

Édito



Claude Fischer Herzog
Directrice d'ASCPE
Les Entretiens Européens

Une nouvelle ère électrique avec le nouveau nucléaire

La stratégie énergétique européenne à long terme a besoin d'anticiper (et de planifier) les politiques publiques capables de résoudre les contradictions posées par une croissance de la demande électrique et la réduction des gaz à effet de serre contribuant aux dérèglements climatiques. En effet, nos sociétés européennes et dans le monde « s'électrifient ». Les demandes explosent : l'automobile, l'habitat, l'agriculture, la santé, l'aéronautique et le spatial, le numérique... et les collectivités territoriales ont des besoins massifs d'investissements et d'innovation pour pouvoir y répondre. Tous les scénarios sont à la hausse et nécessiteront une économie décarbonée qui articule l'impératif climatique et l'impératif industriel européen, et où l'efficacité deviendra une politique industrielle et de services de type nouveau (« induservices »). En effet, l'augmentation de la consommation pose des problèmes d'efficacité dans l'usage et dans la production, et le secteur énergétique devra pouvoir faire une offre articulée à la diversité des demandes : il devra produire et tout à la fois fournir des services adéquats, et ce de façon moins coûteuse.

Quel sera le bon mix énergétique compatible avec la réduction des coûts et celle des émissions de gaz à effet de serre ? Les stratégies de court terme qui cherchent de meilleurs rapports coûts/rendements s'opposent souvent aux objectifs de zéro CO₂ en 2050 : comment les inscrire dans une stratégie de long terme ? Les sources décarbonées posent des problèmes de compétitivité, et le nouveau nucléaire – qui est un allié pour les objectifs climatiques – devra pouvoir étaler ses coûts et les mutualiser, mobiliser des ressources pour innover. Plus diversifié et flexible, il pourra s'adapter aux besoins et demandes diversifiés de l'industrie

et des territoires. Au-delà de propositions pour une gouvernance plus responsable entre les Etats et la Commission européenne pour la mise en œuvre de politiques publiques, Les Entretiens Européens mettront dans le débat public l'option de créer des agences de planification par concertation entre les usagers et les secteurs de recherche et de production énergétique, chargées de contribuer à la création d'un système-réseau cohérent à l'échelle européenne, avec des compétences renforcées et des services intelligents.

Ces questions seront au cœur des débats des Entretiens Européens des 12 et 13 novembre 2019. Ils auront lieu en Finlande en coopération avec FinNuclear et le GMF, avec le soutien de la Commission européenne, le partenariat de nombreux acteurs industriels et territoriaux d'Europe et la participation des institutions publiques.

au sommaire

- En page 3**
- La croissance de la consommation électrique climato-compatible ?
- En page 5**
- Les impacts globaux de la transition énergétique
- En page 7**
- Pour une sobriété numérique
- En page 8**
- France : faire le bon choix
- En pages 10 et 11**
- Les coûts réels de la décarbonisation
- En page 13**
- Les EnRe : un choix de société qui coûtera cher
- En pages 14 et 15**
- L'énergie nucléaire dans le mix énergétique finlandais
- En page 17**
- Le nucléaire, socle d'une économie sans carbone
- En page 22**
- Le rôle du niveau local dans la gouvernance de l'énergie nucléaire
- En page 23**
- La stratégie à long terme de la Commission européenne
- En page 27**
- Des choix qui risquent de pénaliser la Belgique
- En pages 28 et 29**
- Russie : le pouvoir à la population dans la recherche de solutions pour le développement de l'industrie nucléaire
- En pages 30 et 31**
- La gestion des déchets les plus radioactifs

Retrouvez le programme en page 32



FINNUCLEAR

ASCPE Les Entretiens Européens

GMF

New nuclear: a response to the electrical changes in our society in Europe ?

NOVEMBER 12-13, 2019 - EPICENTER MIKONKATU - HELSINKI

2019



De Paris à Taiwan

Un Stand-Up international pour l'énergie nucléaire



Dimanche 20 octobre 2019, en simultané dans 32 villes dans le monde, à l'initiative de plusieurs associations écologistes, des rassemblements citoyens et populaires ont permis d'échanger sur l'importance de l'énergie nucléaire pour le développement humain, la santé et le climat.

A l'heure des Marches pour le climat, les éco-modernistes, tenants d'une écologie réconciliée avec la science et l'idée de progrès, organisent une grande manifestation populaire pour mettre en avant les atouts de l'atome dans la lutte contre le réchauffement climatique.

De la Californie à Taiwan, en passant par Paris et Berlin, des bénévoles seront présents pour répondre aux interrogations des passants. Banderoles, stands, mascottes et chansons rythmeront une journée qui se veut volontairement bon enfant.

L'initiative a été lancée par Environmental Progress, une organisation américaine œuvrant pour sortir l'humanité de la pauvreté et la sauvegarde de l'environnement, en collaboration avec la Nuclear Pride Coalition, composée d'ONG environnementales pro-nucléaires dont Saving Our Planet, l'Association des écologistes pour le nucléaire et les Voix du nucléaire.

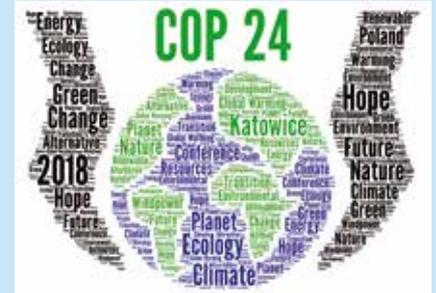


Les Entretiens Européens présents à la Nuclear Pride Fest à Munich

Durant toute la journée du 21 octobre 2018, nous avons pu échanger avec les habitants de Munich, devenue « capitale verte de l'Allemagne » depuis qu'au début du mois le parti « Vert » y a obtenu son plus haut score, avec 42,5 % des voix. Venus de Hollande, de Taiwan, de Pologne, de Slovaquie, de Russie, de France etc. nous nous sommes retrouvés sur la Marienplatz, la plus fréquentée de la ville pour remettre sur le devant de la scène l'énergie nucléaire. Accompagnés de la mascotte, l'ours polaire «Melly», nous avons transmis notre message à la population via des stands et chanté «The Change of Climate», interprété sur l'air de «The Sound of Silence» de Simon et Garfunkel.

CHF

COP24 : l'accord de Katowice pour une transformation solidaire du secteur énergétique et de la mobilité



La conférence de Katowice de décembre 2018 a adopté le « Rulebook », un système mondial d'analyse et d'évaluation des efforts dans la lutte contre le changement climatique qui devrait rendre l'accord de Paris 2015 plus opérationnel. Cette adoption s'est accompagnée de dialogue et de solidarité entre les Etats membres, pas si fréquents pour être soulignés. Les différences entre Etats, la diversité des atouts ne doivent pas être ignorées si nous voulons réaliser l'Union de l'énergie. La transformation des mix énergétiques est un processus de long terme qui implique beaucoup d'innovation et des investissements massifs. Au sein de l'Europe, un pacte de solidarité énergétique permettrait de coopérer et aux pays les plus riches de soutenir les pays moins développés qui doivent engager leur transition énergétique. C'est encore plus vrai à l'échelle mondiale où la solidarité doit être au cœur de nos relations pour permettre aux pays et régions les plus pauvres d'accéder au développement durable et aux nouvelles technologies. Saluons aussi les déclarations consacrées à la transformation solidaire et aux changements sociaux dans le secteur énergétique, à l'absorption de CO₂ par les forêts et au développement de la mobilité électrique et des véhicules à émissions nulles, soutenues par quelques dizaines de pays, 1500 villes et 1200 entreprises.

La croissance de la consommation électrique climato-compatible ?

Les scénarios de croissance électrique dans nos sociétés posent des questions redoutables de solidarité et d'efficacité dans l'usage et dans la production. Michal Kurtyka nous dit qu'ils sont une chance pour l'innovation dans les technologies propres mais aussi pour l'accès de tous à l'électricité.

L'affirmation selon laquelle la population mondiale d'aujourd'hui est tellement dépendante de l'électricité qu'elle ne pourrait pas fonctionner sans elle plus de 24 heures est erronée. En effet, ceux qui ont un accès constant à l'électricité seraient paralysés au bout de quelques heures. Mais c'est près d'un milliard de personnes qui n'y ont toujours pas accès du tout.

Selon l'AIE, l'Agence internationale de l'énergie, [Perspectives énergétiques mondiales 2018], l'électricité représente aujourd'hui près de 20% de la demande énergétique mondiale totale. Un chiffre comme un autre, mais que signifie-t-il dans la pratique ? La production d'électricité représente environ 64% de l'utilisation mondiale du charbon et 40% de celle du gaz naturel. En outre, la production d'électricité peut être imputée à 42% des émissions mondiales de CO₂ et à 48% des émissions totales de SO₂. Par ailleurs elle représente près de la moitié de tous les investissements dans le secteur de l'énergie, tandis que la facture énergétique d'un ménage moyen représente 39% du coût de l'électricité. La demande en électricité a dépassé 22 000 TWh et il n'y a pas de pic en vue. En supposant que les tendances actuelles se maintiennent, la consommation d'électricité augmentera encore de 70% d'ici 2040. Même si de profonds changements interviennent dans les systèmes énergétiques, cette augmentation sera toujours supérieure à 60%.

De nouvelles technologies plus compétitives et plus propres

Si nous examinons ces données séparément du contexte plus large, nous aboutissons à de sombres conclusions : chaque augmentation de la part de l'électricité dans l'économie est une nouvelle tonne supplémentaire de CO₂ et de SO₂ dans l'atmosphère, ce qui nous éloigne de plus en plus de l'objectif déjà insaisissable des 2 degrés Celsius de l'Accord de Paris. Mais cette façon de penser est erronée. Car l'attente fondamentale vis-à-vis des marchés de l'électricité n'est pas seulement qu'ils se développent d'une manière respectueuse du climat : l'électrification moderne est en effet le seul moyen de nous rapprocher de la réalisation des objectifs climatiques. Les nouvelles installations solaires sont plus compétitives que les nouvelles installations à charbon presque



partout dans le monde, mais elles ne sont pas compétitives par rapport aux installations existantes sans un soutien clair et constant des politiques nationales.

Il n'y a aucun moyen d'inverser la tendance à la hausse de la demande d'électricité. Mais il n'est pas nécessaire de le faire, et encore moins à cause des objectifs climatiques. L'AIE nous dit qu'en 2040, pas moins de 40% de la production mondiale d'électricité pourrait provenir de sources d'énergie renouvelables. Cette seule information est déjà une information favorable au climat (aujourd'hui, elle ne dépasse pas 25%). Mais faisons un pas de plus dans nos délibérations.

La demande croissante d'électricité, une chance pour le climat

En fait, c'est uniquement grâce à la demande croissante en électricité que nous pourrions avoir une chance d'avoir une énergie plus propre, une vie plus convenable et plus sûre. Examinons ce qui pourrait être le résultat d'un ralentissement soudain de la croissance de la demande d'électricité. Je pense alors que nous serions en panne sur le plan technologique et environnemental. Arrêt complet. C'est grâce à la demande croissante que les technologies se développent, alors que les méthodes de production anciennes et moins efficaces sont en cours de démantèlement et que de nouveaux investissements progressent. Le point le plus important est peut-être que la volonté de développement repose sur une pensée innovante, qui a un impact énorme non seulement sur les secteurs de l'énergie, mais aussi sur tous les secteurs de l'économie.

Zéro émission ou 100% d'EnR : ne pas se tromper d'objectifs !

Les technologies sont essentielles pour une électricité propre à l'avenir. Étant donné que le secteur énergétique dans son ensemble est responsable de 2/3 des émissions mondiales, les technologies sont également essentielles à la protection du climat. Au

cours des 20 dernières années, l'énergie éolienne et solaire photovoltaïque a ajouté environ 580 GW de production d'électricité dans les économies avancées. Dans ce contexte, la production d'électricité propre doit également inclure l'énergie nucléaire à zéro émission, sans laquelle le suivi de la transition énergétique propre pourrait être très entravé : si les politiques annoncées dans le monde entier visant à déclasser 40% des capacités nucléaires actuelles d'ici 2040 sont appliquées, près de 3 000 GW de nouveaux systèmes photovoltaïques éoliens et solaires devront être ajoutés au cours des 20 prochaines années uniquement pour compenser cette perte. Par conséquent, aucune technologie propre ne devrait être abandonnée si elle ne peut contribuer à une transition énergétique plus rapide. Il est préférable de viser zéro émission plutôt que 100% d'énergies renouvelables.

Les opportunités créées par la croissance

La croissance de la demande électrique est-elle respectueuse du climat ? Oui et de loin ! Et elle peut contribuer énormément à la transition énergétique propre en général.

Le nouveau nous pousse vers le mieux. Et le meilleur nous ouvre alors de nouvelles opportunités. Par conséquent, l'augmentation de la demande en énergie - au premier réflexe considérée comme catastrophique - nous donne l'espoir d'atteindre des objectifs climatiques ambitieux. Cela permettrait au milliard de personnes susmentionnées d'avoir accès à l'électricité et créerait de nombreuses opportunités. L'électricité est beaucoup plus qu'une simple lumière artificielle. Elle permet l'éducation, de meilleurs soins de santé, un échange de bonnes pratiques et une égalité des chances. Si tout cela s'accompagne d'une augmentation de la part d'électricité, nous ne devons certainement pas laisser passer cette chance.

Michal Kurtyka

Vice-ministre de l'Environnement en Pologne
Président de la COP24

LA CHASSE AU CO₂ EST OUVERTE.

Produisant déjà une électricité faible en CO₂, grâce au nucléaire et aux énergies renouvelables, le groupe EDF veut encore réduire ses émissions de 40 % d'ici à 2030*. Pour cela, il développe de nouvelles solutions qui permettent à chacun d'agir contre le réchauffement climatique à la maison, au bureau et en voiture.
Devenons l'énergie qui change tout.



Rejoignez-nous sur edf.fr

L'énergie est notre avenir, économisons-la !

* Réduction des émissions directes.

En 2018, le mix énergétique du groupe EDF est composé à 78 % de nucléaire, 12 % d'énergies renouvelables, 8 % de gaz, 1 % de charbon et 1 % de fioul. Il est à 90 % sans émissions de CO₂ (émissions hors analyse du cycle de vie des moyens de production et des combustibles) – Source EDF : « Indicateurs de performance financière et extra financière 2018 ».

RCS PARIS 552 081 317



Les Entretiens Européens
& Eurafricains

Rapprocher - Débattre - Fraterniser

Avec l'énergie du développement durable



Les Entretiens Européens
& Eurafricains

4 rue Froidevaux, 75014 Paris

Tél. : + 33 (0)6 72 84 13 59

www.entretiens-europeens.org

Les impacts globaux de la transition énergétique dans un contexte de croissance de la consommation électrique

L'Europe a pour objectif d'atteindre un minimum de 27% d'énergies renouvelables en 2030 et les accords de Paris prévoient d'atteindre la neutralité carbone au niveau mondial dans la deuxième moitié du siècle 2050. Pour atteindre ces objectifs, les scénarios de transition énergétique existants envisagent tous une diminution de la consommation d'énergie au niveau mondial, alliée à une incorporation massive d'électricité décarbonée produite à partir de sources renouvelables et nucléaires. Qu'en est-il ? Olivier Vidal analyse les deux évolutions qui selon lui constituent des défis majeurs.

Des scénarios qui contredisent les tendances lourdes

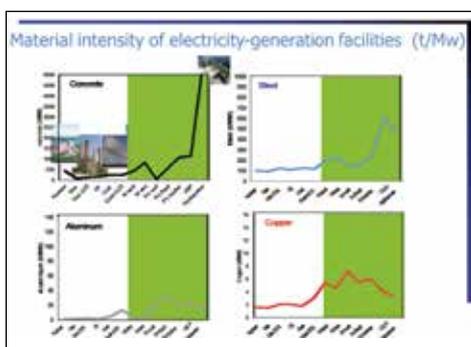
Première difficulté : la diminution envisagée de la consommation d'énergie au niveau mondial est en contradiction avec les tendances historiques et les modèles de développement économique passés. Elle suppose de réaliser un fort découplage entre évolution de l'activité économique et consommation énergie. Cela est envisageable dans les pays riches à l'industrialisation déclinante et importateurs de matières premières, produits semi-finis et finis. Ces pays ont en effet la capacité d'améliorer leur efficacité énergétique et de déplacer leur consommation industrielle d'énergie dans les pays producteurs des ressources qu'ils consomment. En revanche, le découplage entre consommation d'énergie et croissance économique semble beaucoup plus difficile à réaliser dans les pays émergents et exportateurs. Pour ces pays, tous les exemples passés montrent que l'augmentation de l'activité économique, de la population et de sa proportion urbaine, des revenus moyens et du niveau de vie entraîne une croissance exponentielle des besoins en énergie et en matières premières, et il est difficile d'imaginer que les tendances futures au niveau mondial puissent être radicalement différentes.

