

1. Head of Nuclear Strategy chez Tractebel

Malgré la désindustrialisation que nous avons connu en Belgique, nous avons toujours une industrie relativement forte comparé à d'autres pays européens.

Le mix énergétique belge :

Il est en petite partie composé d'électricité (85 TWh) et en grande partie composé d'autres sources d'énergies (381 TWh) telles que la chaleur, les combustibles ou les matières premières dont une écrasante majorité de la production énergétique vient des combustibles fossiles. En ce qui concerne le challenge de la transition énergétique, c'est sur cette partie là qu'il reste le plus de travail. En 2019, le nucléaire représentait à peu près la moitié de la consommation électrique belge et le renouvelable à peu près un quart.

Que pourrait être le mix en 2050 ?

On observe aujourd'hui une tendance dans le gouvernement à se concentrer sur des détails sans avoir une vision d'ensemble.

Tout d'abord, la demande va se contracter de 25 à 30% grâce à l'électrification et l'efficacité énergétique (notamment dans la rénovation du bâti). Pour atteindre les objectifs de la Commission en termes de rénovation du bâti, il faudrait rénover 95% de l'ancien bâti et diviser l'empreinte énergétique de l'ensemble du bâti.

Selon une étude d'Energyville, le maximum atteignable pour le renouvelable est de 153 TWh. D'ici 2050, il est crédible en poussant tous les vecteurs dans le sens du renouvelable d'atteindre au maximum 110 TWh, ce qui voudrait dire que 90% des toits orientés à l'est, sud et ouest soient couverts de panneaux photovoltaïques, 18% de la zone disponible en mer du nord soit remplie de d'éoliennes offshore et une partie importante des terres agricoles recouvertes d'éoliennes terrestres. De plus, on pourrait tenter de développer les biocarburants à partir de déchets de l'agriculture pour ajouter 20 TWh ou importer de l'hydrogène et des combustibles décarbonés pour une centaine de TWh. Au final, il y a un gros trou à combler très important qui peut être comblé grâce à des imports de combustibles fossiles ou d'électricité d'autres pays, ou bien grâce à l'énergie nucléaire (le trou serait équivalent à 3x l'ancien parc nucléaire, un tiers du mix).

Les SMR :

Les SMR sont un business model car il existe plusieurs familles et types de réacteurs nucléaires SMR. Cependant, trois choses caractérisent le business model et ancrent le nucléaire dans le XXIème siècle. D'abord, recréer un appétit pour l'investissement dans l'infrastructure

nucléaire (le rôle des états dans les décisions énergétiques est plus faible qu'auparavant car il y a moins d'investisseurs privés). Etant donné qu'elles sont plus petites et moins chères (1 milliard plutôt que 30), ces centrales sont plus attractives pour les investisseurs. Deuxièmement, il faut recréer de la confiance du public dans l'industrie nucléaire. Par sa simplicité et les innovations technologiques, les SMR peuvent y contribuer. Quoiqu'il arrive comme accidents aux SMR, l'impact sera limité au sein du site. Troisièmement, il faut retrouver un rôle pour le nucléaire qui dépasse l'enjeu de l'électricité et qui a trait à toute une série d'autres enjeux liés à la transition. Par ailleurs, contrairement à ce qui est souvent dit dans la presse, les SMR ne sont pas une technologie pour un avenir lointain. Toute une série de projets très concrets en Occident ont actuellement lieu.

Q : Combien de temps pour la construction de SMR ?

- *Aux alentours de 4 ans pour la construction. A cela il faut ajouter les obtentions de permis et de fabrications de certains composants. Au total chez Tractebel on estime le total à 9 à 12 ans.*

3 piliers pour le rôle des SMR :

