

# « La recherche est capable de répondre au problème des déchets nucléaires »

Pour Hamid Aït Abderrahim, le « père » du futur réacteur Myrrha, réduire le volume et la durée de vie des déchets des centrales est possible. Le nucléaire est une partie de la solution pour la transition énergétique, assure le directeur adjoint du CEN.

ENTRETIEN  
BERNARD PADOAN

À la fin de l'année dernière, le Centre d'études de l'énergie nucléaire (CEN) de Mol annonçait avoir signé un premier contrat pour la conception des bâtiments qui abriteront la phase I de son projet Myrrha (lire ci-contre). Pourtant, la sortie de terre du « réacteur nucléaire de recherche hybride et multifonctionnel pour applications innovantes » n'est pas pour demain. Hamid Aït Abderrahim, directeur général adjoint du CEN et directeur du projet Myrrha – dont il est souvent présenté comme le « père » – insiste : le bébé « est bel et bien né » depuis que le gouvernement a décidé en 2018 d'apporter un financement de 558 millions d'euros au projet. Dans l'actuel débat sur la transition énergétique et le climat de défiance d'une partie de l'opinion publique vis-à-vis du nucléaire, il est aussi persuadé que Myrrha a un rôle important à jouer, ne serait-ce que parce que sa promesse ultime, c'est celle d'aider au développement de nouveaux réacteurs nucléaires capables de recycler le combustible usagé et d'apporter une solution à la problématique des déchets radiotoxiques.

L'une des applications les plus prometteuses de Myrrha, c'est la réduction des volumes et de la durée de vie des dé-

chets nucléaires ?

En effet. Pour situer, il faut savoir qu'une tonne de combustible nucléaire donne, après usage, 935 kilos d'uranium, 12 kilos de plutonium, 2,5 kilos de ce que l'on appelle les actinides mineurs (neptunium, américium, curium) et 50,5 kilos de résidus de fission. Pour gérer ces déchets, vous pouvez opter pour la solution finlandaise, qui est l'enfouissement géologique de la totalité de ces matériaux, avec une radiotoxicité de 300.000 ans. Vous pouvez aussi refaire du combustible avec l'uranium et le plutonium, et vous enterrez les actinides et les résidus de fission : vous réduisez la période de radiotoxicité à 10.000 ans. La troisième solution, c'est la « transmutation » dans un réacteur à neutrons rapides, qui permet de recycler en plusieurs fois le combustible usagé – y compris les actinides mineurs – et de limiter les déchets aux seuls résidus de fission, avec une radiotoxicité limitée à 300 ans, soit un délai de stockage géologique qui est maîtrisé du point de vue technologique. Cette solution, c'est Myrrha !

C'est une solution à (très) long terme, cependant...

La décision qui a été prise, c'est de réaliser Myrrha en trois phases. Dans une première phase, nous allons construire la première partie de l'accélérateur de particules et les installations dites « PTF » (pour « Proton Target Facility »). Ces installations permettront de produire des radioisotopes médicaux innovants, à usage thérapeutique. Ceux-ci ont une précision beaucoup plus grande, de l'ordre du millimètre, voire du micromètre, qui permet de ne détruire que les cellules cancéreuses sans affecter les cellules saines. La PTF permettra également de faire de la recherche en physique fondamentale, mais aussi de la recherche sur les matériaux de structure des futurs réacteurs à fusion. Notre objectif, avec le financement obtenu, c'est que cette phase soit opérationnelle en 2026. La phase II (la construction de l'accélérateur complet) et III (la construction du réacteur) pourraient être achevées en 2033, pour être opérationnel en 2034 et en régime de croisière à partir de 2036.

Le financement du gouvernement ne



Clairement, aujourd'hui, le public n'accepte pas la perspective de voir des déchets qui restent dangereux pendant 300.000 ans



couvre que la phase I...

Il y a 287 millions d'euros pour la construction de la phase I. Et 156 millions pour couvrir les frais d'exploitation de cette phase pendant douze ans, de 2027 à 2038. Enfin, 115 millions sont affectés aux recherches sur les phases II et III. Mais il est vrai que le budget total du projet est de 1,6 milliard d'euros.

Où allez-vous trouver le milliard manquant ?

Notre travail, c'est de trouver les partenaires étrangers qui veulent participer au projet. Et le budget qui nous a été alloué par l'Etat belge crédibilise Myrrha par rapport à ces partenaires. Il y a de l'intérêt de la part de l'Allemagne, de la France, du Japon ou des Etats-Unis.

Mais pourquoi des pays comme ceux-là viendraient chez nous plutôt que de développer un tel projet chez eux ?

