;
- Il convient maintenant de démontrer qu'un réacteur à neutrons rapides de conception nouvelle peut répondre **aux exigences de sûreté des réacteurs de 3^{ème} génération (EPR) tout en multirecyclant le plutonium**. Cette exigence nécessite de véritables ruptures technologiques pour gagner un ordre de grandeur sur la probabilité de fusion du cœur.

Les innovations d'Astrid :

- Un cœur à faible perte de réactivité, doté d'un **coefficient de vide négatif** qui permet d'éviter les dégagements fortement énergétiques lors d'une éventuelle perte de débit ou de source froide ou d'alimentation électrique.
- Réduction du risque de réaction sodium-eau avec soit l'usage **d'échangeurs modulaires**, soit le recours à un **gaz inerte dans un circuit tertiaire**.
- Une **inspection en service** bénéficiant des développements et du retour d'expérience de Phénix.

Ces innovations constituent des avancées significatives en matière de sûreté par rapport aux RNRs en service ou en développement dans le monde.

Astrid est d'abord destiné à **valider industriellement le multirecyclage du plutonium, préalable à la fermeture du cycle nucléaire** : le plutonium, issu du traitement du combustible usé, est recyclé pour fabriquer un nouveau combustible pour Astrid.

- Astrid pourrait également permettre de transmuter l'américium, actinide mineur qui a un (fort) impact thermique sur le stockage géologique (qui restera de toute façon indispensable).
- Des études de matériaux seront nécessaires pour atteindre **les taux de combustion élevés et des teneurs en plutonium importantes**.
- En parallèle au développement d'Astrid, la construction d'un **pilote de retraitement** et d'une unité de fabrication du combustible sont indispensables, afin de **démontrer, en vraie grandeur, les opérations industrielles de fermeture du cycle**.

L'année 2012 est marqué par :

- La conception des **esquisses** de l'ouvrage à implanter, Cigéo **proposées par le Maître d'œuvre « système »** retenue par l'Andra qui conserve pleinement son rôle de Maître d'Ouvrage ;
- La saisine par l'Andra de la Commission Nationale **de Débat public** pour mener au premier semestre 2013 un débat sur le projet Cigéo.

Le présent rapport ne discute pas ces esquisses dont la remise est postérieure à l'élaboration du rapport n° 6.

Les conclusions de la revue de projet Cigéo ne seront remises que le 13 février 2013.

Inventaire de Cigéo :

- Élaboré conjointement par Andra, Areva, CEA et EDF ;
- Fonde la demande d'autorisation de création du stockage (DAC) ;
- Comprend les déchets résultant de toutes les installations nucléaires industrielles ou de recherche actuellement autorisées. Conventionnellement l'inventaire est calculé pour des durées d'exploitation des réacteurs de 50 ans, en supposant que les combustibles usés seront retraités de telle sorte que les verres contiennent uniquement les actinides mineurs et les PF ;
- Au cas où serait décidé le stockage des combustibles usés sans retraitement préalable, certaines options du stockage seraient à redéfinir, notamment dans la conception des alvéoles et le choix des espacements.

A l'exception des bitumes, les colis envisagés pour la première phase du stockage bénéficient d'un niveau de connaissance satisfaisant.

Les colis de boues bitumées soulèvent des problèmes spécifiques et il subsiste des incertitudes sur leur comportement, notamment à court terme, en cas d'incendie.

Pour se prononcer de manière définitive sur leur conformité en matière de stockage, la Commission exige de recevoir pour décembre 2014 une démonstration en vraie grandeur avec une analyse de sûreté, **menée conjointement par le CEA et l'Andra**, du comportement en stockage du colis primaire de bitumes et de son conteneur, dans les conditions les plus pénalisantes.

Si la démonstration n'était pas convaincante, la Commission recommanderait d'étudier, avant toute décision, des modes de traitement qui pourraient être appliqués aux bitumes pour les transformer en d'autres déchets ultimes.

Pour ce qui concerne les phases suivantes du stockage, la CNE n'a pas encore été informée de toutes les études menées sur les colis et les conteneurs de stockage des différents types de déchets.