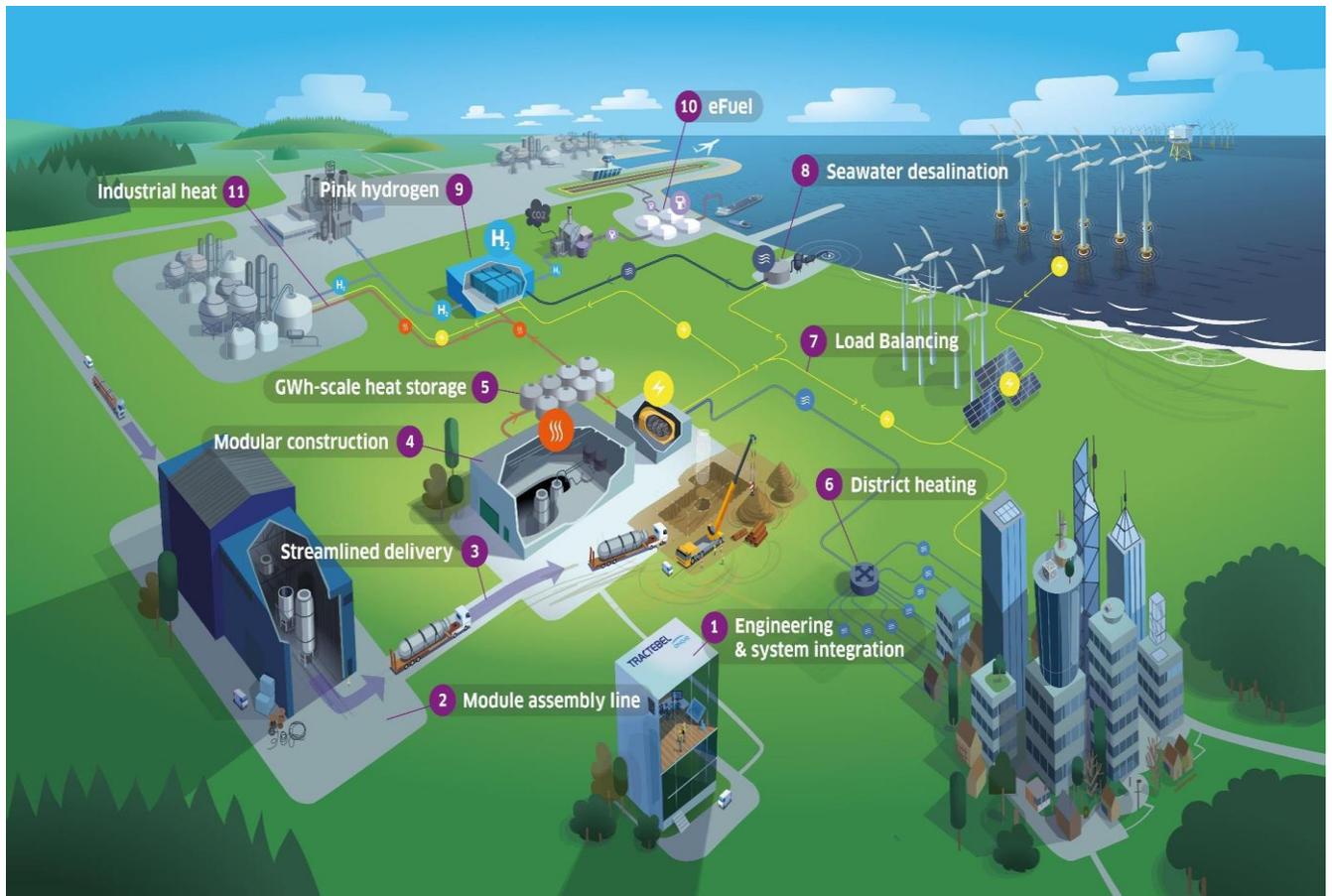
- L'électricité et la production d'hydrogène (horizon court/moyen terme)
- La production de chaleur pour de gros consommateurs comme le port d'Anvers (horizon début des années 2040)
- La fermeture du cycle combustible pour avoir un impact sur la question des déchets (raison économique, sociétale et écologique)

Pour finir, il est illusoire de croire que si on arrête de construire des centrales jusqu'en 2040 on aura encore la capacité de le faire à ce moment-là. Notre industrie nucléaire en Belgique est reconnue internationalement (4^e au niveau mondial) mais qui s'amenuise déjà. Il faut donc initier des projets dès aujourd'hui. Si on veut répondre aux enjeux sociétaux de manière large, il faut avoir un parc nucléaire combinant les différentes technologies pour profiter des avantages des différentes filières.