Pas de décarbonation sans surconsommation de matières premières

En addition à cette première difficulté, la transformation en une quarantaine d'années de notre infrastructure de production, stockage et utilisation d'énergie, pose également des questions de premier ordre. Hormis les difficultés technologiques et les contraintes socio-économiques (coût de la transition et prix de l'énergie) liées

au passage de sources d'énergie fossiles concentrées et facilement stockables à des énergies de flux diluées et difficilement stockables, les besoins en matières premières et les coûts environnementaux d'une telle transformation ne doivent pas être négligés. Bâtir une nouvelle infrastructure de génération d'énergie décarbonée reposant massivement sur l'électricité nécessite de mobiliser des quantités importantes de matières premières primaires.

Cela est vrai aussi bien pour le secteur nucléaire que pour la production, le stockage et la distribution d'électricité générée à partir de sources renouvelables. Dans tous les cas, de nouvelles infrastructures doivent être construites en utilisant des matières premières « structurales », telles que l'acier, l'aluminium ou le cuivre, mais également des substances plus rares : néodyme, praséodyme et dysprosium dans les superaimants de certaines éoliennes, tellure, indium, gallium sélénium certaines technologies en couches minces pour les panneaux photovoltaïques, lithium, cobalt et graphite pour les batteries des véhicules hybrides ou électriques, etc.



Une production énergivore des matières premières au détriment d'un développement durable dans les pays producteurs

Toutes ces matières premières demandent beaucoup d'énergie pour être produites : à l'heure actuelle, entre 10 et 15% de l'énergie consommée mondialement par l'industrie est utilisée pour la production de métaux et minéraux. Il est donc prévisible que la transition énergétique sera une cause de surconsommation de métaux et d'énergies fossiles. Cette surconsommation est le prix à payer pour réduire très significativement notre dépendance aux hydrocarbures fossiles et les pollutions associées à leur utilisation. Elle pose néanmoins des questions concernant la disponibilité des métaux

utilisés dans de nombreuses technologies, dans une situation déjà tendue de consommation globale en forte croissance et de forte dépendance européenne à l'importation de matières premières (l'Europe consomme environ 20% de la production mondiale de métaux alors qu'elle en produit environ 3%). Les conséquences environnementales et sociales dans les pays non européens producteurs de ressources minérales et d'équipements utilisés pour le secteur énergétique en Europe sont également à prendre en compte. Ces pays exportateurs ne sont pas forcément des pays stables politiquement, où la rente issue de l'exploitation de leurs ressources peut être mal redistribuée, voire alimenter des conflits armés, et/ou qui n'ont pas forcément la possibilité de mettre en place un contrôle efficace des bonnes pratiques assurant des impacts environnementaux minimisés.

Minimiser les impacts globaux de la transition écologique sans renoncer au développement

Les besoins en matériaux et autres ressources dont l'eau, ainsi que l'ensemble des impacts environnementaux sont variables pour différents mix énergétiques combinant énergie renouvelable et nucléaire, car les intensités matières (quantité par MWh produit), les rendements et les durées de vie des différentes technologies sont différents. Une analyse des scénarios de consommation et de transition énergétique qui ne doit pas se résumer à la seule définition de l'optimum technico-économique permettant de minimiser nos émissions de GES est souhaitable pour évaluer ces différents aspects. Cette évaluation n'est pas seulement souhaitable, elle est nécessaire pour définir les meilleures options et mix énergétiques permettant de minimiser les impacts négatifs au niveau mondial, tout en maintenant l'activité économique, en satisfaisant la demande en énergie et en réduisant les émissions de GES.



Olivier Vidal
Directeur de recherche
CNRS-IS Terre Grenoble

Vers une intégration véhicule-réseau

Les véhicules électriques seront le principal moteur de la décarbonisation du secteur des transports routiers. Des études montrent qu'il n'y a pas de production d'énergie supplémentaire attendue en raison de l'augmentation du nombre de véhicules électriques et que la capacité de production existante en Europe est suffisante pour faire face à la croissance des véhicules électriques.

Cependant, cette croissance importante exercera une forte demande sur le système électrique et la demande de pointe supplémentaire due à une charge incontrôlée pourrait stresser le réseau. La recharge intelligente des véhicules électriques a le potentiel de résoudre ces problèmes.

Une opportunité pour le réseau électrique

En outre, les avantages attendus du développement des véhicules électriques ne se limitent pas au secteur des transports. En effet, la multiplication des batteries constitue également une véritable opportunité pour le secteur de l'énergie. Cela permettra de favoriser la transition énergétique vers une énergie sans CO₂, grâce à la flexibilité que ces appareils apporteront au système.

La recharge intelligente et le réseau de véhicules apporteront également des services au réseau. En premier lieu, la charge peut être décalée en fonction des charges du réseau et des besoins du propriétaire du véhicule. Par exemple, lorsque les prix sont élevés, les clients sont incités à réduire la mise en charge, et lorsqu'ils sont bas, ils sont incités à l'augmenter.

Vers une taxation bidirectionnelle

Deux types de services auxiliaires peuvent être rendus au réseau. En cas de pénurie, la puissance de charge peut être réduite ou l'électricité peut être renvoyée sur le réseau électrique en utilisant des solutions de charge bidirectionnelles. L'entreprise de services publics offre aux propriétaires de véhicules électriques des avantages monétaires (c'est-à-dire des prix plus bas) en contrepartie de leur inscription à un programme permettant une tarification contrôlée lorsque la capacité de réduction du réseau est nécessaire.

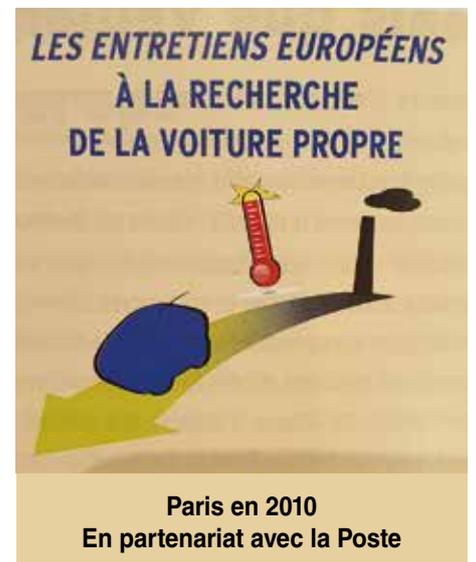
À long terme, la question n'est pas de savoir si les véhicules électriques doivent être intégrés de manière intelligente, mais quel est le meilleur moyen de les intégrer de manière rentable et conviviale pour le système.

Le Groupe Renault, en tant que leader des véhicules électriques en Europe, est très actif dans le domaine de la recharge intelligente et plus généralement de l'intégration véhicule-réseau, afin de faciliter l'intégration de l'EV, de la manière la plus centrée client.

Yasmine Assef

Directrice de programme,

« New Business Energy & charging infrastructure »
Groupe Renault



Nouvelle Renault ZOE

La voiture électrique qui ne change rien à votre quotidien et ça change tout !

Jusqu'à **395 km** d'autonomie*



RENAULT
La vie, avec passion



Gamme Nouvelle Renault ZOE : consommations min/max (Wh/km) : 172/177. Émissions de CO₂ : 0 à l'usage, hors pièces d'usure.
* Jusqu'à 395 kilomètres d'autonomie WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures), selon version et équipements.

renault.fr

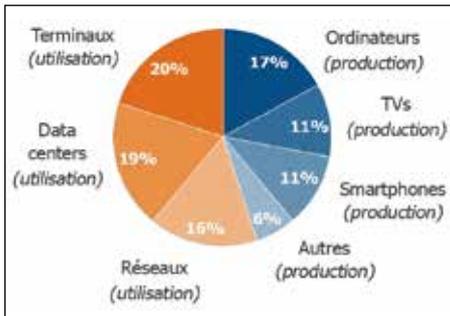
Pour une sobriété numérique

Le think tank *The Shift Project* a étudié l'impact environnemental, donc la consommation énergétique et en particulier électrique, de la production et de l'utilisation des équipements numériques. Il a publié en 2018 un rapport intitulé « *Lean ICT : Pour une sobriété numérique* », et en 2019 un autre intitulé « *Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne* ». En voici une synthèse.

Le numérique, partout, pour tout et pour tous

Le numérique est aujourd'hui considéré comme le principal levier de développement économique et social par les acteurs de politiques publiques et les entreprises du monde entier. De fait, jusqu'aux 17 Objectifs de Développement Durable (ODD) de l'ONU, il ne saurait aujourd'hui y avoir de stratégie d'envergure qui n'y ait recours.

Parallèlement, nos modes de vie et de consommation accordent une place toujours plus importante au numérique. En France, un adulte consacre 4 heures par jour à utiliser une interface numérique (hors télévision), un utilisateur de smartphone sur deux ne l'éteint jamais et un foyer avec en-



Distribution de la consommation énergétique du Numérique par poste pour la production et l'utilisation en 2017 [Source : « *Lean ICT - Pour une sobriété numérique* » (The Shift Project, 2018)]

fants possède près de 10 écrans.

Compte tenu de la capacité des technologies numériques à dématérialiser les flux physiques et à fluidifier l'accès aux produits et services, elles semblent intrinsèquement faciliter la transition environnementale. Or cette confiance instinctive, en l'outil connecté et en l'innovation étiquetée « smart », se doit d'être nuancée par des constats physiques bien réels.

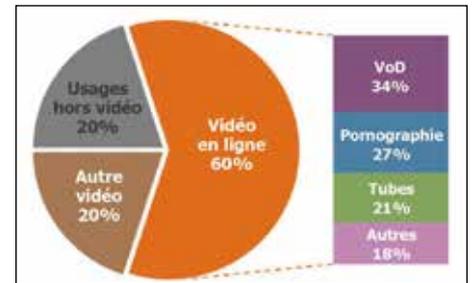
L'empreinte environnementale : la face cachée bien sombre du numérique¹

Cachée par nos écrans et interfaces, l'empreinte matérielle du numérique n'en est pas moins conséquente. La consommation énergétique mondiale du numérique augmente d'environ 9 % par an et atteint 3000 TWh en 2018, l'équivalent de la consommation de la France et du Benelux réunis. Les progrès en termes d'efficacité énergétique tendant à se ralentir, cette consommation pourrait plus que doubler d'ici 2025.

A cette date la quantité totale d'énergie éolienne et solaire disponible (moins de 5000 TWh²) serait insuffisante pour « verdier » l'électricité mobilisée par le numérique. La part d'émissions carbonées venant de l'usage d'énergies fossiles et attribuable au numérique passerait ainsi de 5 % en 2017 à 15 % en 2025, sauf modification du mix électrique résultant par exemple d'une augmentation du parc nucléaire au détriment du charbon.

Pour une sobriété numérique

La vidéo en ligne est un exemple des plus illustratifs du développement effréné, ces dernières décennies, d'usages et innovations gourmands en ressources au service de l'industrie du divertissement. Elle représente



Répartition des flux de données entre les différents usages du numérique et de la vidéo en ligne en 2018 [Source : « *Climat : l'insoutenable usage de la vidéo en ligne* », The Shift Project (juillet 2019)]

plus de 40% de la consommation énergétique du numérique et de sa croissance.

Il est ainsi possible – et nécessaire – de reprendre la main sur nos usages afin de favoriser les apports les plus essentiels de nos systèmes numériques. Il est urgent de ne plus faire dépendre nos choix technologiques et stratégiques de la seule logique consumériste et de refonder un écosystème numérique européen adapté aux défis de notre siècle. La sobriété ne consiste pas à museler la transition numérique, tout au contraire : elle conduit à exploiter son véritable potentiel en la mettant prioritairement au service d'approches compatibles avec les limites planétaires.

Hugues Ferreboeuf

Directeur du projet « *Lean ICT* » au Shift Project



Maxime Efoui-Hess

Chef de projet numérique au Shift Project

¹ Les chiffres et constats présentés sont issus du rapport « *Pour une sobriété numérique* » publié par le think-tank The Shift Project en octobre 2018. Sauf mention contraire, les chiffres cités de consommation d'énergie et d'émissions de CO2 sont d'échelle mondiale et englobent la production des équipements et l'utilisation des produits et services numériques.

² Agence Internationale de l'Energie, World Energy Outlook 2018

Google investit dans ses Data Centers européens

En septembre, Google a annoncé un investissement de plus de 3 milliards d'euros dans ses Data Centers européens. L'objectif est d'étendre sa présence sur le vieux continent, mais aussi de réduire l'impact environnemental de ses infrastructures...

Dès l'année prochaine, 600 millions d'euros supplémentaires seront investis dans le centre situé à Hamina, en Finlande. Au total, Google aura donc investi 2 milliards d'euros dans ce Data Center nordique qui était autrefois une papeterie. Ce centre de données est une pièce majeure de la stratégie Cloud de l'entreprise. Il offre de nombreuses opportunités de croissance économique, et sert aussi de modèle à tous les autres Data Centers en termes d'efficacité énergétique. Situé à proximité de la frontière russe,

ce centre utilise l'eau de mer du Golfe de Finlande pour réduire l'énergie nécessaire à son refroidissement.

Google veut alimenter ses Data Centers européens à l'énergie renouvelable

Les centres de données consomment énormément d'énergie. En effet c'est là que sont stockées et traitées les données transférées vers les services Cloud. Greenpeace estime que les Data Centers chinois consommeront bientôt à eux seuls plus d'énergie que toute l'Australie.

Cependant, Google compte aussi investir massivement pour réduire l'impact environnemental de ses Data Centers. Ainsi, la moitié des 1600 megawatts d'énergie renouvelable



récemment achetés par la firme seront utilisés pour le lancement de 10 projets en Europe. Au total, Google compte créer l'équivalent d'un milliard d'euros en infrastructure pour l'Union européenne. Le reste des fonds investis seront répartis entre les autres centres européens situés aux Pays-Bas, en Irlande et en Belgique...

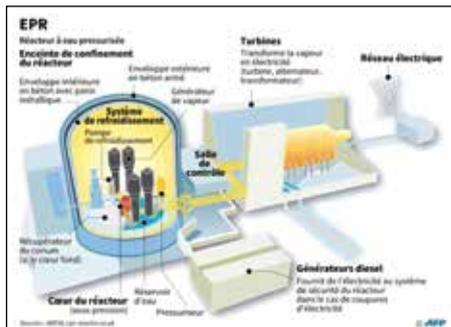
France : faire le bon choix

Par quoi et à quelle échéance remplacer une partie des 58 réacteurs du parc français qui vont progressivement être démantelés, atteignant la limite d'âge ? En effet, selon les engagements des pouvoirs publics, 14 réacteurs (sur les 58 en fonction) devraient être arrêtés d'ici à 2035.

Le renouvellement du parc nucléaire en France avec l'EPR

Dans la feuille de route énergétique (PPE) de la France, l'État a demandé à la filière nucléaire de mettre au point avant la mi-2021 un « programme industriel » qui permettrait de construire de nouveaux EPR à un coût acceptable. Cet été, le journal Les Échos a dévoilé un rapport commandé par les ministères de l'Énergie et de l'Économie, rédigé par deux acteurs historiques du nucléaire, qui recommandait de lancer la construction de six EPR, avec un premier chantier dès 2025.

Pour son PDG Jean-Bernard Lévy, si une série de nouveaux EPR était lancée, EDF pourrait atteindre une fourchette de coût située entre 60 et 70 euros/mégawatt-heure. Le groupe aurait souhaité mettre en service une première centrale autour de 2030. Mais étant donné les délais de préparation technique et réglementaire, un tel calendrier semble peu probable, même si l'EPR de Flamanville – qui a connu de multiples retards et surcoûts¹ – sera mis à profit pour construire les nouvelles centrales. Dans l'attente de la décision, EDF se prépare. Le groupe travaille depuis plusieurs années sur des EPR simplifiés, moins chers et moins longs à construire. Il achète des terrains à proximité de ses sites industriels qui pourraient accueillir de nouveaux projets.



La France a besoin de volonté politique

On attend une volonté politique du gouvernement qui a engagé la transition écologique (et solidaire) de la France : pourra-t-il la réussir sans le nucléaire ? Axer notre politique énergétique sur les solutions technologiques d'avenir « made in France » avec les énergies renouvelables (EnR), est bien périlleux. Les objectifs ambitieux dans le stockage d'électricité, la mobilité, le bâtiment ou encore l'hydrogène, semblent inaccessibles, et les énergies renouvelables ne peuvent être qu'un aspect du remède à la dépendance aux énergies carbonées... Pire elles peuvent avoir de nombreux effets pervers. L'Allemagne en est la parfaite illustration qui a rouvert ses mines de charbon et de lignite pour faire face à l'intermittence de ses EnR².