C'est vrai que les Japonais, par exemple, travaillent sur la transmutation et les réacteurs ADS (réacteur piloté par un accélérateur de particules, comme Myrrha, NDLR) depuis le milieu des années 80. Leur objectif est de construire un ADS industriel. Mais il leur faut d'abord construire un démonstrateur de la taille de Myrrha. Au lieu d'en payer un tout seuls, ils peuvent entrer dans notre projet en apportant une contribution, sur

base d'un partage des connaissances de développement.

N'y a-t-il pas un risque qu'ils tirent les marrons du feu en valorisant la technologie à l'échelle industrielle chez eux ? Evidemment, ça ne pourra se faire que moyennant paiement de royalties. Mais ça ne doit pas être notre seul objectif. Il faut aussi que nos « champions » industriels deviennent de vrais partenaires du projet. Ils ont tout à y gagner. Qu'est-ce qui empêche IBA de fournir les accélérateurs de particules de tous les futurs ADS qui seront développés à partir des recherches sur Myrrha ? Et CMI de fabriquer les cuves ?

Vous imaginez la création d'une filière européenne de la transmutation...

En effet, on peut penser que les pays européens qui font tous face à ce problème des déchets – qu'ils aient ou non décidé de sortir du nucléaire – s'associent. La Belgique, la France, l'Allemagne, la République tchèque et l'Italie avancent dans la recherche liée aux différentes étapes nécessaires du processus : le retraitement du combustible classique usagé, la fabrication du combustible avancé, la fabrication du réacteur – Myrrha – et le retraitement du combustible avancé. Avec ces cinq pays, il y a moyen de construire une filière industrielle. Pour traiter par transmutation les déchets des 144 réacteurs européens existants, il faudrait un parc de 15 réacteurs ADS industriels de 400 MW thermiques. Soit un total de 6 GW thermiques. A titre de comparaison, rien qu'à Tihange, on a 9 GW thermiques. Je ne vous parle donc pas de construire un monstre.

Mais il faudra un énorme investissement en recherche ?

De l'ordre de 6 à 8 milliards d'euros. Ici encore, par comparaison, le budget de traitement des combustibles usagés à l'échelle européenne pèse 73 milliards d'euros à l'heure actuelle. Utiliser 10 % de ce budget pour la recherche, ce n'est pas la fin du monde. D'autant que vous créez une filière industrielle européenne, avec des jobs. Clairement, aujourd'hui, le public n'accepte pas la perspective de voir des déchets qui restent dangereux pendant 300.000 ans. Mais la recherche et développement est capable de répondre, de ramener ce problème à des temps humains. Si on commence à traiter les déchets actuels en 2040, le processus pourrait être terminé en 2072 pour les pays voulant quitter l'énergie nucléaire. Après avoir profité de l'énergie nucléaire pendant 40 ou 50 ans, ça me paraît raisonnable.

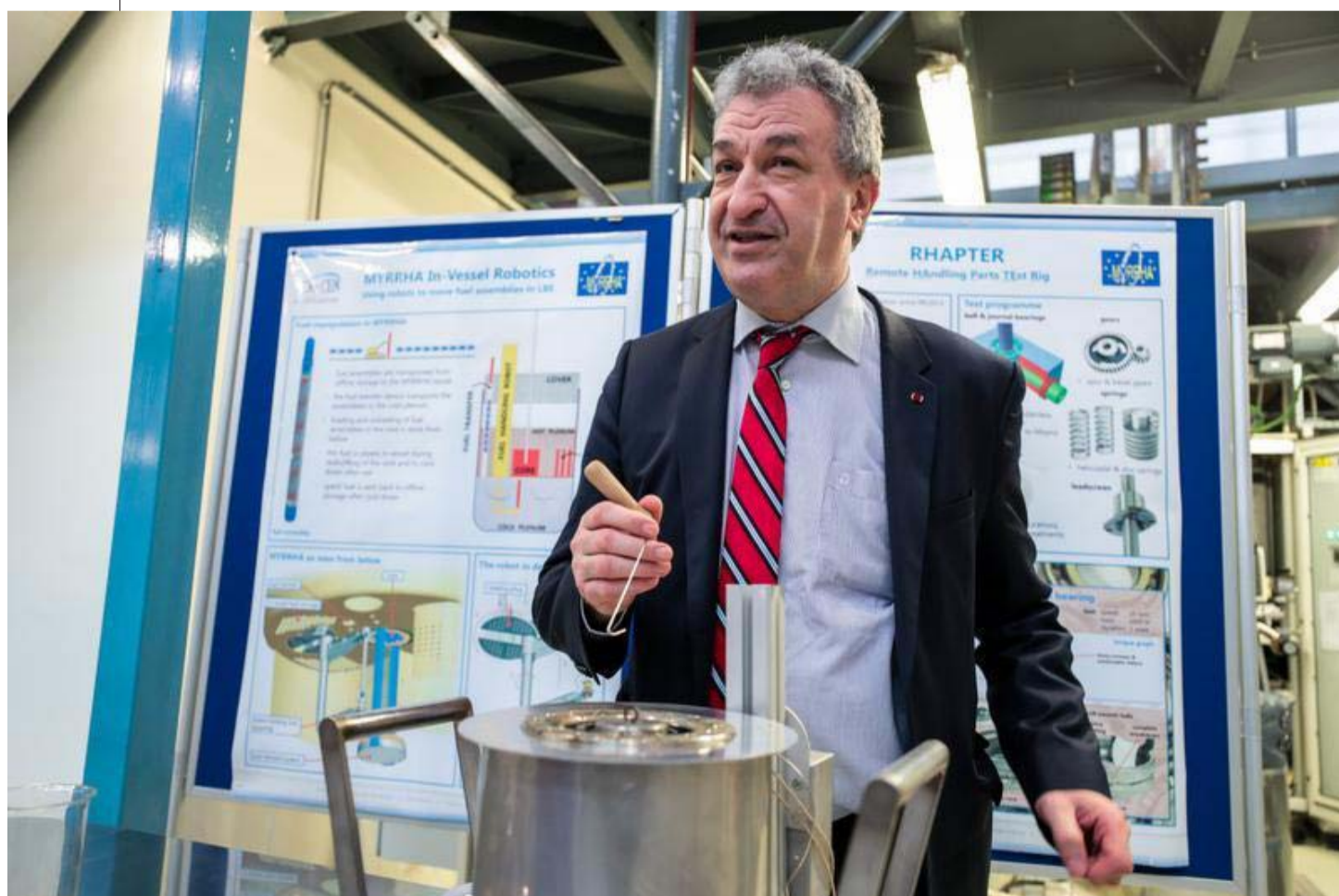
Mais pour vous, le nucléaire reste une partie de la solution pour la transition énergétique ?