Le futur énergétique selon TRACTEBEL :

Le nucléaire et les SMR comme pierre angulaire du marché énergétique de demain. L'idée de ce schéma vient du besoin de pouvoir se représenter comment on imagine le futur (énergétique). Il s'agit bien évidemment d'une vue d'artiste mais cela représente bien la vision du mix énergétique de demain selon TRACTEBEL. Si l'on devait définir le marché énergétique de demain, cela passerait par la notion de marché intégré. Quand on observe les différents vecteurs énergétiques de demain, on aperçoit l'électricité en jaune, la chaleur à haute température pour l'industrie en orange, l'hydrogène en bleu, les combustibles de synthèse en mauve et la chaleur à destination des foyers en bleu foncé. Le meilleur exemple que l'on puisse donner afin d'exprimer cette idée d'intégration c'est la production d'hydrogène. Étant donné que les électrolyseurs coûtent extrêmement cher, ne les faire tourner que quelques heures par an ne serait pas rentable. On pourrait imaginer un modèle triangulaire renouvelables/nucléaire/hydrogène. Contrairement aux volontés de produire de l'hydrogène à partir du renouvelable lors des pics de production, l'idée ici est de produire la plupart du temps de l'hydrogène (principalement à partir d'énergie nucléaire) et seulement lors des pics

de consommation, d'arrêter cette production d'hydrogène afin de produire ce surplus d'électricité. Ce business model se base sur le besoin de rentabilité de l'hydrogène et afin de rendre le procédé rentable il est impératif d'en produire en grande quantité afin d'en faire une source stockable et transportable d'électricité. L'hydrogène ferait ainsi partie d'un triangle interconnecté de sources d'énergies propres avec le nucléaire et le renouvelable.



Q : Pourquoi le nucléaire et pas le renouvelable pour créer de l'hydrogène ?

- Car le nucléaire est pilotable. Il a l'avantage de produire en permanence. Sur une année de 8760heures, le renouvelable va surproduire 1000 à 2000h par an. Si pendant ces heures on stocke l'énergie renouvelable sous forme d'hydrogène, on aura un hydrogène extrêmement cher. En revanche, le coût du nucléaire est très prédictible et donc celui de l'hydrogène également. De plus, il y a des moments où le renouvelable ne produira pas suffisamment d'électricité. On pourrait donc arrêter de produire de l'hydrogène car il se stocke très facilement contrairement à l'électricité mais les prix seraient très hauts car excès de demande sur le marché. Ainsi, on crée de la valeur pour la centrale nucléaire (cout d'opportunité extrêmement positif) et le renouvelable.

2. Hamid Aït Abderrahim, ingénieur nucléaire et physicien des réacteurs, professeur à l'UCL, Directeur de MYRRHA et directeur général adjoint de SCK-CEN :

Nous avons une excellente compétence en matière de nucléaire dans ce pays, ce serait un non-sens de s'en priver. Celle-ci a pris 70 ans à se construire, en passant par toutes les étapes (du chercheur à l'industrialisation et l'innovation) mais peut être détruite très rapidement. Notre pays devient également un acteur sur la scène internationale grâce à l'éolien offshore. Il ne faut pas croire que parce que nos centrales ont été construites il y a longtemps, elles sont vieilles. Elles sont en permanences supervisées, entretenues et modernisées.

Au début des années 2000, on parlait de renaissance du nucléaire. En Europe on disait que nous étions les meilleurs, puis on s'est aperçu qu'on a perdu du temps à ne pas construire des EPR. Tous nos ingénieurs ayant construit des centrales sont partis à la retraite et nous avons perdu la main. En Russie ils ont continué à maîtriser les technologies et la Chine nous a même dépassé. Il faut donc absolument garder de la continuité. Nous n'avons pas le luxe de nous passer des réacteurs actuels qui ont toujours la capacité de fonctionner.

Par ailleurs, il faut garder en tête que les centrales créent de l'emploi, et les fermer signifie donc un risque pour ces travailleurs. De plus, il faut arrêter, en tant que politiques, de parler de prolonger d'un certain nombre d'années les réacteurs. En tant que politiques, il faut simplement se concentrer sur la place du nucléaire dans le mix énergétique ; les calculs sur le nombre d'années doivent rester pour les techniciens. En ne respectant pas cela, on fait croire aux citoyens que ce sont les politiques qui déterminent les durées de prolongation et pas les experts et les études de sûreté. Le premier responsable des réacteurs c'est l'opérateur, et il va faire tout ce qui est en son pouvoir pour éviter des problèmes de sûreté. Lorsqu'il y a eu des bulles d'hydrogène dans les cuves, c'est Electrabel qui a décidé de s'y attaquer.