Caractérisation de la Zira :

- L' Andra a tiré parti au maximum des études sismiques 3D sur la Zira ;
- Les études ont permis d'affirmer l'origine sédimentaire des hétérogénéités existant en dessus et en dessous de la couche du Cox ; de telles hétérogénéités ne peuvent ainsi se propager dans le Cox ;
- La Commission estime que de nouvelles informations sur la Zira ne pourront être acquises que pendant la phase de creusement du stockage. Elles seront à prévoir. Un programme d'acquisition de telles informations devra être prévu dans le cahier des charges de la construction du stockage.

Expériences dans le laboratoire souterrain et le stockage :

- Des expériences sont en cours (creusement et comportement des galeries et des alvéoles, caractérisation de l'argile, dégagement d'eau et de gaz, devenir de l'hydrogène....) et devront être poursuivies après l'ouverture du stockage.
- La Commission recommande la programmation d'expériences de longue durée qui ne pourront être réalisées que dans le stockage lui-même (mise en œuvre d'un scellement à l'échelle 1, comportement à long terme des alvéoles...).

Comportement différé de la roche :

Le dimensionnement des ouvrages doit s'appuyer sur des bases scientifiques robustes ;

Le comportement différé étant complexe, la Commission recommande de progresser au plus vite avant la DAC, compte tenu du besoin de modélisation en soutien à l'ingénierie.

Modélisation hydrogéologique :

Le modèle est maintenant parvenu à un degré de maturité très élevé. La Commission recommande que les concepts et les résultats de ce modèle soient effectivement utilisés pour l'analyse de sûreté de Cigéo.

Observatoire pérenne de l'environnement :

La Commission approuve sans réserve l'action de l'Andra et recommande le soutien par les pouvoirs publics des efforts de l'Andra pour mettre en place une surveillance épidémiologique régionale et un site environnemental témoin hors de la zone d'impact du stockage.

▪ Réversibilité

Elle combine récupérabilité des colis, flexibilité de réalisation et progressivité du processus décisionnel assurant la possibilité d'un retour en arrière sur la gestion initialement décidée.

Les progrès que l'Andra a réalisés dans la définition d'options de conception réversible du stockage ne doivent pas faire oublier la vocation de ce dernier à être scellé à terme pour que puisse être garantie sa sûreté passive à long terme.

Ils ne doivent pas davantage occulter les inconvénients éventuels d'une durée d'ouverture prolongée du stockage sur l'efficacité des scellements.

Si des contradictions apparaissent entre la sûreté en exploitation, la réversibilité et la sûreté passive à long terme, alors, la priorité la plus élevée devrait être donnée à la sûreté à long terme.

La demande d'autorisation de création devra concilier la précision requise par la procédure administrative et la flexibilité nécessaire pour satisfaire aux exigences de réversibilité et de prise en compte des progrès techniques.

Entreposages et installations de surface :

- La Commission souligne l'importance des installations de surface, tant au plan industriel que pour la perception du public.
- Les questions portent notamment sur les modalités et les caractéristiques de l'entreposage « tampon » pour (ajuster) rendre compatible l'arrivée des colis et les disponibilités du stockage, les installations nécessaires à la mise en œuvre de la procédure d'admission et de contrôle des colis, les nécessités liées à une installation d'examen et de reconditionnement d'un colis défectueux, *la compatibilité des installations de transfert des colis au cas d'une mise en stockage direct des combustibles usés.*

Coûts du stockage :

- En pourcentage, le coût du stockage ne représente qu'une très faible proportion du prix de revient du kWh nucléaire, cependant il est important que les chiffres soient connus de façon fiable pour le Débat public.
- La Commission demande à être informée de la clef de répartition des coûts entre les producteurs de déchets et du coût d'une opération de retrait d'un colis dans le cas de la mise en œuvre de la réversibilité .
- Enfin, la Commission demande à être informée des études d'impact et des coûts des installations de surface, intégrant les dépenses liées à l'alimentation par les différents réseaux (eau, électricité, évacuation) et l'adaptation des infrastructures routières et ferroviaires.
- Un membre de la Commission est depuis Janvier 2013 invité à suivre les réunions organisées par la DGEC sur cette question

Pour réaliser concrètement le stockage géologique, il est nécessaire **d'en avoir une vue cohérente et systémique**. Pour ce faire, il faut clarifier la **hiérarchie entre les différents problèmes** qui structurent le projet :