La solution, c'est une combinaison du renouvelable et du nucléaire de demain, les « small modular reactors » (SMR). On sait que le problème du renouvelable, c'est l'intermittence. On peut espérer que la technologie des batteries va progresser, mais cela aussi va demander des investissements importants. Je constate également que tout le monde ferme les yeux sur les coûts induits par la mise à niveau des réseaux pour les adapter à une production décentralisée (avec une multiplication des petites unités de production renouvelables, NDLR). A côté du renouvelable, il nous faut une production de base non émettrice de CO<sub>2</sub>. Cette base peut être le nucléaire de nouvelle génération : des unités plus petites – de l'ordre de 50 à 200 MW électriques – que l'on peut plus facilement brancher à un réseau en production décentralisée que les grosses unités de production actuelles. Basées sur la technologie à neutrons rapides, ces SMR pourront en outre consommer leurs propres déchets et répondre mieux au suivi de charge.

Comment fonctionne Myrrha ?

Myrrha est l'acronyme de « Multi-purpose hYbrid Research Reactor for High-tech Applications » ou « réacteur nucléaire de recherche hybride et multifonctionnel pour applications innovantes ». Comme son nom l'indique, Myrrha est un outil de recherche qui doit permettre de valider les différentes technologies qui lui permettront de fonctionner, en vue d'applications industrielles ultérieures. Ce réacteur, que le CEN espère faire fonctionner en 2034, présente plusieurs particularités.

Tout d'abord, il est dit « sous-critique » : il ne contiendra pas suffisamment de matières fissiles dans son cœur pour alimenter une réaction en chaîne. Il sera donc couplé à un puissant accélérateur de particules (600 mégaelectronvolts), qui produira des protons qui bombarderont le liquide de refroidissement pour « démarer » et entretenir la réaction de fission dans le réacteur. On parle d'ADS, pour « accelerator driven system » ou « système piloté par accélérateur ». Cela veut dire que le réacteur sera flexible et pourra être arrêté en coupant « simplement » l'accélérateur de particules. Des composants d'un premier prototype d'accélérateur sont actuellement testés au Centre de recherche du cyclotron de l'UCLouvain à Louvain-la-Neuve. A terme, cet accélérateur sera abrité dans un bâtiment de 250 mètres de long à Mol, qui jouxtera le hall du réacteur. Contrairement aux réacteurs nucléaires classiques (comme ceux de Doel et de Tihange), Myrrha ne sera pas refroidi par de l'eau, mais par un mélange de plomb et de bismuth maintenu à l'état liquide. Cette technologie permet de conserver la vitesse très élevée des neutrons produits par la réaction de fission nucléaire. Des neutrons rapides sont nécessaires pour fissionner les actinides mineurs (neptunium, américium et curium) contenus dans le cœur et les dégrader (on parle de « transmutation ») pour réduire la radiotoxicité des déchets nucléaires et leur durée de vie, ce qui est le but ultime poursuivi par Myrrha. B. P.



Hamid Aït Abderrahim ne remet pas en cause la « décision démocratique » des pays qui veulent sortir du nucléaire. © PIERRE-YVES THIENPONT.