En outre, dans l'état actuel de notre législation, on ne peut rien déployer à cause de la loi Deleuze de 2003, il faut donc s'y attaquer d'abord. Ensuite, d'autres lois doivent être modifiées sur l'obtention des permis qui empêcherait de déployer des technologies et sur les investissements pour assurer à l'investisseur qu'il a raison de prendre des risques. Enfin, il faut arrêter d'opposer les sources d'énergie entre elles. Il faut un regard holistique sur l'énergie pour baser nos politiques tout en gardant le coût à l'esprit. Arrêtons également de garder uniquement l'horizon 2050 en tête. Certaines technologies doivent être observées à encore plus long terme (comme par exemple les réserves d'uranium si nous sommes en cycle fermé).

Le projet MYRRHA :

Le projet MYRRHA est un projet de recherche nucléaire européen visant à développer un réacteur nucléaire de recherche polyvalent. L'objectif de ce projet est de développer une technologie innovante pour la production d'énergie nucléaire, ainsi que pour la recherche en physique des matériaux, en radiochimie, en physique nucléaire et en médecine nucléaire.

Le réacteur utilise un accélérateur de particules pour fournir des neutrons pour la fission nucléaire dans le combustible. Cette technologie présente plusieurs avantages par rapport aux réacteurs nucléaires traditionnels, tels que la capacité de brûler des déchets nucléaires et de produire des isotopes médicaux pour la médecine nucléaire.

Le projet MYRRHA est piloté par le Centre d'étude de l'énergie nucléaire (SCK CEN) en Belgique, en collaboration avec de nombreux partenaires européens. Le réacteur de démonstration est en cours de construction sur le site de SCK CEN à Mol, en Belgique, et devrait être opérationnel à partir de 2026.

Le réacteur MYRRHA est également capable de transmuter les déchets nucléaires à haute activité en des matériaux moins dangereux et à plus longue durée de vie. En effet, la transmutation consiste à transformer les déchets radioactifs en éléments stables ou en isotopes moins radioactifs, permettant de réduire leur toxicité et leur durée de vie. De plus, le projet se penche également sur le retraitement des déchets nucléaires. Il s'agit d'un processus qui consiste à récupérer les matières fissiles non consommées dans les combustibles usés, afin de les réutiliser pour produire de l'énergie nucléaire. Ce processus permet également de réduire le volume des déchets radioactifs à stocker à long terme.

L'idée est que si l'on traite les déchets nucléaires que nous possédons, nous pouvons récupérer des combustibles comme l'uranium et le plutonium que nous pourrions dès lors réutiliser dans nos réacteurs traditionnels. Dans 1 tonne de combustibles usés, il y a 2,5kg de noyaux plus lourds que le plutonium (ceux qui amènent la radiotoxicité qui dure des milliers d'années). En triant les composants dans les déchets nucléaires puis en les recyclant, on passerait de 300 000 ans de radiotoxicité à 300 ans. MYRRHA est le projet de référence au niveau mondial pour cette technologie. La difficulté dans ce genre de projets est de tenir dans la durée, mais ce genre de projets innovants attire de nombreux jeunes. Selon Hamid Aït Abderrahim, il faudrait une personnalité qui soit un ambassadeur et qui parlerait ainsi au nom du gouvernement afin de promouvoir le projet et de récolter des fonds (dans le précédent gouvernement Pieter De Crem a exercé cette fonction). MYRRHA est la machine de démonstration de cette technologie mais l'objectif à terme est de l'industrialiser à l'échelle européenne. Il faudrait 10 à 15 réacteurs de type MYRRHA de niveau industriel pour traiter tous les déchets des 27 pays européens. Le modèle économique préconisé pour cela serait que les pays qui ont des déchets investissent dans ces machines de traitement de déchets et qu'elles soient proches des lieux de production de déchets afin de limiter les risques liés aux transports.

Débat :

Q : Dans le trou d'électricité à combler, y a-t-il une distribution entre la demande en électricité et en chaleur ?