Un travail d'appropriation sociale

Et si, comme le confirment la plupart des experts, l'électricité issue de l'atome est indispensable pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de carbone, alors, le gouvernement doit assumer un

travail d'appropriation par la société et les décideurs politiques de la technologie nucléaire... et combattre les « croyances » propagées par toutes sortes de lobbies anti-nucléaires qu'elle émet des gaz à effet de serre³, ou que l'accident de Fukushima a fait des milliers de morts. Ce qui est faux. Le nucléaire produit des déchets, c'est vrai. Qui le nie ? Mais les solutions existent. Il faut les mettre en œuvre⁴ !

La transition écologique ne se fera pas sans prolonger la durée de vie du parc existant, sans construire les EPR de nouvelles générations, sans mettre en place des projets de petits réacteurs SMR («small modular reactor») pour – comme en Finlande – répondre de façon appropriée aux différentes demandes des villes et de notre industrie, sans développer l'innovation pour le futur⁵. L'Etat doit retrouver sa volonté politique et faire les bons choix stratégiques de long terme pour conforter son modèle et garder son parc nucléaire sans équivalent dans le monde.

Claude Fischer-Herzog

Directrice des Entretiens Européens

¹ EDF prévoit désormais une mise en service commerciale en 2022, contre 2012 initialement.

² Voir l'encadré p. 25.

³ Selon un sondage BVA réalisé en avril, dans l'esprit de la grande majorité des Français (69 %), les centrales nucléaires contribuent au réchauffement de la planète. Ce qui est totalement faux. Une opinion encore plus majoritaire (86 %) chez les plus jeunes, les 18-34 ans...

⁴ La 16^{ème} édition des Entretiens Européens - qui s'est tenue en octobre 2018 à Paris - a débouché sur 40 recommandations pour une gestion durable et responsable des combustibles usés et des déchets nucléaires. Voir en pages 30 et 31.

⁵ On peut regretter la décision du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) d'abandonner ASTRID, le prototype de réacteur nucléaire de quatrième génération dit à neutrons rapides qui aurait pu un jour succéder à l'EPR.

Le Grand carénage d'EDF : un chantier industriel d'ampleur

Le Grand carénage vise à maintenir le parc nucléaire dans la durée. Il recouvre tout à la fois la mise à niveau de la totalité du parc de réacteurs de 900 MW à l'âge de 40 ans et leur prolongement de 10 ans au départ, mais aussi la maintenance habituelle du parc par des examens périodiques des réacteurs tous les dix ans avec l'obligation de procéder à des enquêtes publiques. Par ailleurs, il devra appliquer les mesures post-Fukushima demandées par l'autorité de sûreté nucléaire française (ASN). La réévaluation du niveau de sûreté du parc vise à se rapprocher le plus possible des critères de sûreté de l'EPR, mais la mise en œuvre des éléments liés au retour d'expérience de Fukushima a différé le début des travaux proprement dits de prolongation du parc. C'est en 2020 que l'ASN rendra un avis « générique » pour l'ensemble des prescrip-



tions applicables sur le parc 900 MW, avant la déclinaison réacteur par réacteur.

Une opération rentable

Ces travaux mobilisent toute la filière nucléaire, soit près de 2 600 entreprises en France et quelque 220 000 emplois. Leur coût est estimé à environ 45 milliards d'euros (10 milliards de moins que prévu, compte tenu de la fermeture de deux réacteurs à Fessenheim, et grâce à la réduction des coûts obtenue par le management de

projet mis en place par EDF). La maintenance courante représente environ 21 milliards d'euros de ce coût. Le Grand carénage s'élève ainsi autour d'un milliard d'euros par an sur la base d'une production d'environ 400 TWh/an, soit environ 2 €/MWh à 2,5 €/MWh. Même s'il est difficile de prévoir un prix de l'électricité sur le marché dans les 10 à 15 prochaines années, EDF s'attend à un retour sur investissement à deux chiffres grâce à ce programme, d'ici 2025.

CFH

La rénovation thermique des bâtiments

De la complexité



La rénovation énergétique du parc existant s'impose si notre pays veut atteindre l'objectif ambitieux qu'il s'est fixé dans la stratégie nationale bas carbone. Or, cette condition, pour incontournable qu'elle soit, ressort, toutes choses égales par ailleurs, inatteignable, explique Bernard Coloos.

Des objectifs inatteignables

Le constat est que les réalisations resteront très en-deçà des objectifs, exception faite, du moins pour partie, des immeubles du tertiaire (bureaux, commerces) gérés par des investisseurs institutionnels. La notion de valeur verte, sur ces segments, s'affiche comme une réalité croissante. Il en va tout autrement du parc de logements et du petit tertiaire. Le prix de l'énergie n'assure que pour un nombre très restreint de travaux d'efficacité énergétique des temps de retour sur investissement acceptables. Une telle situation perdurera d'autant qu'il convient d'ajouter deux autres causes convergentes. Et d'abord, les comportements et les modes d'habitat. En effet,

la population peine à se conformer aux consignes d'utilisation. De plus, après travaux, la facture globale se trouve, dans certains cas, alourdie en particulier lorsque les travaux d'économie d'énergie entraînent l'installation d'équipements qui génèrent des dépenses supplémentaires d'entretien, de maintenance ou d'abonnement. Ensuite, dans les territoires en déprise où la vacance explose, cette dernière ressort de plus en plus fréquemment comme un statut définitif. La remise des biens sur le marché impose de lourds travaux de restructuration, souvent incompatibles avec les contraintes de marché. La question de la démolition de ce parc obsolète, y compris en secteur HLM, va donc petit à petit s'imposer pour la première fois dans notre territoire comme une exigence.

Obligations ou incitations

Face à une telle situation, la tentation est grande d'instaurer des obligations de travaux. En la matière, on peut parler de « concours Lépine », tant les imaginations s'avèrent fertiles et s'appuient sur des supposés exemples étrangers édifiants. Pourtant, une étude réalisée à l'occasion du rapport CHANUT/CLAUSTRE¹ a montré qu'aucun

pays européen n'a institué une obligation, « sèche » ou sans condition, de travaux. La plupart ont recours à l'incitation selon des modalités diverses, ce qui paraît moins problématique et plus efficace. Une autre voie naturelle à privilégier serait l'augmentation du prix de l'énergie, d'autant plus hypothétique et critiquable que notre pays fait preuve d'une incapacité à utiliser durablement une partie des taxes levées à cette occasion pour couvrir les coûts des travaux des plus démunis et/ou développer des dispositifs d'incitation stables. Au final, l'alternative se résume donc à l'incitation et/ou à privilégier le chauffage électrique associé à une électricité décarbonée. Le choix du chauffage électrique sera pour le neuf validé dans la Réglementation Thermique 2020. Quant à la question de l'énergie électrique décarbonée et sa généralisation dans le parc existant, c'est une autre histoire !



Bernard Coloos
Vice-président de la FFB

¹ « Explorer l'obligation de rénovation énergétique dans le secteur résidentiel », par Jacques CHANUT et Raphaël CLAUSTRE, juin 2013, groupe de travail « Obligation de travaux » dans le cadre du Plan Bâtiment Durable.

Il est urgent de changer d'approche



L'Université d'été de SLC avait lieu cette année au Domaine de Chales à Nouan le Fuzelier les 19, 20 & 21 septembre. ASCPE a suivi les débats.

Des interventions de qualité, des gens investis dans leurs métiers, des personnes engagées dans la réflexion et l'action, les deux jours de rencontres et débats ont été riches et passionnants, très amicaux... mais instructifs ! Tout le monde connaît les chiffres : en France le bâtiment représente 45% de notre consommation énergétique et 25% des EGES¹. Le secteur a fait l'objet de politiques publiques d'autant plus que les actions semblaient plus faciles à mener que dans d'autres secteurs énergivores, comme les transports et l'agriculture. Et pourtant... de la loi de Grenelle au plan Bâtiment durable, toutes les politiques engagées depuis dix ans ont échoué. L'option de réduire la facture énergétique n'était pas la bonne. L'approche par le carbone eut été plus judicieuse et plus économique ! Car on a dépensé beaucoup de milliards pour une rénovation qui n'a touché ni les bâtiments publics, ni les locaux industriels... ceux qui consom-



ment le plus. Quant au parc de logements privés, ce sont d'abord ceux des pauvres gens qui auraient mérité toute l'attention. Mais le crédit d'impôt a joué comme un effet d'aubaine pour les gens plus aisés... Et le pire, c'est qu'on a commencé à engager les frais sans avoir les corps de métier adaptés. La formation des artisans majoritaires dans la rénovation en France - n'a pas pu se former. Les résultats sont plus que décevants : les émissions de CO₂ ont été en croissance de 2012 en 2017.

Voir l'étude de Jean-Pierre Pervès :

« la consommation dans le bâtiment en 2017. Les questions que pose le poids des énergies fossiles dans l'existant comme dans la construction neuve ».

Voir aussi les présentations et vidéos de l'université d'été sur :

<https://www.sauvonsleclimat.org/fr/base-documentaire/2019-orleans-nouan-le-fuzelier-12eme-ue-reduire-les-emissions-de-co2-du-batimentations-et-vidéos>

¹ Soit 120 millions de tonnes de CO₂ par an.

CFH

Les coûts réels de la décarbonisation de l'approvisionnement en électricité

Le déploiement de technologies d'énergie renouvelable variable (ERV) peut entraîner des coûts pour le système énergétique en plus de ceux créés par la centrale. Jan Horst Keppler et Marco Cometto de l'Agence de l'énergie nucléaire de l'OCDE, résumant pour nous l'étude de l'AEN sur les coûts de la décarbonisation.

Les coûts de système sont principalement dus à la variabilité et à l'imprévisibilité de la production d'ERV et à la taille relativement petite des unités. Le premier exige des changements structurels dans le système de production afin d'assurer la capacité et la flexibilité nécessaires pour s'adapter à leur production variable, le second exige des investissements supplémentaires dans les infrastructures de transport et de distribution. Il existe quatre catégories d'effets système : les coûts de profil, les coûts d'équilibrage, les coûts de réseau et les coûts de connexion.

Les plus importants sont les coûts de profil, qui sont dus à l'augmentation des coûts de production pour l'ensemble du système électrique en réponse à la variabilité de la production des EnR.

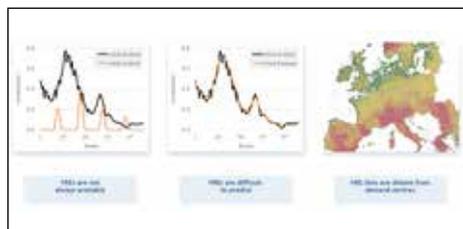


Figure 1. Coûts du système et production variable
Coûts de profil Coûts d'équilibrage Coûts de réseau et de raccordement Source : Hirth, 2015

Les coûts d'équilibrage sont dus aux investissements croissants nécessaires pour assurer la stabilité du système en raison de l'incertitude de la production d'électricité. Les coûts de réseau comprennent la construction d'une nouvelle infrastructure et le renforcement de la capacité de l'infrastructure existante. Les coûts de raccordement sont les coûts de raccordement d'une centrale électrique au réseau.

Besoin de plus de capacités d'EnR pour produire moins d'électricité

La combinaison d'objectifs explicites pour les technologies EnR et d'une limitation des émissions de carbone a d'importantes répercussions sur la composition de la production, la capacité globale et les coûts. Comme les facteurs de charge des EnR sont inférieurs à ceux des centrales électriques



Jan Keppler aux Entretiens Européens sur la compétitivité du nucléaire (Bruxelles - 2017)

classiques, des capacités plus élevées sont nécessaires pour produire la même quantité d'électricité. Simultanément, les ressources classiques comme le nucléaire ou le gaz naturel tourneront à des facteurs de charge plus faibles. Toutes choses étant égales par ailleurs, le coût total de la réalisation d'un objectif d'émissions donné augmentera considérablement avec l'augmentation de la part des EnR.

Dans un système à moindre coût, les EnR modifient également la structure à long terme de la capacité restante basée sur les combustibles fossiles en remplaçant progressivement les turbines à gaz à cycle combiné par des turbines à gaz à cycle ouvert à coûts fixes moins élevés, mieux équipées pour répondre aux facteurs de charge réduits. La part de la production d'énergie nucléaire est fonction du plafond global de carbone et de la quantité d'EnR imposée de façon exogène.

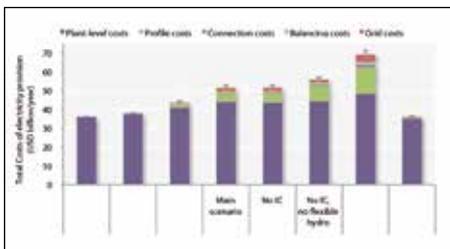


Figure 2. Coût total de la fourniture d'électricité - (milliards USD par an)

La figure 2 montre comment les coûts globaux du système et de ses différentes composantes augmentent fortement avec la part de production des EnR sous une contrainte carbone de 50 gCO₂/kWh. Si l'on prend un scénario de base où seul le nucléaire est un fournisseur d'électricité à faible émission de carbone, les coûts totaux du système augmentent de 42 % si la moitié de toute la production d'électricité provient

des EnR et un objectif de 75 % d'ERV signifie presque le double des coûts de la fourniture de l'électricité.

Des coûts globaux du système plus élevés

La part élevée des EnR fait grimper les coûts globaux et modifie le mode de fonctionnement du réseau électrique. Les centrales nucléaires ou à gaz fonctionneront avec des facteurs de charge réduits et monteront et descendront fréquemment en puissance. Un effet frappant sur le marché de l'électricité est également l'apparition d'heures à prix zéro. La nécessité d'une viabilité économique garantira qu'elles seront compensées par des heures de travail rémunérées par des prix élevés de l'électricité. Cela implique une plus grande volatilité et, dans le monde réel, une augmentation du risque d'investissement et des coûts du capital.

La production d'EnR est concentrée pendant un nombre limité d'heures. Combiné à l'absence de coûts marginaux à court terme, le prix moyen de l'électricité produite par les EnR diminue à mesure que leur taux de pénétration augmente.

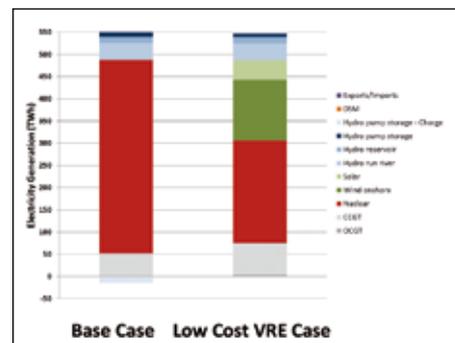


Figure 3. Un équilibre entre le nucléaire et les énergies renouvelables variables à faible coût

Compte tenu des coûts actuels, une combinaison faisant largement appel à l'énergie nucléaire est l'option la plus rentable pour atteindre un objectif de 50 gCO₂/kWh. De nouvelles baisses des coûts des EnR entraîneraient l'entrée sur le marché selon leurs propres mérites. En fin de compte, il pourrait y avoir un équilibre de minimisation des coûts entre les EnR avec des coûts faibles au niveau de la centrale, mais des coûts élevés au niveau du système, et le nucléaire avec des coûts légèrement plus élevés au niveau de la centrale mais des coûts faibles au niveau du système. Une vision réaliste d'un futur mix électrique à faible émission de carbone pourrait être 40 % d'EnR, 40 % de nucléaire et de gaz et 40 % d'hydroélectricité pour le reste.

Des recommandations pour un système décarboné rentable et sûr

La tâche des décideurs politiques consiste à décarboniser l'électricité de manière rentable tout en maintenant la sécurité de l'approvisionnement. Cela signifie :

1. de mettre en place une tarification du carbone pour décarboniser l'approvisionnement en électricité ;
2. de reconnaître et répartir équitablement les coûts du système entre les technologies qui en sont la cause ;

3. d'encourager de nouveaux investissements dans toutes les technologies à faible émission de carbone grâce à des cadres offrant une stabilité aux investisseurs ;
4. d'utiliser des marchés concurrentiels à court terme pour l'expédition rentable des ressources ;
5. de garantir des niveaux adéquats de capacité et de flexibilité, ainsi que des infrastructures de transport et de distribution.

Ces cinq mesures constituent le cadre de base d'un système d'électricité à faible émission de carbone avec une combinai-

son optimale d'EnR et de sources propres et expédiables comme l'hydroélectricité et l'énergie nucléaire.