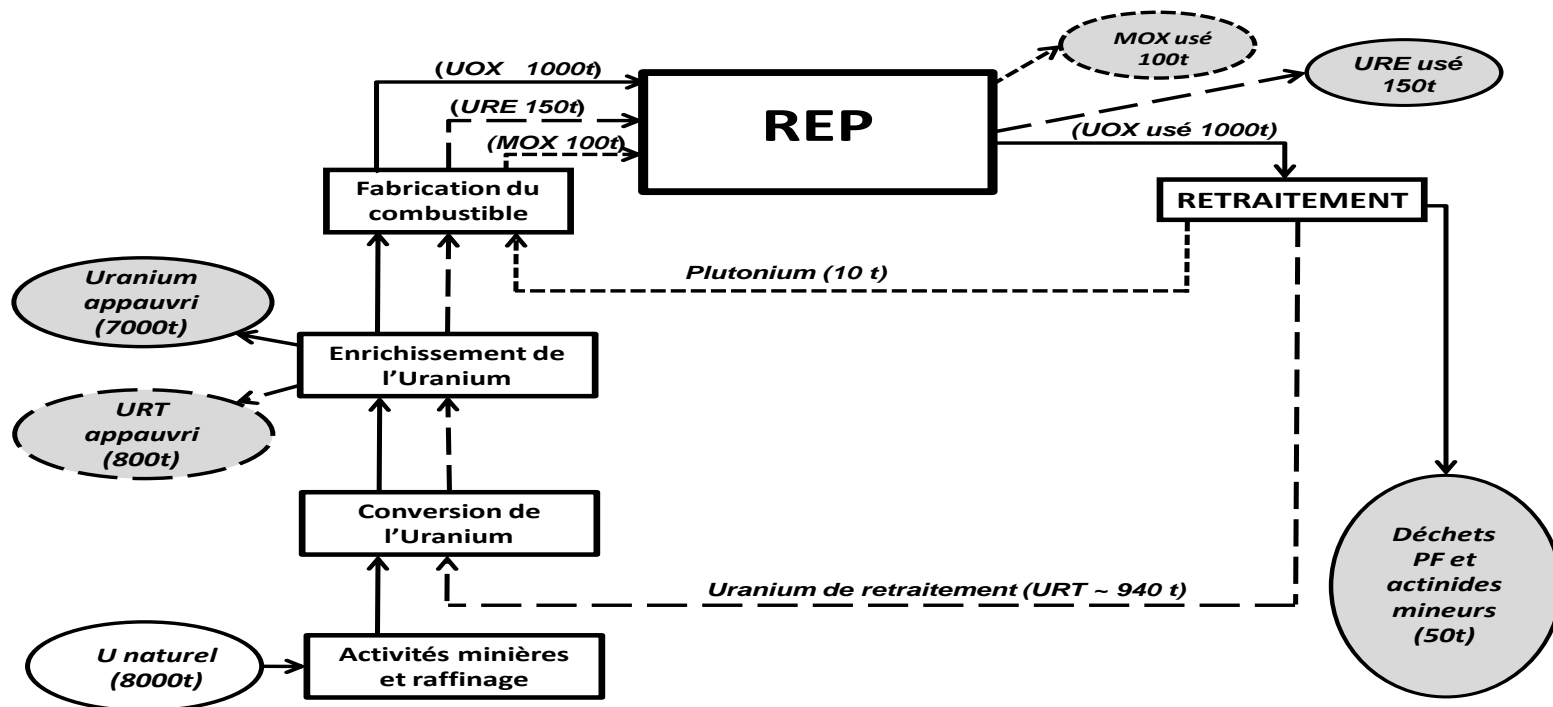
- Quatre problématiques ont été identifiées :
 - **garantir l'absence de danger pour le public,**
 - **réversibilité,**
 - **colisage - entreposage - transport,**
 - **calendrier.**

- Le projet Cigéo se déploie selon trois axes :
 - **le projet industriel,**
 - **le développement technologique**
 - **le support scientifique.**

La Commission demande à l'Andra de lui fournir les bases d'un plan opérationnel qui donne cette vision intégrée des 4 problématiques identifiées en regard des 3 axes de réalisation. Cette présentation systémique devra prendre en compte l'ensemble des E&R jusqu'à présent réalisées, y compris celles du maître d'œuvre-système.