- *Il existe plusieurs scénarios. Il y a des modèles où on multiplie la consommation électrique par 1,5 ou 3. C'est une énorme différence. En partant d'un scénario médiant, le trou serait de 120 térawattheures avec 1/3 en électricité, 1/3 en hydrogène et 1/3 en chaleur.*

Q : En Europe, voyez-vous une relance de l'Euratom ou plutôt une coopération entre états (car l'Autriche, l'Allemagne et le Luxembourg sont très réticents)

- *On voit émerger des modèles innovants au niveau européen notamment sous l'impulsion de France 2030 (500 millions pour l'innovation nucléaire) mais aussi au Danemark ou en Suède même si toutes les startups ne sont pas toutes aussi crédibles.*

Ce qu'il manque c'est une stratégie d'ensemble et une mise en commun des ressources. On risque de dépenser des millions qui n'aboutissent pas alors qu'on aurait pu faire une enveloppe commune. Les Etats-Unis par exemple dépensent 3 milliards par an.

Q : Faudrait-il avoir un mix de gros et de petits réacteurs ou uniquement des SMR ?

- *Il y a une place pour les deux types dans le marché européen. La place des gros réacteurs sur le marché belge dépendra du gouvernement car il n'y a aucune certitude pour les investisseurs. Réunir quelques milliards pour des petits réacteurs serait faisable, mais pour les gros réacteurs cela nécessiterait forcément un support de l'Etat.*

Q : Au sujet des SMR, quelle adéquation avec MYRRHA ?

- *MYRRHA est une sorte de SMR car c'est un réacteur de 1100 mégawatts thermiques sur lesquels il n'y a pas d'échangeurs de chaleur pour faire de l'électricité (pour garder la priorité à la recherche) mais cela pourrait se faire. On a prévu d'utiliser la chaleur de MYRRHA comme une source de chaleur urbaine combinée avec d'autres sources. Grâce à MYRRHA, 700 millions ont déjà été dépensés. On a construit une compétence mondialement reconnue que ce soit pour le plomb mais aussi pour le mox.*

Q : Quelle est la participation concrète des experts belges dans le projet ITER ? S'il y a une volonté politique, quel délai peut-on attendre pour le développement de ce projet ?

- *En ce qui concerne la participation de la Belgique, de toute façon on est obligé car c'est l'Euratom qui engage la participation européenne (6/10 de la participation totale) ; les états membres contribuent au prorata de leur PIB. Le pays qui accueille la construction (France) investit de l'argent supplémentaire car le retour sur investissement se fera dans ce pays-là.*

ITER est encore une machine pour démontrer qu'avec la fusion on peut récupérer plus d'énergie que ce qu'on a mis dedans. Après cela, il faudra faire un réacteur de démonstration de production d'électricité. Il pourrait voir le jour en 2050 (mais on n'a pas encore le design du réacteur). Alors que la mode actuelle est de se diriger vers des petits réacteurs, les réacteurs de fusion seraient gargantuesques (plus grands que des EPR). D'autres technologies que celle d'ITER réfléchissent à des petits réacteurs de fusion nucléaire, mais cela reste préliminaire. A nouveau, il ne faut pas mettre en compétition la fusion et la fission ou les mélanger mais la technologie de fusion ne jouera pas de rôle dans la transition actuelle.

L'école royale militaire contribue notamment dans le domaine de la fusion dans la physique et le chauffage du plasma mais la Belgique contribue aussi dans le choix des matériaux qu'on utilisera et dans la mesure de l'intensité du courant de plasma.

Q : Avons-nous assez de réserves de deutérium et de tritium ?

- *Aucun souci pour le deutérium, on le trouve dans la nature. Par contre le tritium doit être fabriqué, notamment dans les réacteurs à eau lourde, qui est réservé en grande partie pour ITER.*

Q : Les autres pays (Européens) prennent-ils le wagon des SMR ?

- *Certains pays comme les Pays-Bas ont publiquement annoncé s'attaquer à la question. En France, le marché est très particulier car il dépend énormément du nucléaire et le pays possède le plus grand parc nucléaire par un seul et même opérateur (EDF) dans le monde. Si on regarde les 11 pays qui ont signé l'alliance pro-nucléaire en Suède en février, tous ont des opérateurs nationaux avec 70 à 100% d'investissements publics. (Désaccords entre les deux orateurs sur la participation des pouvoirs publics dans l'énergie nucléaire et du besoin d'investissements publics pour la filière).*