Références :

AEN (2019) "Les coûts de la décarbonisation" : System Costs with High Shares of Nuclear and Renewables, OCDE, Paris.

AEN (2018) The Full Costs of Electricity Provision, OCDE, Paris.

La transition bas carbone de l'Europe ne réussira que si elle est juste

La réussite du combat climatique imposera davantage de service public, de planification, de vision long terme, de régulation et d'intervention publiques, nous dit Alexandre Grillat. Elle devra aussi « embarquer les salariés européens dans l'aventure ».

Rehaussement à 55 % de l'objectif de réduction des émissions de CO2, création d'une banque européenne du climat, mise en place d'une taxe carbone aux frontières, Green deal... la nouvelle Présidente de la Commission européenne s'est engagée à mettre le climat au cœur du projet de sa mandature. Cet engagement doit être salué car la réponse sans concession et sans idéologie à l'urgence climatique et à l'impératif d'une société bas carbone doit être le cœur du projet européen. Mais pour réussir cette transition bas carbone, il faut aller plus loin que les discours, passer à l'acte quitte à revoir les dogmes. Loin de l'idéologie libérale qui a réduit l'Europe de l'énergie à la construction d'un marché intérieur guidé par la seule concurrence et le court-terme, la Commission doit comprendre que la réussite du combat climatique impose davantage de service public, de planification, de vision long terme, de régulation et d'intervention publiques. Parce que les énergies bas-carbone sont des énergies du temps long et que le combat climatique, s'il doit être engagé dès à présent, sera un combat de longue haleine.

Construire une politique industrielle bas-carbone

Au-delà d'une politique de la concurrence qui doit être revue à l'aune de la priorité climatique, la priorité, c'est bel et bien de créer les conditions, par une régulation et des financements adaptés, d'un investissement massif dans les infrastructures bas-carbone. A condition de faire appel aux technologies et filières industrielles européennes, ce qui suppose que l'Europe déploie une véri-

table politique industrielle et un ambitieux programme d'innovation pour faire rimer climat, industrie et emplois. Car une Europe dépendante des équipements, technologies et normes venus de Chine ou des Etats-Unis, ne sera ni souveraine, ni celle du plein emploi. Qui dit régulation bas-carbone dit mise en place d'une taxe carbone aux frontières de l'Europe pour éviter que les efforts de décarbonation de l'Europe soient annulés par les importations de produits au bilan carbone négatif ou pénalisent les industries européennes face à leurs concurrents. L'Europe doit maintenant passer à l'acte et faire de l'accès au marché européen un levier de décarbonation !

Gérer les reconversions avec la formation et l'emploi

Passer à l'acte suppose aussi de bâtir une transition bas carbone qui ait une dimension sociale, qui soit juste, qui parle aux Européens, en tant que citoyens et en tant que salariés ! Comment investir dans les énergies bas-carbone, pousser à la sobriété énergétique... tout en évitant la flambée des prix qui impacterait le pouvoir d'achat des européens et augmenterait la précarité énergétique ?

Comment assurer les reconversions des territoires aujourd'hui dépendants des énergies fossiles en offrant des reconversions professionnelles exemplaires aux salariés impactés ? A l'évidence, si la transition énergétique européenne fait l'impasse sur sa dimension sociale, elle sera vouée à l'échec. Pire, le concept même de transition conduit à des mutations majeures : apparition de nouveaux métiers (digitalisation, énergies nouvelles, efficacité énergétique...), nécessité de consolider des métiers existants dans les technologies bas-carbone comme le nucléaire, disparition de métiers dans les énergies fossiles... Ces mutations, il faut les accompagner, ce qui suppose gestion prévisionnelle des compétences, formation initiale et continue, apprentissage, mobilisation de l'enseignement supérieur... pour attirer les talents, attirer les jeunes dans des filières industrielles et réussir les reconversions.

C'est à ces conditions que l'Europe disposera des compétences nécessaires à une transition bas-carbone qui repose sur des technologies européennes et qui offre aux européens de véritables emplois, qualifiés, et ce sur l'ensemble de la chaîne de valeur. Alors oui, l'avenir de l'Europe, c'est d'être le continent bas carbone, mais à condition d'embarquer les salariés européens à bord de cette aventure et d'arrêter de limiter la construction européenne à un marché intérieur au service d'Européens réduits au statut de consommateurs. C'est bien d'ambition sociale et de stratégie industrielle dont l'Europe bas-carbone a besoin !



Alexandre Grillat

Secrétaire national
CFE CGC



Le plaidoyer du MIT pour donner toute sa place au nucléaire

Le monde peut-il encore réduire ses émissions de carbone et ralentir, voire stopper les impacts du changement climatique ? « Oui » répond le MIT dans une étude, la 8^{ème} du genre sur le rôle des technologies pour répondre à la hausse des besoins énergétiques¹. Surtout si l'énergie nucléaire figure parmi la panoplie des technologies bas carbone, sinon, la tâche risque d'être plus ardue et plus coûteuse. Mais pour qu'elle déploie tout son potentiel, l'industrie devra améliorer la compétitivité de ses nouveaux réacteurs et bénéficier d'un cadre réglementaire et politique repensé.

Vers la décarbonisation profonde

Compte tenu de la prédominance des énergies fossiles dans la production d'électricité, le secteur de l'électricité demeure fortement émetteur, avec des émissions moyennes d'environ 500 gCO₂ / kWh. Cependant, l'électricité est aussi le secteur le plus propice à une décarbonisation profonde avec des technologies éprouvées dans de nombreux pays (nucléaire, hydraulique, renouvelables). Celles-ci constituent un véritable atout dans un contexte où la consommation mondiale d'électricité est appelée à croître de 45 % d'ici à 2040, tirée par les besoins des pays émergents. Pour réduire nos émissions avant 2050, les technologies bas-carbone devront s'ajouter, et non se cannibaliser. Les chercheurs du MIT pointent la fragilité des scénarios de décarbonation dans lesquels le nucléaire est exclu, les jugeant irréalistes mais également plus coûteux. Dans la majeure partie des pays du monde, ne pas utiliser de nucléaire implique le recours à des solutions de stockage, problématiques (voir l'encadré ci-contre).

Construire plus vite pour réduire les coûts

Aux États-Unis et en Europe, la productivité

sur les chantiers de construction est moindre qu'en Asie. Les chercheurs du MIT invitent l'industrie nucléaire à repenser ses méthodes de construction et préconisent le recours à davantage de modularité. La fabrication en usine et en série de pièces standardisées permettrait de réduire les coûts en s'appuyant sur la productivité accrue du secteur manufacturier. Ils soulignent également l'importance de la supply chain robuste, expérimentée et familière de la technologie de réacteur.

Un cadre politique et réglementaire repensé

Pour John Parsons, co-président de l'étude, « les responsables gouvernementaux doivent élaborer de nouvelles politiques de décarbonisation qui mettent toutes les technologies énergétiques à faible teneur en carbone (énergies renouvelables, énergie nucléaire, combustibles fossiles avec capture de carbone) sur un pied d'égalité », au risque de décourager les investissements, d'augmenter le coût de la décarbonisation² et de ralentir les progrès vers les objectifs d'atténuation du changement climatique. La fermeture prématurée des centrales nucléaires existantes, jugées sûres par l'autorité de sûreté et compétitives par l'opérateur, augmenterait le coût pour atteindre les objectifs de réduction des émissions et compromettrait les efforts. Aux États-Unis, trois États, celui de New York, l'Illinois et le New Jersey, rémunèrent les producteurs d'électricité n'émettant pas de gaz à effet de serre (Zero Emission Certificates). Enfin, les auteurs estiment qu'en dépit de certaines particularités nationales, il est à ce stade envisageable et possible d'harmoniser les exigences réglementaires en matière de sûreté pour permettre le déploiement international de conceptions de réacteurs commerciaux et assurer un niveau élevé de sécurité dans le monde entier.

Le stockage de l'électricité, une solution à l'intermittence de l'éolien et du solaire ?



Il faudra 24 millions de véhicules électriques disponibles au déstockage intégral de leurs batteries pleines pour fournir l'équivalent d'un jour de consommation hivernale, rien qu'en France. La vidange de l'ensemble des barrages français ne permettrait de fournir que l'équivalent d'un jour de consommation hivernale française, et les seules STEP seraient vidées en moins de 2 heures. Remplacer les 12 milliards de m³ de gaz stockés dans l'ensemble des cavités naturelles françaises par de l'air comprimé détendu pour fournir de l'électricité ne permettrait de faire face qu'à 4 heures de consommation de pointe hivernale. Stocker 5 heures de production d'un parc éolien avec des batteries double le prix du parc ! L'hydrogène ne s'en sort pas beaucoup mieux puisqu'il faudra 13 GW d'éolien + solaire pour produire le même volume et la même qualité d'électricité qu'une centrale nucléaire en passant par l'hydrogène.

HF

¹ Massachusetts Institute of Technology / The future of Nuclear Energy in a carbon-constrained World. 2018

² Voir l'article de l'AEN l'OCDE en page 10.

Le nucléaire doit gagner son label vert

Le 8 mars 2018, la Commission Européenne a présenté un plan d'action sur le financement de la croissance durable. Il expose la stratégie envisagée pour l'élaboration d'un projet européen de classification des activités, appelé taxonomie. Son objectif, en harmonisant les règles de justification du caractère durable d'un produit financier, est ainsi de contrer le phénomène dit de « greenwashing ».

Dans le secteur de la production énergétique, le débat fait rage : si les énergies fossiles se voient logiquement exclues de

ce label vert, la question de l'admission du nucléaire, énergie décarbonée, n'est pour l'instant pas tranchée. Le Parlement européen, et certains pays, comme l'Allemagne, font pression pour que cette énergie soit exclue de la taxonomie.

La Commission, elle, reconnaît l'intérêt du nucléaire dans la lutte contre le changement climatique, tandis que d'autres pays, France en tête, plaident pour son inclusion.

Le calendrier de finalisation de la taxonomie est encore incertain. Devant être initialement finalisé pour 2020, le chantier risque de se



prolonger jusqu'en 2022 : d'ici là, les forces pro-nucléaires, industries en tête, doivent se mobiliser et gagner leur label vert !

Julien Maison

Chargé de mission à ASCPE
Les Entretiens Européens

Les EnR : un choix de société qui coûtera cher

Un mix de production électrique performant doit assurer un suivi efficace du besoin, émettre peu de gaz à effet de serre, et offrir des prix compétitifs. Or, les EnR électrogènes (EnRe) comptent parmi les technologies les moins pertinentes pour faire face au meilleur coût aux défis énergétiques et climatiques. En effet, l'accroissement de la contribution de l'éolien et du solaire, intermittents, au mix de production électrique ne se fera qu'au prix d'un renforcement du réseau, de la mise en service de moyens de production complémentaires et souples (essentiellement fossiles) et d'une puissance totale installée très supérieure à la puissance appelée. L'affaissement des rendements globaux de fourniture s'accompagnera d'un accroissement des coûts réels pour les consommateurs et les contribuables et d'une fragilisation de la stabilité et de la qualité de la fourniture électrique.

Les effets pervers de trop d'EnRe sur le marché

L'introduction massive et croissante d'électricité éolienne et solaire sur le réseau à des moments où les consommateurs n'en ont pas besoin tire les prix vers le bas, voire les rend négatifs. Or les EnRe bénéficient d'une priorité d'injection sur le réseau et d'un prix d'achat garanti, l'écart entre le prix de marché et ce tarif garanti étant payé via les taxes appliquées aux consommateurs. Plus les capacités installées d'EnRe croissent, plus le prix de gros moyen baisse, et plus les taxes augmentent, en même temps d'ailleurs que les frais d'acheminement. En conséquence, à service système constant, il est fort probable que les producteurs d'EnRe ne pourront jamais se rémunérer sur le seul marché et que les taxes ne cesseront jamais de leur être servies, ou alors ils arrêteront leurs installations faute de rentabilité ! Au mieux on maintiendra artificiellement leur activité en les exonérant de toute obligation de service système, voire en finançant leur raccordement au réseau, ce qui ne manquera pas de fragiliser le système tout en renchérissant le coût complet de fourniture.

Une baisse des prix de gros qui pénalise le nucléaire

Les moyens de production lourdement capitalistiques qui ont besoin d'un prix de marché raisonnable pour financer leurs investissements comme le nucléaire sont durement pénalisés par la baisse des prix de gros, et l'absence de signal à long terme d'un marché plus sensible aux variations météorologiques qu'aux besoins fondamentaux en énergie n'est pas de nature à rassurer les investisseurs ! Prenons garde



à ne pas ruiner le modèle économique et à forcer la fermeture des seules centrales véritablement pilotables sans émissions de CO₂ en laissant injecter des parts excessives d'énergie intermittente à faible coût de marché mais à prix réels croissants et nourris par les taxes. Ne resterait alors pour assurer la survie du réseau que les centrales fossiles et leur lot de gaz à effet de serre et autres polluants atmosphériques.

Une complémentarité EnRe-nucléaire à sens unique

Le nucléaire - qui sait faire du suivi de charge et assumer à la place des EnRe les services système - est complémentaire des EnRe, lesquelles sont en revanche incapables de compenser ou soutenir la production électronucléaire. En France en particulier, elles rognent le facteur de charge des centrales nucléaires en dégradant leur rentabilité de 2 milliards d'euros par an, tout en mobilisant environ 7 milliards d'euros de taxes, le tout sans qu'un gramme de CO₂ ne soit économisé ! Pire, l'analyse du cycle de vie, combustible et démantèlement compris, place le nucléaire français à 6 gCO₂/kWh, quand l'éolien talonne au mieux à 10 g, et le solaire à 32 g. La France a néanmoins prévu près de 40 GW d'éolien et 20 GW de solaire avant 10 ans, alors que le suivi de charge du nucléaire bridé à 63 GW ne pourra guère compenser plus de 20 GW de variation de puissance en quelques heures : ce qui nous promet du gaz (ou le maintien du charbon ?). Quant aux interconnexions, elles ne seront utiles que si un pays peut profiter des moyens pilotables excédentaires de ses voisins. La France, qui ne dispose plus que de 85 GW pilotables quand sa pointe a déjà atteint 102 GW, s'est engagée sur un chemin critique en comptant sur ses 12 GW d'interconnexions et sa capacité éolienne pour boucler ses comptes : que se passera-t-il quand elle aura fermé ses centrales à charbon et Fessenheim (5 GW) et que l'Allemagne aura fait de même à hauteur de 29 GW, sans que quasiment rien de pilotable ne soit prévu pour les remplacer ?

Réorienter nos choix

Un choix de société tout EnRe coûtera cher à l'Europe : la puissance éolienne et solaire installée est 4 fois moins utile à produire de l'énergie que la puissance nucléaire, tout en nécessitant des moyens complémentaires de stockage (voir encadré ci-contre) ou de production, et un renforcement des réseaux. A service constant, le coût des EnRe est finalement 10 à 20 fois plus élevé que le nucléaire. Les chiffres sont implacables : l'Allemagne a le prix de l'électricité pour les ménages le plus cher d'Europe derrière le Danemark, environ 2 fois plus élevé que le prix français, et le contenu carbone moyen de sa production électrique est 6 fois plus élevé que celui de la France. Pour compléter le nucléaire et l'hydraulique, nous serions mieux inspirés de concentrer nos efforts sur les EnR thermiques, 25 fois plus efficaces que les EnR électriques par euro d'aide pour réduire les émissions de CO₂, et qui représentent 75% des emplois durables générés par le marché EnR sur le territoire. Le nucléaire thermique aurait sa part à prendre : en valorisant la chaleur fatale libérée par ses réacteurs, il pourrait alimenter une large part des besoins de chaleur urbaine et industrielle. A ce titre au moins, il devrait pouvoir être éligible aux mécanismes européens de financement des transitions énergétiques et être inclus dans le projet « EU sustainable finance taxonomy » en discussion au Parlement européen, comme le propose le Conseil (voir colonne ci-contre).

Le driver de nos politiques énergétique et climatique doit être le coût de la tonne de CO₂ évitée, ce qui remettrait rapidement l'éolien et le solaire (1000 €/t CO₂ évitée, quand le prix de marché du CO₂ est voisin de 30 euros, et la valeur tutélaire cible égale à 250 €) à leur juste place. Quant au marché, il faut pour le rendre fonctionnel au regard des politiques suivies lui donner les bons signaux pour l'investissement, en internalisant les coûts de raccordement et de back-up. Et puisque le CO₂ n'a pas de frontière, un tel driver permettrait de développer partout dans le monde des solutions de réduction des émissions de CO₂ là où elles sont les plus efficaces et les moins chères.