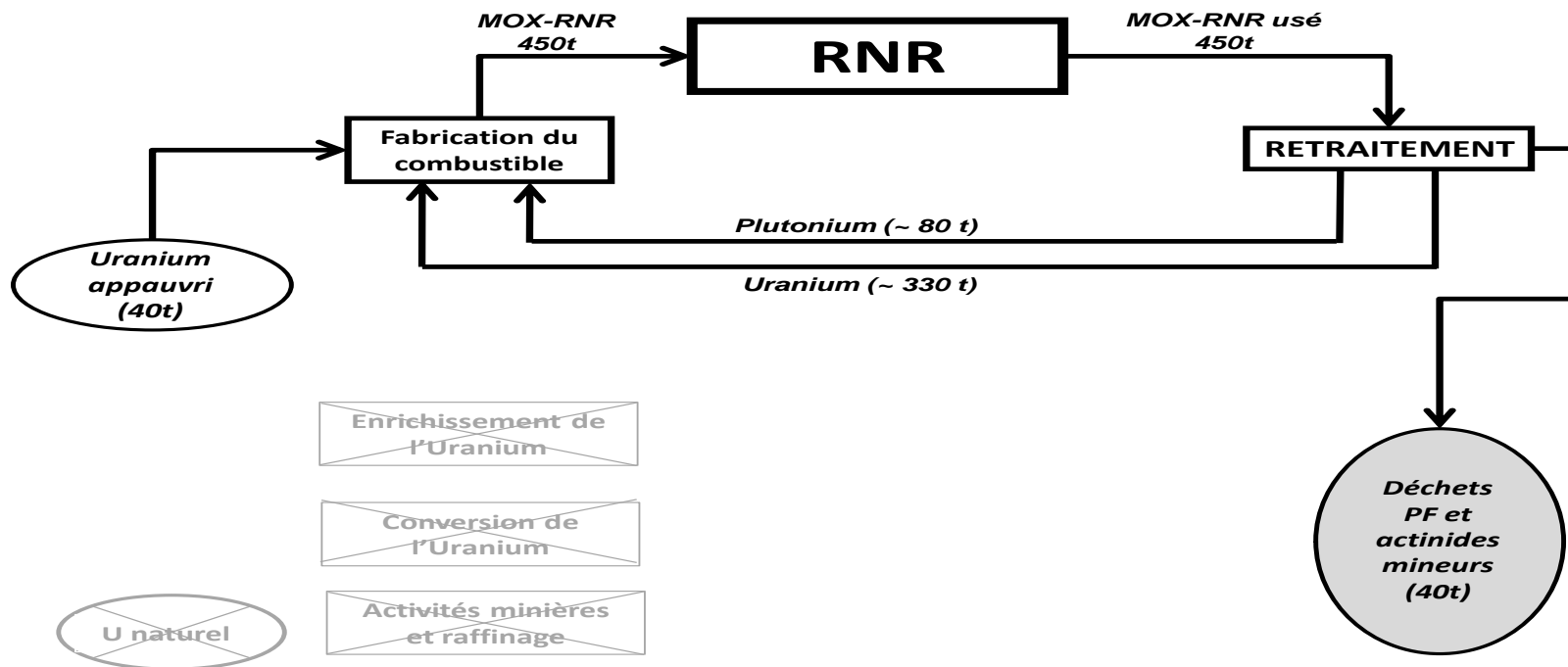
Annexes

Estimation des flux annuels de matières



Actuellement on produit de l'uranium appauvri, des déchets miniers, du plutonium (10 t par an) (car monorecyclage uniquement), des actinides mineurs et des produits de fission (PF).

Estimation des flux annuels de matières



Avec un tel parc, on **consommerait le plutonium produit dans le parc de Rep**, et une partie de l'uranium appauvri.

On **cesserait de produire du plutonium**, de l'uranium appauvri et des déchets miniers.

en 2150 :

	REP	REP-Mox	RNR
plutonium	1 900 tonnes accumulées	1 300 tonnes accumulées	900 tonnes recyclées
uranium	uranium (mine, enrichissement, retraitement)	uranium (mine, enrichissement, retraitement)	Consomme 50 t U _{app} /an (plus de 200.000 t sont disponibles)
Matières/ Déchets	Pu, U_{app} résidus miniers	Pu, U_{app} résidus miniers	Pu de fin de cycle U appauvri non consommé

Dans le cas d'un parc Rep, ou Rep moxés, le plutonium, est une masse de déchets indéfiniment croissante, qui doit, *in fine*, aller au stockage.