Hervé Fischer

Consultant d'ASCPE -
Les Entretiens européens
Président d'EuroLorraine SAS



Une filière en développement



Partenaire principal des Entretiens Européens 2019, FinNuclear rassemble les sociétés industrielles, et promeut la filière nucléaire en interne et à l'international. Sa directrice Marjut

Vähänen décrit ici les principales installations en Finlande sur l'ensemble de la filière, capacités de production et centres de gestion des déchets nucléaires.

En Finlande, l'énergie nucléaire est la plus grande source d'énergie avec plus d'un quart de l'électricité utilisée et plus d'un tiers de l'électricité produite (figure 1). Depuis des décennies, les centrales nucléaires finlandaises fonctionnent de manière sûre et fiable à des prix stables et les questions liées à l'évacuation définitive du combustible nucléaire irradié ont également été résolues.

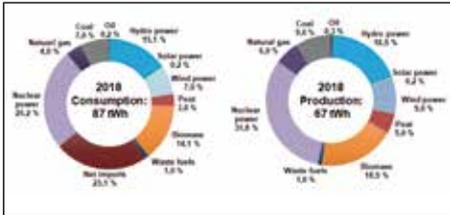


Figure 1 - Consommation et production d'énergie en Finlande en 2018 («Année énergétique 2018 - Électricité» par Finnish Energy).

Un parc en développement et les solutions de gestion des déchets

Le secteur nucléaire emploie des milliers de

personnes, dans les centrales nucléaires elles-mêmes, et aussi dans les organisations gouvernementales, la recherche et les entreprises de la filière. En effet, l'industrie offre des occasions d'affaires durables pour les professionnels engagés.

Actuellement, quatre réacteurs nucléaires sont en exploitation : deux à la centrale d'Olkiluoto (de 880 MWe, propriété de TVO) et deux à la centrale de Loviisa (502 MW, propriété de Fortum). Le cinquième réacteur, Olkiluoto 3 (1600 MWe propriété de TVO) est presque prêt à être mis en service : le gouvernement finlandais a accordé l'autorisation d'exploitation le 7 mars 2019 et la mise en service commerciale de la centrale est prévue pour juillet 2020. Le sixième réacteur Hanhikivi 1 à Pyhäjoki (1200 MW, propriété de Fennovoima) est en phase d'autorisation et devrait obtenir le permis de construction en 2021 et être mis en service commercial en 2028. Le réacteur de recherche (propriété du Centre de recherche technique VTT de Finlande), qui a fonctionné pendant plus de 50 ans à Otaniemi, est actuellement en phase de déclassement ; il a été mis à l'arrêt en juin 2015 et VTT a demandé une licence de déclassement en 2017.

Il existe des dépôts de déchets de faible et moyenne activité sur les sites des centrales nucléaires en exploitation d'Olkiluoto et de Loviisa. L'organisme de gestion des déchets nucléaires, Posiva (propriété de TVO et Fortum), s'occupe de la planification, de la construction et de l'exploitation de l'installation de stockage du combustible



nucléaire irradié. Les travaux d'excavation de l'installation de stockage définitif ont commencé en décembre 2016 sur le site d'Olkiluoto et le stockage définitif du combustible nucléaire irradié devrait commencer en 2020.

L'énergie nucléaire continuera de représenter une part importante de la production d'énergie neutre en carbone de la Finlande. A mesure que la part de la production variable issue de sources d'énergie renouvelables augmente, une production d'électricité stable est nécessaire pour assurer la sécurité du système énergétique. Les futurs projets nucléaires sont considérés comme des opportunités remarquables d'élargir les compétences industrielles finlandaises dans le domaine nucléaire, en plus des nombreuses entreprises possédant déjà une expertise nucléaire.

Marjut Vähänen
Directrice, FinNuclear

L'énergie nucléaire dans le mix énergétique finlandais



Fondée en 2011 par des organisations industrielles, FinNuclear est une fenêtre de contact pour le réseau de l'industrie nucléaire finlandaise et agit pour la promotion du savoir-faire nucléaire finlandais au niveau international.

Le « FinNuclear Directory » présente les sociétés membres (disponible en version électronique sur Internet <http://directory.finnuclear.fi/directory.aspx>)

FinNuclear organise de nombreux événements, visites d'entreprises et expositions, afin de promouvoir ses membres auprès des différentes parties prenantes (autorités, régulateurs, décideurs, licenciés, etc.)

Le Nordic Nuclear Forum (<https://nordicnuclearforum.fi/>), organisé par FinNuclear à Helsinki en 2019 avec plus de 600 professionnels du nucléaire, tiendra sa 2^{ème} édition en 2021. On pourra retrouver FinNuclear au Salon Mondial du Nucléaire en 2020 à Paris, ainsi qu'à Dubai Expo.

Pour plus d'informations et contacts, n'hésitez pas à nous contacter via :
<https://finnuclear.fi/en/contact/>

L'énergie nucléaire dans le mix énergétique finlandais

La part de l'énergie nucléaire dans le bouquet énergétique finlandais représente environ un tiers de l'électricité produite en Finlande et un peu moins de 30% de la consommation. Elle passera à 40% de la production l'électricité en 2030. D'après les sondages effectués depuis 30 ans pour « le oui ou le non », l'acceptation du public est plus élevée que jamais... Liisa Heikinheimo nous donne ici des clés pour comprendre.

Trois clés pour comprendre

A mon avis, il ne faut pas seulement voir dans ces résultats le débat sur le changement climatique mais certaines actions et processus à plus long terme. La première clé que je citerais pour comprendre cette évolution est la responsabilité de la gestion des déchets nucléaires, en particulier les efforts et les progrès pour développer le dépôt du combustible nucléaire usé à Olkiluoto par Posiva. Posiva est en train de structurer aujourd'hui les tunnels de stockage souterrains situés à 450 mètres de profondeur et les travaux d'installation de l'encapsulation ont commencé sur le site cet été. Cette installation sera la première au monde à être mise en service à la mi-2020. La deuxième clé pour l'acceptation est que nous avons une autorité de sécurité forte et compétente ; les évaluations de sécurité prennent du temps mais les résultats sont vérifiés et fiables. Troisièmement, je prendrais les bonnes performances et les facteurs de charge élevés du parc nucléaire existant, à la fois à Olkiluoto et à Loviisa. Les licences d'exploitation ont pu être renouvelées car les unités satisfont à toutes les exigences de sécurité actuelles et les programmes de gestion du vieillissement offrent une bonne opérabilité. Aujourd'hui, les unités Olkiluoto 1 et 2, détenues par TVO, disposent de licences d'exploitation jusqu'à la fin de l'année 2038. Les licences du site de Loviisa expirant en 2027 et 2030 pour les unités 1 et 2, nous apprendrons bientôt comment le propriétaire des centrales nucléaires de Loviisa, Fortum, verra l'avenir de ces unités.



Des entreprises privées au service du bien public

En Finlande, le fait que les sociétés privées d'électricité construisent de nouvelles unités nucléaires indique également au grand public qu'il est nécessaire de disposer d'une véritable analyse de rentabilité. Le fait que la Finlande importe de l'électricité est bien compris et cela signifie qu'il reste encore de la place pour de nouvelles capacités. Bien qu'il soit très difficile de démarrer un nouveau projet et d'assumer toutes les responsabilités liées à son financement et à sa réalisation, Olkiluoto 3 est sur le point de démarrer, et Hanhikivi 1, détenue par Fennovoima, progresse vers l'obtention du permis de construire. Par ailleurs, les nouvelles technologies nucléaires, telles que les SMR, font également l'objet d'un débat public, car elles pourraient être construites plus rapidement, offrir une sécurité élevée et servir également à la cogénération d'électricité et de chaleur. L'avenir montrera comment ces avantages pourraient être réalisés.

Un mix diversifié avec toujours plus de nucléaire pour répondre aux besoins

Le mix énergétique finlandais est diversifié, une quantité substantielle d'énergies renouvelables a déjà été introduite. La part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité est déjà d'environ un tiers et avec la production d'Olkiluoto 3, elle augmentera de près de 40%. Étant donné que l'industrie finlandaise exige une grande partie de notre électricité, il faut anticiper une production fiable. Quels seront les changements dans les besoins en électricité de l'industrie si les mesures de lutte contre le changement climatique modifient les processus en vue d'une plus grande intensité énergétique ? Cela se voit également dans les années à venir. Il en va de même pour les changements dans les transports et la circulation lorsque nous commencerons à utiliser plus de véhicules électriques. La question cruciale est de pouvoir développer la capacité de production d'énergie au même rythme que ces changements.

Nous menons actuellement un programme nucléaire en Finlande où les licences actuelles sont valables jusqu'à la fin des années 2030 et où l'exploitation de nouvelles unités pourrait durer beaucoup plus longtemps si l'on tient compte de la durée de vie théorique de 60 ans. Parallèlement, les activités relatives à la gestion des déchets nucléaires dureront au moins 100 ans à compter de maintenant.



Olkiluoto 3

Compétences et innovation au programme

Le renforcement des ressources humaines est analysé sur une base nationale, et nous avons évalué les besoins en compétences. C'est un outil pour que l'éducation et l'industrie agissent ensemble pour répondre aux besoins nouveaux et futurs. La stratégie de recherche sur l'énergie nucléaire finlandaise a été publiée en 2014. Elle a été rédigée par tous les principaux acteurs du secteur nucléaire en Finlande, et coordonnée par le ministère de l'Economie et de l'Emploi. L'idée finlandaise est que les politiques sont planifiées par l'ensemble des acteurs, mais les actions d'exécution des programmes sont laissées à chacun. Les infrastructures de recherche en sûreté nucléaire sont en pleine phase de développement. Le Centre de sécurité nucléaire VTT pourrait être financé tout en mettant en place la recherche de l'Université de technologie de Lappeenranta. Ces infrastructures sont nécessaires pour fournir les ressources nécessaires à notre autorité de sûreté nucléaire et à toutes les activités de recherche pour le renforcement des capacités, y compris l'industrie et ses besoins.

Pour continuer à produire de l'électricité de manière sûre et fiable, nous avons besoin d'un environnement stable pour la planification et l'exploitation. Cela signifie un bon système de licences reposant sur une législation à jour et reflétant également les développements internationaux. Au niveau gouvernemental, la perspective des opérations à long terme signifie que nous devons travailler sans relâche pour des actions améliorant la sécurité et prendre également en charge les activités de renforcement des capacités et de recherche, ainsi que la rentabilité de ces activités. Grâce à cela, il est possible de fournir l'électricité à la société.



Liisa Heikinheimo

Directrice générale adjointe
Département Énergie
Ministère finlandais
de l'Économie et de l'Emploi

L'exploitation à long terme (LTO) des centrales nucléaires une condition à la décarbonisation

Un nombre croissant d'experts reconnaissent que la décarbonisation du secteur de l'énergie ne peut être réalisée uniquement avec les énergies renouvelables. Le nucléaire devra jouer un rôle pour que le monde atteigne ses objectifs de réduction de CO₂ d'ici 2050.

Les objectifs intermédiaires en matière de décarbonisation dans la transition vers 2050 ne peuvent être atteints sans l'exploitation à long terme des centrales nucléaires existantes. En fait, si l'UE investissait dans le maintien d'un parc nucléaire pleinement opérationnel au cours de cette période, 58% de son électricité proviendrait de sources à faible émission de carbone d'ici 2030, ce qui en ferait le leader mondial de la politique de lutte contre le changement climatique. Sinon, cette part tombera à 38%, augmentant les émissions cumulées d'environ 1500 millions de tonnes de CO₂ d'ici 2030.

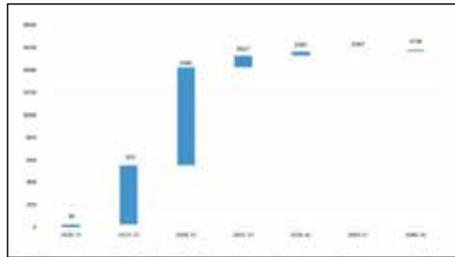


Fig. émissions de CO₂ (MtCO₂) ajoutées au budget global en cas de fermeture anticipée des réacteurs nucléaires - calculs FORATOM basés sur les résultats de FTI-CL Energy

Une décarbonisation à coûts réduits, sûre et durable

La LTO est incontestablement économiquement avantageuse par rapport à d'autres sources d'énergie. Par exemple, en ce qui concerne les coûts en capital, les investissements moyens dans la LTO entre 2000 et 2025 sont d'environ 630 EUR / kWe et représentent, selon le PINC, le coût en capital le plus faible de toutes les technologies à faibles émissions de carbone. Par ailleurs, d'un point de vue technique, la LTO des réacteurs nucléaires offre un avantage considérable grâce à «... la mise en œuvre opportune d'améliorations de la sûreté raisonnablement praticables pour les installations nucléaires existantes », ce qui porte les réacteurs de la génération précédente à un niveau de normes de sûreté nucléaire conformes aux directives modifiées sur la sûreté nucléaire.

La LTO réduit la dépendance de l'Union européenne vis-à-vis des importations d'énergie - principalement des combustibles fossiles - et assure la fiabilité du réseau. Les



résultats d'une récente étude réalisée par FTI-CL Energy Consulting démontrent qu'une fermeture précoce de la capacité nucléaire augmenterait la consommation de combustibles fossiles (gaz et charbon) de 6 500 TWh.

La production nucléaire à faible émission de carbone fournit une capacité au système électrique. Les énergies renouvelables intermittentes ne peuvent pas remplacer les capacités thermiques en termes de sécurité d'approvisionnement. Par exemple, la production éolienne fournit une capacité équivalente à moins de 10% de sa capacité installée. En revanche, la production thermique et, en particulier, nucléaire, fournit une capacité de plus de 90% de sa capacité installée.

Les recommandations de FORATOM

Fort de ce constat, FORATOM formule les recommandations politiques suivantes :

- Garantir un cadre politique européen cohérent, cohérent et stable (y compris Euratom).
- Convenir d'un objectif ambitieux d'émissions nettes de CO₂ pour l'UE à l'horizon 2050, conformément à la vision à long terme de la Commission européenne pour une économie climatiquement neutre.
- Développer et mettre en œuvre une stratégie industrielle forte pour garantir que l'Europe conserve son leadership technologique.
- Soutenir le développement des compétences humaines.

FORATOM
THE VOICE OF THE EUROPEAN NUCLEAR INDUSTRY

ABOUT FORATOM

15 European fora and 2 corporate members representing nearly 3,000 companies.

We provide expertise on the role and importance of nuclear energy by:

- Participating in the EU legislative process, particularly regulations which can have an impact on the industry
- Providing feedback to public consultations
- Analysing public opinion
- Raising awareness amongst broader audiences
- Organising regular events to inform key stakeholders about the benefits of nuclear

TOPICS WE ARE DEALING WITH

RESEARCH & DEVELOPMENT ENVIRONMENT

SUSTAINABILITY DECOMMISSIONING

SUPPLY CHAIN EU ENERGY POLICY

WASTE MANAGEMENT COMPETITIVENESS

EDUCATION & TRAINING SAFETY CLIMATE

ECONOMICS SECURITY OF ENERGY SUPPLY

www.foratom.org

Yves Desbazeille

Directeur délégué
FORATOM



Pour plus d'information, retrouvez la position de FORATOM : L'importance du fonctionnement à long terme du parc nucléaire européen existant. Disponible sur le site Web : www.foratom.org

Le nucléaire, socle d'une économie sans carbone



Dans son article, Liisa Tuomela démontre que le nucléaire restera la base de production énergétique sans laquelle aucun objectif de réduction de gaz à effet de serre ne sera rempli, et que son rôle se développera dans le contexte d'une électrification des modes de production.

Sur la base de plusieurs analyses et rapports récents - AIE, IPCC, Commission européenne, ainsi que de ceux réalisés par le secteur (Eurelectric et Foratom) - il est clair que le nucléaire joue un rôle important dans l'atténuation du changement climatique.

Selon la communication de la Commission européenne « une planète propre pour tous » publié à l'automne 2018, « d'ici 2050, plus de 80% de l'électricité proviendra de sources d'énergies renouvelables. Avec une part d'énergie nucléaire d'environ 15%, ce sera l'épine dorsale d'un système électrique européen sans carbone ». Le rôle de l'énergie nucléaire est déjà important aujourd'hui et, soit il va croître, soit rester le même. Aucun des rapports ne suggère que l'importance du nucléaire diminuerait.

La capacité du nucléaire à produire une grande quantité d'énergie sans CO₂ redevient précieuse, alors que l'électrification devrait progresser dans tous les secteurs consommateurs d'énergie, y compris les industries lourdes. Très probablement, le mot « charge de base » reviendra dans le vocabulaire de la politique énergétique après sa disparition il y a quelques années, lorsque « volatilité » et « flexibilité » ont pris le dessus, même si la flexibilité reste un atout précieux pour le marché.

Comment pouvons-nous exploiter le potentiel de l'énergie nucléaire ? Je pense que nous devrions examiner le cycle complet : la compétitivité des centrales nucléaires existantes, leurs opérations à long terme (LTO) et les nouvelles constructions.

Il est temps de transformer l'industrie nucléaire et d'aller vers plus d'harmonisation

Les dernières années ont été très difficiles pour les entreprises nucléaires. Les prix de gros de l'électricité ont connu une tendance à la baisse jusqu'à récemment. Dans les pays nordiques, le prix moyen en 2017 était inférieur de 40% à celui de 2010. Le faible niveau des prix est en partie imputable au ralentissement économique et en partie à la surproduction provoquée par les subventions destinées principalement aux sources d'énergies renouvelables.



Dans le même temps, les investissements dans les centrales nucléaires ont presque doublé en raison de l'augmentation des coûts de sécurité et de rénovation.

Une grande partie des options futures est entre les mains de l'industrie elle-même. Nous devrions être plus actifs et plus ouverts dans la recherche des meilleures pratiques dans le secteur, mais aussi dans d'autres industries critiques pour la sécurité. La numérisation, les compétences nouvelles et modernes en matière de leadership et la gestion du changement devraient également trouver leur place. Il est clair que le monde a changé et que l'industrie nucléaire doit également changer.

Toutes les nouvelles centrales nucléaires sont uniques. Il n'existe pas d'harmonisation en matière de sécurité et de licence, de conceptions, d'équipements et de composants standardisés, ce qui augmente les coûts et nuit à la compétitivité. Pour faire face à ce défi, les détenteurs de licences nucléaires finlandais et le régulateur national ont lancé le projet KELPO visant à développer un processus normalisé de licences et de qualification des systèmes, structures et composants liés à la sûreté.

C'est le début d'un long voyage

Si nous voulons créer des impacts réels, nous devons porter ces exigences à un niveau international - à commencer dans l'UE avec la participation étroite de la Commission ainsi que des sociétés d'approvisionnement et des régulateurs. C'est un début modeste, mais nous devons commencer quelque part car le statu quo n'est pas durable.

La Commission a estimé qu'environ 50 réacteurs nucléaires sur les 126 actuellement en exploitation dans l'UE risquaient d'être fermés rapidement au cours des dix prochaines années si les exploitants ne demandaient pas de licences LTO. Ceci en dépit du fait que l'AIE estime que les LTO nucléaires sont l'option la moins chère pour produire de l'électricité sur une base de coût moyen de l'électricité (LCOE).

Dans le monde d'aujourd'hui, un investissement de 6, 7 ou 10 milliards de dollars et qui nécessite au moins une décennie pour le réaliser - (et donc ne génère pas de revenus avant) - est très difficile à financer. Par conséquent, si nous voulons que de nouvelles centrales nucléaires - en plus des six actuellement en construction dans l'Union européenne - soient construites, elles doivent devenir moins chères, plus rapides à construire et plus sûres en même temps. À cet égard, le développement de petits réacteurs modulaires (SMR) offre des perspectives intéressantes et il faut passer des projets de R & D à la réalité.

Plaidoyer pour des conditions égales pour le nucléaire dans les politiques et la législation

Bien que certaines questions, telles que la normalisation et l'harmonisation, soient, dans une certaine mesure, spécifiques au nucléaire, de nombreuses politiques et législations horizontales ont une incidence sur le nucléaire et sa compétitivité. Ici, l'industrie nucléaire demande l'égalité de traitement avec les autres technologies à faibles émissions de carbone: un traitement similaire sur le marché de l'électricité, où l'ETS devrait être le principal outil pour favoriser la décarbonisation; traitement similaire en termes de taxation et de suppression des taxes spécifiques au nucléaire; approche similaire dans les politiques de recherche, de développement et d'innovation pour développer de nouveaux concepts nucléaires afin de répondre aux exigences de l'avenir; et un accès au financement similaire à celui des autres technologies à faible émission de carbone. En ce qui concerne le dernier point lié au financement, le paquet européen sur le financement durable doit simplement évaluer le nucléaire sur un pied d'égalité avec les autres technologies neutres pour le climat.

Tiina Tuomela

Directrice générale adjointe
FORTUM

Nouvelle construction nucléaire en Finlande : pourquoi a-t-on besoin de plus d'énergie ?

L'anxiété climatique s'est largement répandue en tant que phénomène ces derniers temps ; les gens sont apparemment très stressés et préoccupés par ce qui va arriver à notre planète et à nos sociétés. Le changement climatique est à nos portes et de nombreuses organisations, comme le GIEC, ont alarmé la communauté internationale sur l'urgence de limiter nos émissions. Alors, que faut-il faire ? Avons-nous tous besoin de vivre dans les arbres et couper notre vie de tout ? Je dirais que non ; la nature et les sociétés humaines modernes peuvent coexister, même si de nombreux changements sont nécessaires de toute urgence, la production et l'utilisation de l'énergie étant l'un des plus importants.

L'efficacité énergétique n'est pas une solution

Lorsque nous parlons d'énergie, nous avons souvent tendance à déplacer la discussion sur l'électricité seulement. Comment est-elle produite ? Quel est l'impact environnemental de chaque méthode de production ? Comment est-il consommé et comment pouvons-nous faire tout cela d'une manière qui diminue la pression sur notre environnement ? Des sujets extrêmement importants, mais très souvent l'utilisation même de l'électricité est considérée comme une mauvaise chose ; l'argument est que l'efficacité énergétique devrait résoudre une grande partie du problème et que la consommation d'électricité devrait diminuer. Là, je ne suis pas d'accord. Nous devons l'augmenter. Ce qui est important, c'est l'ensemble de la situation en ce qui concerne l'énergie ; l'électricité, mais aussi le chauffage,

l'utilisation industrielle de l'énergie et surtout les transports, trop souvent mis de côté dans les discussions, comme l'utilisation de l'énergie pour chauffer dans de nombreuses régions d'Europe. Si nous pouvons réduire les émissions totales en roulant à l'électricité plutôt qu'avec de l'essence et du diesel dans les voitures particulières par exemple, alors l'augmentation de la consommation d'électricité qui en résulte n'est pas une mauvaise chose du tout ; à condition bien sûr qu'elle soit produite d'une manière plus écologique que la combustion du pétrole, et de préférence avec une méthode ayant un impact environnemental aussi réduit que possible. Il en va de même pour le chauffage : si un ménage échange son chauffage au gaz ou au mazout contre une thermopompe, la consommation d'électricité dans ce ménage augmente souvent légèrement, mais la consommation totale d'énergie, et surtout les émissions diminuent considérablement. En prime, l'utilisation de l'électricité fait partie du système d'échange de quotas d'émission, contrairement à l'utilisation du pétrole pour le transport ou le chauffage. Ainsi l'utilisation de l'énergie crée un nouveau système où elle peut être contrôlée et où les émissions diminuent chaque année.

Consommer plus oui Mais avec quelle énergie ?

L'électrification est nécessaire dans de nombreux secteurs de la société et nous devons veiller à ce que de l'électricité propre soit disponible pour répondre à ce besoin. Avec la mise en service de la centrale nucléaire Fennovoima de 1200 MW en 2028, nous

pourrions électrifier toutes les voitures particulières en Finlande, soit 2,6 millions de voitures qui roulent en une moyenne 15 000 kilomètres par an. Ou nous pourrions remplacer tout le charbon et le gaz provenant de la production d'électricité, ou encore électrifier d'immenses zones industrielles utilisant actuellement des combustibles fossiles.

L'énergie nucléaire peut prendre du temps à se construire, mais lorsqu'elle est mise en ligne, son impact sur l'utilisation des combustibles fossiles est comme un coup de marteau de Thor sur la tête d'un géant ; elle l'écrase d'un coup.

Tuomo Huttunen
VP Manager
Fennovoima



L'autorité de sûreté nucléaire en Finlande Feu vert pour l'EPR

Après le feu vert donné par STUK, l'autorité de sûreté nucléaire finlandaise, Helsinki a accordé la licence d'exploitation du réacteur de troisième génération à l'opérateur finlandais TVO. La mise en service du réacteur EPR construit par Areva à Olkiluoto, vient de franchir l'une des dernières étapes avant sa mise en service, programmée en 2020, avec dix ans de retard sur le calendrier initial, pour un coût estimé à 8,5 milliards d'euros, presque le triple des 3 milliards prévus.

L'autorité de sûreté doit maintenant mener une ultime inspection avant d'autoriser le chargement du combustible nucléaire, prévu en janvier. Le projet finlandais sera ainsi le 2^{ème} EPR à entrer en service, après celui de Taishan en Chine en décembre dernier ; celui d'EDF à Flamanville dans la Manche, est annoncée pour 2022.

La licence est valable pour vingt ans, jusqu'au 31 décembre 2038, et une nouvelle inspection est programmée à mi-parcours, en 2028. La centrale - la plus puissante de Scandinavie - assurera 15 % des besoins en électricité de Finlande et permettra de réduire les importations lors des pics de consommation pendant les jours les plus froids de l'hiver. D'une puissance de 1.600 mégawatts, l'EPR d'une durée de vie estimée à plus de soixante ans, contribuera à augmenter la part de l'électricité sans carbone, qui passera de 80 % à 85 %, a rappelé Kimmo Tiilikainen, le ministre de l'Environnement et de l'Energie.

Voimaosakeyhtiö SF Unis par le besoin d'une électricité stable, fiable et sans émissions



Fennovoima a deux propriétaires, SF Power Company (66%) et RAOS Voima (34%), une filiale finlandaise du groupe russe Rosatom.

Actionnaire majoritaire, SF Power Company rassemble de grandes entreprises implantées en Finlande comme Outokumpu, SSAB, SRV ou Fortum et de nombreuses entreprises énergétiques

locales qui recevront une part de l'électricité produite par l'usine de Hanhikivi 1, qui générera environ un dixième des besoins en électricité de la Finlande.

Ces entreprises sont des acteurs clés au service de l'économie locale, dont certaines d'entre elles sont la propriété de municipalités. Consommant plus d'énergie qu'elles ne peuvent en produire elles-mêmes, elles achètent la différence sur le marché de l'électricité où elles ont besoin d'une bonne prévisibilité : gérée par le principe Mankala, Fennovoima leur garantira l'approvisionnement en énergie avec un prix garanti pour les années à venir leur permettant ainsi de planifier leurs investissements.

Les petits réacteurs nucléaires pourraient chauffer les villes finlandaises



Auteur d'une étude sur le chauffage dans les villes finlandaises par de petits réacteurs nucléaires, Rauli Partanen se réjouit que cette option soit au cœur du débat en Finlande.

La plupart des villes finlandaises utilisent des réseaux de chauffage urbain pour chauffer leurs maisons. Il s'agit d'un système de canalisations qui chauffe les bâtiments avec de l'eau chaude produite par une centrale électrique. Ces centrales produisent souvent de la chaleur et de l'électricité combinées, on parle alors de cogénération, où une partie de la chaleur résiduelle de la production d'électricité est utilisée pour fournir de l'eau chaude. Certaines petites usines ne font que du chauffage, sans électricité.

Décarboner le chauffage urbain

Le chauffage urbain est une source importante d'émissions de gaz à effet de serre, comme c'est souvent le cas pour la combustion des sources comme le charbon, le gaz naturel, la tourbe et la biomasse. Pour décarboner le chauffage dans les villes finlandaises, l'option d'utiliser de petits réacteurs nucléaires s'est présentée ces dernières années sur plusieurs niveaux. Les membres du conseil municipal de diverses grandes et petites villes ont proposé des initiatives politiques pour étudier la faisabilité de petits réacteurs nucléaires pour le chauffage urbain. Cela a suscité beaucoup d'intérêt de la part de la presse et d'autres médias. Pour étoffer cette discussion, une étude a été publiée (voir ci-contre), et un séminaire international sur le sujet a été organisé début 2019 par la Société Ecomoderniste en Finlande¹.

Des propositions pour être prêts en 2025

Des réacteurs très simples et de petite taille, de tailles diverses (de 20 à 400 MWt environ), pourraient être utilisés économiquement pour remplacer la majeure partie de la combustion des fossiles dans le chauffage urbain - même si la demande en hiver est beaucoup plus importante que celle en été. En planifiant intelligemment les pauses d'entretien annuelles avant l'été, le facteur de charge des réacteurs serait raisonnablement élevé et le coût de la chaleur raisonnablement bas. Les réacteurs capables de fonctionner en

cogénération pourraient remplacer une part encore plus importante de la combustion, tout en offrant une flexibilité précieuse au réseau électrique. Cela pourrait se traduire à la fois par une réduction des émissions et des coûts.

Les petits réacteurs deviennent disponibles pour le marché beaucoup plus rapidement qu'on ne le croit généralement - déjà pour les années 2020. Le message du régulateur et du représentant du ministère



de l'énergie à la conférence était que le goulet d'étranglement actuel n'est pas la disponibilité de la technologie, c'est le reste de la société. La législation et la réglementation ont été conçues pour les grands réacteurs de puissance situés loin de la population. Il faut maintenant les modifier pour mieux répondre aux besoins des petits réacteurs qui sont situés près de la population et de l'industrie et des réacteurs qui produisent de la chaleur pour le chauffage et les procédés industriels ainsi que de l'électricité.

Ce processus prendra plusieurs années, et un mandat politique, assorti de ressources, est nécessaire pour commencer le travail sérieusement. Celui-ci doit démarrer aujourd'hui pour que nous soyons prêts d'ici le milieu des années 2020.

Rauli Partanen

Fondateur de la Société des Ecomodernistes en Finlande



¹ Voir l'étude <https://thinkatom.net/publications/> et les vidéos des présentations et de la table ronde du séminaire <http://tinyurl.com/y6kl4ott>



For a cleaner world

Join the change

fortum

VTT : des innovations pour les villes et l'industrie

L'énergie nucléaire est un élément essentiel du système énergétique rentable pour les prochaines décennies afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Cette conclusion a été tirée dans les derniers scénarios énergétiques d'organisations internationales telles que l'AIE, l'Agence internationale de l'énergie et le GIEC, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

En Finlande, la stratégie nationale pour l'énergie et le climat confirme également le rôle important de l'énergie nucléaire. Le bouquet énergétique est diversifié et le système électrique est faible en carbone, un tiers de l'énergie électrique étant produite par l'énergie nucléaire. La construction de deux EPR en cours permettra de sécuriser davantage l'approvisionnement en énergie à faible teneur en carbone, contribuera au développement de l'expertise nucléaire en Finlande et démontrera aux jeunes générations que l'énergie nucléaire a un avenir. Les petits réacteurs modulaires (SMR) ont un grand potentiel pour l'avenir de la production d'électricité nucléaire. Avec un investissement inférieur à celui d'un grand réacteur et en raison d'un délai de livraison plus court, il pourra être remboursé plus rapidement. Leur production en série et leur standardisation permettront de réduire encore les coûts et les délais de livraison. Avec la normalisation et l'harmonisation de l'homologation de type international, les SMR seront attrayants pour les nouveaux pays nucléaires.

De nouvelles utilisations de l'énergie nucléaire avec les SMR

Pour les villes – qui ont du mal à remplacer les combustibles fossiles dans le chauffage urbain – les SMR peuvent fournir une source

de chaleur à émission nulle comme charge de base pour le système. Et pour l'industrie à forte intensité énergétique, l'utilisation de l'énergie nucléaire (électricité, chaleur ou vapeur) pourrait réduire considérablement son empreinte carbone. La réduction des temps de planification (Energy Planning Zone, EPZ) permettra la construction du réacteur sur le réseau de chauffage urbain existant ou à proximité de l'installation industrielle. Les premiers SMR sont déjà en cours de planification : le réacteur chinois de chauffage urbain DHR-400 devrait être achevé au début des années 2020, et le réacteur américain NuScale en 2026-2027. Le marché mondial du SMR est en pleine croissance, et les premiers utilisateurs de la technologie profiteront de son déploiement international grâce à leur travail de consultation et à leur expérience dans la chaîne d'approvisionnement.

Le Centre de recherche technique VTT de Finlande travaille sur plusieurs fronts pour étudier la faisabilité des SMR et les pistes possibles pour l'avenir. Nous avons analysé les effets de l'introduction d'un SMR sur un système énergétique urbain. Nous construisons un écosystème d'entreprises finlandaises qui auront potentiellement un rôle à jouer à un moment ou à un autre de la vie d'un SMR. VTT coordonne le projet ELSMOR financé par le programme EURATOM, visant à confirmer la capacité européenne à assurer la sécurité des SMR. Et nous sommes prêts

à soutenir les nouveaux pays nucléaires dans la réalisation de leurs programmes.



Matti Paljakka
Solution Sales Lead, VTT

Partenaire clé des acteurs nucléaires



Le Centre de recherche technique VTT de Finlande est un partenaire clé de tous les acteurs du secteur nucléaire finlandais sur toute la durée de vie des réacteurs. Nous opérons au niveau international en offrant des services pour une utilisation pacifique de l'énergie nucléaire dans le monde entier. VTT est bien connecté, comme membre fondateur de l'association Nuclear Generation II et III (NUGENIA) et membre actif de la plate-forme technologique européenne pour la mise en œuvre du stockage géologique (IGD-TP) et du réseau d'organisations européennes de sécurité technique (ETSON).

En Finlande, VTT est le coordinateur des programmes de recherche nationaux sur la sûreté nucléaire (SAFIR2022) et la gestion des déchets nucléaires (KYT2022).

VTT possède une infrastructure expérimentale et informatique unique, ainsi qu'une profonde expertise dans un large éventail de technologies et de sciences cognitives. Nous avons plus de 200 experts en énergie nucléaire ou en gestion des déchets radioactifs, qui peuvent également combiner d'autres compétences pertinentes au sein de l'organisation.

VTT travaille aussi sur les nouvelles technologies de l'industrie nucléaire telles que le transfert de données sans fil, l'intelligence artificielle, la cybersécurité ou la réalité virtuelle et augmentée.

MP

VTT

Nuclear expertise from Finland for:

- new nuclear countries
- new build projects
- plant life management
- decommissioning
- radioactive waste management

Des réacteurs de nouvelles générations « intelligents »

Le secteur de l'énergie traverse une des périodes les plus transformatrices de son histoire. N'étant plus limités par leur taille, leur complexité et leur éloignement des villes, une nouvelle catégorie de réacteurs avancés - petits, modulaires et délocalisés - constituera l'avenir du secteur de l'énergie.

La gestion de la transition des réacteurs nucléaires actuels aux réacteurs intelligents du futur nécessitera de l'innovation et de la souplesse pour s'adapter à des méthodes de travail sans précédent. Framatome, en tant que leader du secteur nucléaire, qui a déjà tracé la voie avec des solutions innovantes et à la pointe de la technologie, ne se contente pas de simplement soutenir le développement de ces réacteurs du futur. Nous proposons des solutions innovantes pour une flotte intelligente du réseau de réacteurs standard.

L'innovation en mouvement

Assurer la supériorité du contrôle et de la



communication des données en réduisant la vulnérabilité des informations grâce aux systèmes de cybersécurité, à la maintenance télécommandée, aux instruments de contrôle et d'instrumentation à auto-apprentissage, à la formation via la réalité virtuelle / augmentée ou au développement de carburants à cycle long et de carburants tolérants aux accidents, tous ces sujets sous-tendent notre vision consistant à fournir des solutions aux réacteurs nucléaires pour produire des énergies intelligentes sûres, durables, à usage général, polyvalentes et permanentes, et soutenir le développement des villes intelligentes, des voitures intelligentes, des industries intelligentes ou des technologies intelligentes.

La performance est notre engagement et la sécurité accrue est dans notre ADN, les deux étant réalisables avec notre innovation constante dans les carburants tolérants aux accidents, dans les codes de calcul des dynamiques de fluide les plus modernes, dans l'instrumentation et le contrôle pour des modes de fonctionnement totalement flexibles et de cogénération, dans des solutions de stockage d'énergie ou dans des solutions à très long cycle.

Un réacteur nucléaire intelligent pour une vie meilleure dans notre société et sans émissions de gaz à effet de serre, telle est l'ambition de Framatome. Des personnes et des technologies performantes pour des centrales nucléaires sûres et compétitives dans le monde entier.

framatome

Nouveau nucléaire et énergies renouvelables Quelles innovations et quelle complémentarité ?



Les enjeux énergétiques renvoient à un double défi. D'une part l'urgence climatique : le dernier rapport du GIEC est sans appel, la neutralité carbone doit être atteinte à l'horizon 2050 pour limiter le réchauffement climatique à 1,5°C. Et d'autre part la consommation énergétique, qui selon les projections de l'AIE sera en hausse de 75% au niveau mondial à l'horizon 2050.

Dans sa déclaration du 28 novembre 2018 « Une vision stratégique à long terme pour une économie prospère, moderne, compétitive et neutre en carbone », la Commission européenne anticipe un scénario dans lequel « à horizon 2050 plus de 80% du mix électrique viendra de sources renouvelables. Avec 15% venant du nucléaire, ce sera la colonne vertébrale du système énergétique. » De même, le rapport du MIT¹ montre que toutes les sources bas-carbone, incluant l'énergie nucléaire, seront nécessaires pour parvenir à la décarbonisation.

Quelle peut être la complémentarité entre ces sources ?

Dans la mesure où le solaire et l'éolien sont intermittents, l'énergie nucléaire, comme source de production pilotable en base, garantit la sécurité d'approvisionnement électrique à un coût compétitif quelles que soient les conditions climatiques. Une difficulté aujourd'hui réside dans l'articulation d'ensemble et la gestion des interfaces entre ces différentes composantes.

La technologie et l'innovation font partie des leviers pour y répondre. Elle doit couvrir trois volets. Les moyens de production, bien sûr (nucléaire et EnR). Mais aussi les systèmes : les outils de flexibilité dont les stockages multi-vecteurs d'énergie, les réseaux et la capacité de pilotage intelligent de la demande et les moyens de conversion d'énergie. Il s'agit également de traiter la question des ressources : les matériaux, le cycle des matières, et le cycle du carbone.

Une exigence d'innovations

Un exemple de cette exigence d'innovation concerne les petits réacteurs modulaires (SMR), qui pourraient être un instrument de flexibilité.

Le CEA et ses partenaires industriels de la filière nucléaire française (EDF, Technicatome et Naval Group) ont ainsi engagé, avec le soutien de l'Etat, le développement d'un SMR innovant dénommé NUWARD, dont le développement sera ouvert à la coopération internationale. Le programme de R&D sur les SMR porte aussi sur de nouvelles applications du nucléaire résultant d'innovations de rupture : un système SMR couplé à l'électrolyse à haute température pour une production massive d'hydrogène ; un système SMR calogène pour produire de la chaleur urbaine ; un système de réacteurs multivecteurs d'énergie (H2, chaleur, eau potable) pour maximiser la flexibilité du système. Ces réacteurs modulaires sont particulièrement intéressants pour les pays

dans lesquels le réseau n'est pas aussi développé qu'en France.

Des applications dans le transport, le bâtiment et l'industrie

Le mix électrique français est déjà à 97% bas carbone, en combinant hydraulique, nucléaire et renouvelables. La France s'inscrit néanmoins dans une démarche résolue de transition énergétique et s'est fixé des objectifs très ambitieux, notamment pour les transports, les bâtiments, l'industrie. Pour ce qui concerne sa production électrique, élément essentiel dans la mesure où la décarbonation passera en partie par l'électrification des usages, la France cherche à diversifier ses moyens de production en accroissant la part des renouvelables, qui devront passer de 20% du mix électrique aujourd'hui à 40% en 2030. Le CEA est l'un des rares organismes de recherche à couvrir l'essentiel des briques technologiques concernées : du nucléaire aux carburants de synthèse, en passant par l'énergie solaire, la production et le stockage d'hydrogène, les batteries, les procédés de fabrication et de recyclage des matériaux. Il entend aujourd'hui renforcer ses actions pour la mise en œuvre de systèmes énergétiques intégrés et bas carbone.

Stéphane Sarrade
Directeur Innovation
Direction Energie Nucléaire, CEA



¹ Voir p.12

Le rôle du niveau local dans la gouvernance de l'énergie nucléaire

Partenaire des Entretiens Européens 2019, le GMF sera présent avec plus de 40 maires venus de toute l'Europe. Leur ambition est de veiller à la sécurité sur leurs territoires mais aussi de favoriser la coopération entre la société civile et les institutions pour un développement durable.

Le GMF a été créé en 2000 dans le but de faciliter l'échange d'informations et d'expériences entre les communes accueillant des installations nucléaires ou situées à proximité. L'association est composée d'élus de 11 pays européens. Face aux enjeux de santé et de sécurité des collectivités, le GMF exhorte les exploitants nucléaires, les autorités de sûreté nucléaire, les gouvernements et les institutions européennes à communiquer avec les élus locaux, les collectivités et les autres parties prenantes qui demandent à participer au processus décisionnel sur les questions nucléaires.

Les membres du GMF sont des représentants légitimes des citoyens et des élus intermédiaires qui veulent être sûrs que les préoccupations, les besoins et les priorités des communautés locales sont effectivement pris en compte. Ils contribuent à faciliter et à renforcer les relations entre les différents acteurs du secteur nucléaire et à améliorer les projets en fonction de leurs connaissances locales et de la création de valeur ajoutée pour la communauté. Le GMF préconise des processus décisionnels qui renforcent la confiance et assurent la transparence, l'ouverture et la justice.

Pour un processus d'harmonisation des pratiques nationales

Le projet pilote «Renforcement des compétences locales et information du public dans les territoires nucléaires» promu par le GMF et financé en partie par la Direction générale de l'énergie de la Commission européenne (CE) en 2007-2008 avait pour objectif de soutenir la CE dans le processus d'harmonisation des pratiques nationales

dans le domaine de la gouvernance sur les territoires. Le projet a identifié les bonnes pratiques sur la base de la Convention d'Aarhus. Ces bonnes pratiques ont servi de base au Forum européen sur l'énergie nucléaire (ENEF) pour proposer 22 recommandations visant à améliorer les pratiques en matière d'information, de communication, de participation et de prise de décision en matière nucléaire.

Dans son ambition de promouvoir un dialogue ouvert sur l'énergie dans le cadre de l'ENEF, le GMF a également promu en 2012, avec le soutien du Comité économique et social européen, le Forum espagnol du mix énergétique (SEMF). Cette collaboration entre le niveau européen et le niveau local a pour ambition de développer des orientations générales pour encadrer un débat transversal sur l'énergie, basé sur l'inclusion, l'ouverture et le respect.

Les autorités locales vivant avec des installations nucléaires sont disposées à promouvoir des initiatives visant à combler le fossé entre l'establishment politique et la société civile, mais elles exigent que d'autres organismes gouvernementaux s'engagent à écouter les parties prenantes et à prendre des décisions pour répondre à leurs préoccupations dans une stratégie de développement durable à long terme.

Mariano Vila d'Abadal
Secrétaire général du GMF



Meritxell Martell
Consultante GMF

¹ Group of European Municipalities with Nuclear Facilities

Assemblée annuelle 2009 du GMF 10 recommandations pour une bonne gouvernance dans les territoires

1. Définir clairement les personnes concernées avec des dispositions particulières en matière d'information et de participation
2. Etablir un cadre juridique efficace pour la fourniture d'informations et la participation du public
3. Assurer la fourniture et la diffusion d'informations transparentes, plurielles et fiables par des experts indépendants en termes simples
4. Créer des outils de participation du public (comités locaux d'information, partenariats, etc.) autour des installations nucléaires
5. Assurer des canaux de communication efficaces entre les différentes sphères politiques, décideurs nationaux et autorités locales
6. Veiller à ce que le savoir-faire des municipalités soit effectivement transféré et pris en compte dans le processus décisionnel
7. Garantir des ressources suffisantes pour que les zones nucléaires puissent entreprendre des procédures d'information et de participation
8. Promouvoir des programmes de formation pour le renforcement des compétences
9. Promouvoir des mécanismes d'échange d'informations sur la sécurité, la participation des parties prenantes et le développement local au niveau de l'UE
10. Veiller à ce que les pratiques municipales en matière d'information et de participation soient examinées et diffusées de façon indépendante



La stratégie à long terme de la Commission européenne et ses implications pour les investissements

Vers un « pacte vert européen »

Faire de l'UE le premier continent climatiquement neutre du monde : tel est l'objectif annoncé par Ursula von der Leyen, présidente élue de la Commission européenne a exprimé son intention de proposer un «pacte vert européen», qui devrait consacrer l'objectif de neutralité climatique de 2050 dans la loi.

D'ici 2050, l'économie de l'UE devra donc réduire sa consommation d'énergie de moitié (par rapport à 2005). Cependant, dans tous les scénarios évalués, la consommation d'électricité augmente de 35 % à 150 % par rapport à 2018. Plus de 80% de l'électricité pourrait provenir de sources renouvelables et, avec une part d'énergie nucléaire d'environ 15%, cela devrait constituer l'épine dorsale d'un système électrique européen à faible émission de carbone.

Investir massivement pour garder notre capacité de production nucléaire

Ces dernières années, la Commission a entrepris plusieurs analyses prospectives dans le secteur de l'énergie. La dernière en date a porté sur l'énergie nucléaire, le Programme indicatif nucléaire (PINIC), présenté en mai 2017. Il donne un aperçu des développements et des investissements nécessaires d'ici 2050 dans l'UE pour l'ensemble du cycle de vie du nucléaire. Les estimations du PINIC de la capacité installée en 2050 ont été confirmées par les évaluations les plus récentes.

Le secteur nucléaire est confronté à des défis liés au vieillissement des centrales électriques : l'âge moyen du parc nucléaire de l'UE est désormais proche de 30 ans. Le maintien de la capacité de production nucléaire nécessite des investissements supplémentaires au cours des 35 prochaines années. Les nouveaux réacteurs pourraient représenter environ 80 GW de capacité nouvelle d'ici 2050, avec environ 400 milliards d'euros d'investissements nécessaires. Des investissements importants seront également nécessaires pour la gestion des déchets, le déclassement et les opérations à long terme (OLT). On s'attend à ce que l'importance des OLT augmente, étant donné que d'ici 2030, la majorité du parc de véhicules sera exploité au-delà de sa durée de vie théorique initiale. La valeur estimée des investissements nécessaires est de 50 milliards d'euros.

Des incertitudes liées aux coûts et aux choix des Etats

Toutefois, dans l'UE, l'incitation à investir dans de nouvelles capacités nucléaires



est limitée et les investissements nucléaires restent un défi en raison des coûts initiaux considérables. Il existe également un degré élevé d'incertitude : seule une petite partie des investissements dans les nouvelles constructions ou les OLT a déjà été approuvée par les autorités nationales.

La fiabilité de la chaîne d'approvisionnement est un élément essentiel pour une industrie nucléaire compétitive. La Commission a déjà lancé plusieurs initiatives pour faciliter la normalisation et l'amélioration de la réglementation en coopération avec les parties prenantes à l'intérieur et à l'extérieur de l'UE.

Une autre question clé associée au vieillissement et aux programmes d'OLT prévus est celle de l'obsolescence des composants. Les opérateurs sont confrontés à un choix difficile : le remplacement de composants obsolètes par des composants identiques qui doivent être conçus et fabriqués de nouveau, par opposition à l'autorisation et à l'utilisation de nouveaux composants de qualité nucléaire et à l'utilisation potentielle de composants commerciaux de série dans des applications classées de sécurité.

Réunir toutes les conditions de sûreté et de sécurité

Nous examinons actuellement, en coopération avec les parties prenantes concernées, quelles options et actions politiques pourraient être envisagées pour optimiser la chaîne d'approvisionnement nucléaire des composants des centrales nucléaires nouvelles et existantes, y compris dans le domaine des autorisations et de la coopération entre régulateurs, afin de garantir une sûreté accrue.

L'avenir de l'industrie nucléaire européenne dépend en grande partie de la manière dont elle relèvera les défis technologiques, industriels et sociétaux actuels et futurs, soit en développant de nouvelles conceptions, soit en modernisant efficacement les installations existantes en vue de leur exploitation à long terme. La Commission européenne ne se concentre pas seulement sur la manière dont le nucléaire peut faire partie de la solution

pour décarboniser l'économie, mais aussi sur les conditions politiques et sociétales pour qu'elle puisse jouer ce rôle et, plus particulièrement, sur la garantie que les niveaux optimaux de sûreté et de sécurité soient adoptés et appliqués.

Massimo Garribba

Directeur général adjoint par intérim chargé de la coordination des politiques, Euratom
Directeur de l'énergie nucléaire, de la sûreté et d'ITER
Direction générale de l'énergie, Commission européenne



ENEF PRAGUE 2019 Vers plus d'harmonisation



Dans ses conclusions, le Forum reconnaît le rôle du nucléaire dans la décarbonisation du mix énergétique. L'approche présentée dans la stratégie à long terme doit être traduite en actions concrètes. Les investissements dans toutes les sources d'énergie à faibles émissions de carbone, y compris le nucléaire, doivent être suffisants pour fournir la capacité prévue à long terme. De plus, les capacités nucléaires devraient être adaptées aux besoins. Au-delà des projets de R & D en cours, notamment sur les petits réacteurs modulaires (SMR), il est nécessaire d'harmoniser les licences et la réglementation. Les autorités nationales et l'industrie doivent travailler ensemble dans le cadre d'une approche intégrée de l'UE. La coordination de toutes les parties prenantes est cruciale à cet égard. L'Union européenne peut ouvrir la voie à la neutralité climatique en investissant dans des solutions technologiques réalistes, en garantissant la participation des citoyens et en alignant les actions dans les domaines clés. Au-delà de la volonté exprimée, l'UE doit prouver aujourd'hui sa capacité à atteindre les objectifs énergétiques et climatiques jusqu'en 2050.

Pour en savoir plus : https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/enef2019conclusions_0.pdf

L'électronucléaire

Au cœur du débat politique suédois depuis un demi-siècle



Trois grandes décisions politiques ont été prises par le Royaume pour réduire les incertitudes sur l'avenir du nucléaire, mais elles ont toutes été remises en cause.

En 1980, la Suède a décidé d'arrêter progressivement tous ses réacteurs d'ici 2010 et en 1997, les socio-démocrates ont finalement annulé cette décision afin de garantir l'approvisionnement énergétique. En 2010, le gouvernement de centre-droit a levé le moratoire sur la construction de nouveaux réacteurs de 1980 et lancé le projet SVEA (la construction de 2 réacteurs par l'énergéticien public Vattenfall à Ringhals). En 2014, l'arrivée au pouvoir des socio-démocrates et des Verts a toutefois mis fin à ce projet.

En 2016, un accord historique trans-partisan sur l'énergie a été signé visant la sortie progressive du nucléaire d'ici 2040. Aujourd'hui, cet accord est sujet à controverse.

Vers un mix électrique 100% décarboné non contraignant

Les principales centrales politiques ont adopté l'objectif d'un « mix électrique 100% EnR en 2040 », non contraignant afin d'éviter à l'État de devoir indemniser les opérateurs. La décision de prolonger le mécanisme de soutien EnR (les certificats verts) jusqu'en



2045 pourrait être suffisante pour remplacer le nucléaire par de l'éolien terrestre principalement. En effet, le nucléaire a fourni 42% de la production électrique en 2018 devant l'hydroélectricité (38%), l'éolien (11%) et les centrales thermiques (biomasse essentiellement, 9%). En plein essor, l'éolien devrait représenter 14% de la consommation électrique en 2019, puis 24% en 2022. L'opposition de droite souhaite revoir l'accord de 2016 et soutient à nouveau la construction de nouveaux réacteurs par Vattenfall. Elle estime, en effet, que le véritable objectif devrait être un « mix électrique 100% décarboné en 2040 » et qu'il ne serait pas raisonnable de se passer du nucléaire à moyen terme compte-tenu des besoins énergétiques croissants liés à l'électrification des transports et de l'industrie. L'opposition met en avant dans le débat public la hausse possible de la consommation électrique nationale de 25% d'ici 2050, annoncée par l'Agence suédoise de l'Énergie, ainsi que la sécurité d'approvisionnement durant les pics de consommation en cas d'hiver sec et peu venté.

Vers un nouvel accord ?

Seuls 6 réacteurs nucléaires seront actifs après 2020 (Ringhals 3 et 4, Forsmark 1-2-3 et Oskarshamn 3), alors qu'il y en avait 10 en 2015. Vattenfall fermera le réacteur Ringhals 2 fin 2019 et Ringhals 1, fin 2020. Ces fermetures font suite aux décisions du groupe de ne pas investir pour mettre à niveau ces réacteurs aux normes de sûreté post-Fukushima. La montée de l'éolien et la consommation électrique actuellement stagnante ont toutefois permis à la Suède de rester un grand exportateur d'électricité décarbonée en 2018 (17 TWh, soit 12% de sa consommation). Dans ce contexte, le ministre de l'Énergie A.Ygeman (social-démocrate) se montre relativement confiant dans la capacité du pays à sortir du nucléaire d'ici 2040. Il a toutefois souligné dans la presse qu'il « ne serait pas vraiment opposé au principe d'ouvrir de nouvelles négociations pour un accord 2.0 », mais la vice-première ministre I.Lövin (Verts) refuse fermement de rouvrir les négociations à ce stade. Tout porte donc à croire que le débat politique sur le nucléaire s'intensifiera dans les prochains mois.

Julien Grosjean

Chef de secteur

Conseiller Energie-Environnement-Matières premières

Ambassade de France en Suède

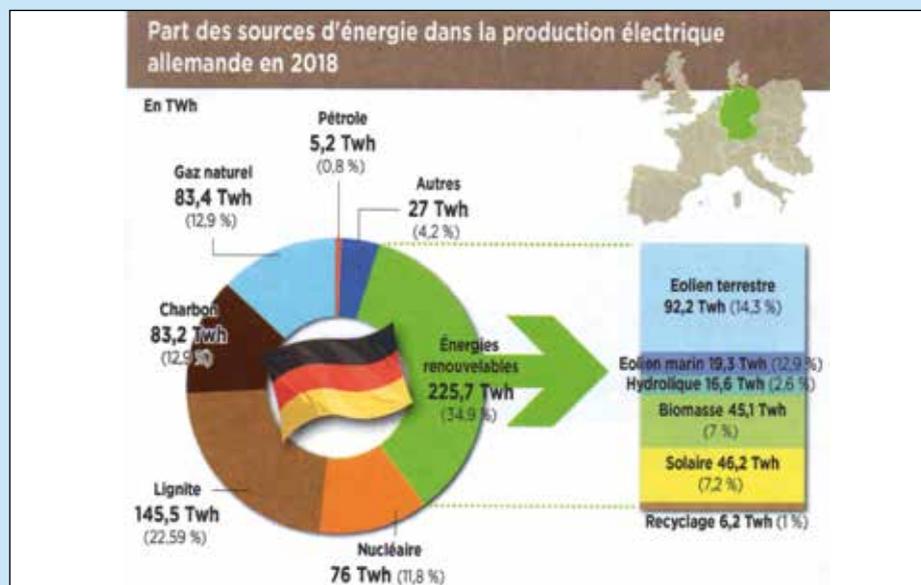
Service économique régional pour les pays nordiques

Et si l'Allemagne avait fait les mauvais choix ?

Le modèle énergétique allemand, la fameuse révolution de l'Energieivende lancée en 1991, celle du tout renouvelable et de l'électrification, montre clairement aujourd'hui ses limites. Elle a coûté très cher (500 milliards d'euros), sans réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre, et elle a entraîné une augmentation de 50% du coût de l'électricité, créant de la précarité énergétique pour 6,9 millions d'Allemands.

L'abandon de sa base nucléaire repose sur des raisons avant tout politiques et idéologiques. A quoi cela sert d'avoir près de 40% d'électricité d'origine renouvelable, si c'est pour activer des centrales au charbon la nuit ou quand le vent vient à manquer... ou acheter bon marché l'électricité nucléaire française !

CFH



En Hongrie

Le climat rime avec nucléaire



Le gouvernement hongrois entend respecter ses objectifs climatiques en s'appuyant sur le tandem énergies renouvelables et nucléaire. L'unique centrale nucléaire du pays, située à Paks, s'apprête à accueillir deux nouvelles tranches de type VVER-1200 construites et financées par la Russie. Ces nouvelles unités seront opérationnelles d'ici 2026-2027.

« Sans énergie atomique, pas de neutralité carbone » a déclaré en juin 2019 le ministre hongrois de l'innovation, László Palkovics. La Hongrie a récemment apporté son soutien aux objectifs de neutralité carbone fixés dans le nouveau plan climat de l'Union européenne. Cette déclaration s'inscrit dans une politique énergétique plus globale de renouvellement du parc nucléaire hongrois.

Naissance de Paks

Dans les années 1970-80, l'URSS veut donner une nouvelle impulsion au nucléaire civil et démontrer l'efficacité de la technologie soviétique. Le site de Paks, à 130 kilomètres de Budapest, est choisi pour

accueillir la première centrale nucléaire de la Hongrie. La proximité avec le Danube permet de garantir une source d'eau froide et régulière. Ce sont alors quatre réacteurs VVER-440 (les réacteurs à eau pressurisée russes) qui seront mis en service progressivement à partir de 1982. La Hongrie dispose par ailleurs d'un réacteur de recherche de type VVER de 10 MW, situé à Budapest. Mis en service en 1959, il a été reconstruit en 1990. Il est utilisé pour la physique fondamentale, la chimie, la science des matériaux, la biologie et l'archéologie.

Un besoin en électricité en forte hausse

Ce pays industriel de plus de 10 millions d'habitants connaît une croissance économique et démographique. La consommation d'électricité a augmenté sans interruption majeure depuis les années 1970, avec un pic à 40 TWh en 2016.

La centrale nucléaire de Paks produit à elle seule 51 % de l'électricité du pays. Le reste provient de combustibles fossiles (gaz, charbon), avec une montée en puissance des énergies renouvelables (7,2 % de l'électricité en 2016).

Deux nouveaux réacteurs russes

Pour répondre à ses besoins grandissants en électricité tout en respectant ses engagements climatiques, Budapest a signé en 2014 avec Moscou un accord d'extension de la centrale nucléaire de Paks. Rosatom doit fournir deux réacteurs de 3^e génération, les

VVER-1200. À terme, les deux nouvelles unités devront remplacer les quatre réacteurs déjà installés dont la mise à l'arrêt est prévue dans les années 2030. Le projet s'est déroulé sans appel d'offres. Il porte sur un investissement de 12,5 milliards d'euros, financés à 80 % par la Russie à travers un prêt de 10 milliards d'euros. Le secret entourant ce contrat a été fixé à 30 ans par le Parlement hongrois.

La Hongrie n'est pas seule dans cette démarche de renforcement de son parc nucléaire. Le pays est membre du groupe de Visegrad, qui réunit la Pologne, la Slovaquie, la Hongrie et la République tchèque. L'ensemble de ces États sont au centre des nouveaux investissements nucléaires européens.



Maruan Basic

SFEN

Article paru dans RGN



La Revue Générale Nucléaire créée à l'initiative de la Société Française d'Énergie Nucléaire (SFEN) est destinée à la publication d'articles scientifiques, techniques et économiques, ainsi que d'informations diverses concernant la mise en œuvre de l'énergie nucléaire.
<http://www.revuegeneralenucléaire.org/abonnement/>

La Pologne a besoin de solidarité pour concilier son développement avec une économie décarbonée

« Qu'ils aillent manifester en Pologne ! » le président français a le don de créer de nouveaux boucs émissaires quand il est en difficulté... Or la Pologne n'a pas besoin de recevoir de leçons : elle sait pertinemment qu'elle doit investir dans de nouvelles capacités de production pour remplacer ses centrales au charbon. Mais elle sait aussi que la transformation de son mix énergétique polonais ne pourra se faire en un jour ! Et qu'elle aura besoin de solidarité.

C'est d'ailleurs le sens de sa déclaration quand, lors de la COP24, elle a demandé « une transition juste », pour permettre de relever les « défis » auxquels font face les régions censées sortir des énergies fossiles. En Pologne, ils sont d'abord sociaux avec 800 000 emplois liés à l'exploitation du charbon, mais aussi économiques puisque la Pologne est le deuxième plus gros producteur d'Europe derrière l'Allemagne.

Par ailleurs, avec un développement économique dynamique (plus 3,1% du PIB en 2016, 4,8% en 2017 et 5,1% en 2019), la Pologne connaît une forte demande en énergie.

Comment concilier cette demande avec la réduction de la production de charbon ? En diversifiant. Mais la diversification suppose de développer de nouvelles sources qui permettent une réduction radicale des émissions tout en respectant l'efficacité économique et technique du point de vue du consommateur final et du système énergétique.

Comment faire ? Dans sa feuille de route vers un pays décarboné dans les décennies à venir, « Politique énergétique polonaise jusqu'à 2040 (PEP2040) », la part des énergies renouvelables devrait atteindre 21 % d'ici 2030, et le premier réacteur nucléaire pourrait être opérationnel

d'ici 2033. L'objectif à moyen terme est d'atteindre 6 à 9 GWe de capacité nucléaire d'ici 2043, représentant environ 10 % de la future production d'électricité de la Pologne.

Les Entretiens Européens étaient à Varsovie en 2013

Au cœur des débats : les enjeux de l'appropriation sociétale du nucléaire en Pologne. Décentralisés à Krokova en Poméranie le lendemain, ils ont rassemblés les maires de la région, prêts à accueillir les centrales. Mais l'investissement est lourd et les engagements se font attendre tant du côté des futurs opérateurs que du Gouvernement. Et il ne suffira pas de montrer la Pologne du doigt : l'Europe doit la soutenir et favoriser l'avènement d'un mix diversifié et décarboné.

CFH

Comment soutenir votre croissance à faible émission de carbone grâce à l'énergie nucléaire

Nouvelle centrale nucléaire
Réacteurs de recherche
Petits réacteurs modulaires

Support à l'exploitation
Prolongation de la durée d'exploitation des centrales

Démantèlement et gestion des déchets radioactifs

Applications médicales

ENGIE, un opérateur nucléaire mondial avec une ingénierie et des services locaux

La combinaison des énergies nucléaire et renouvelables : la seule solution bas-carbone qui assure la sécurité d'approvisionnement et la compétitivité à long terme.



ETUDE PWC ENTREPRISE ADVISORY SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE BELGE AUX HORIZONS 2030 ET 2050.

Les résultats de l'étude du consultant indépendant PwC Enterprise Advisory sur la transition énergétique belge aux horizons 2030 et 2050, montrent que seul le mix énergétique nucléaire/renouvelables permettra d'atteindre les objectifs climatiques européens ainsi que les fourchettes de renouvelables retenus par le Bureau fédéral du Plan pour l'évolution du système énergétique belge jusqu'en 2050. À contrario, sans nucléaire, la Belgique connaîtra une dégradation considérable de son bilan carbone à l'horizon 2050, et ce malgré le développement massif de sources renouvelables.

La présence du nucléaire assure en outre un coût de production compétitif et le maintien des prix stables de l'électricité. En l'absence de capacité nucléaire, les paramètres de compétitivité, de sécurité d'approvisionnement et de CO₂, sont tous mis à mal.

Il faudrait dès lors recourir aux importations et aux centrales plus onéreuses.

Enfin, l'étude confirme, sans équivoque, que le nucléaire ne va pas à l'encontre du renouvelable et que les deux sont complémentaires. Les capacités de stockage de l'électricité viendront encore renforcer cette synergie qui assure une énergie fiable, abordable et durable, comme le veut la stratégie énergétique européenne.

Les résultats de l'étude mettent en évidence que :

- Seul un mix renouvelable/nucléaire permet l'atteinte des objectifs climatiques
- Sans le nucléaire, la production belge ne couvrirait pas la demande nationale
- La présence du nucléaire assure un coût de production compétitif
- Renouvelables et nucléaires sont complémentaires
- Le stockage, l'allié de la complémentarité

L'étude de type « benchmark » de PwC Enterprise Advisory, réalisée à la demande du Forum nucléaire belge, analyse les scénarios qui correspondent aux différents scénarios stratégiques et prospectifs des énergies renouvelables entre 2010 et 2050 tels qu'ils sont présentés dans le Plan énergétique belge 2013-2050 et les scénarios prospectifs présentés par l'Agence internationale de l'énergie (AIEA) et l'Energy Technology Research Institute (ETRI) et le Bureau fédéral du Plan.

Le Forum nucléaire belge a été créé en 2012 et a pour objectif de promouvoir le nucléaire en Belgique. Il est composé de représentants de l'industrie nucléaire belge, de l'Etat et de la société civile. Le Forum nucléaire belge est un acteur clé de la transition énergétique belge.

Plus d'infos : www.forumnucleaire.be



Clefs CEA est une revue scientifique et technique qui fait le point sur de grands thèmes de recherche du CEA ou sur des thèmes transverses à ses différentes activités.



Les derniers numéros de la revue Clefs CEA sont disponibles dans leur intégralité au format pdf. Ils peuvent être commandés gratuitement en version papier. <http://www.cea.fr/multimedia/Pages/editions/clefs.aspx>

Des choix qui risquent de pénaliser la Belgique

En 2003, le gouvernement belge décidait de supprimer complètement son parc nucléaire d'ici à 2025. Or l'énergie nucléaire représente actuellement plus de 50% de l'approvisionnement en électricité du pays et plus de 80% de l'électricité à faible émission de carbone (l'énergie solaire et éolienne, environ 15%).

La capacité de remplacement (CCGT & OCGT) n'a pas encore été construite, bien que le Parlement belge (avec le soutien des partis verts) ait convenu d'un mécanisme de rémunération de la capacité (CRM). Des experts indépendants ont prévenu qu'il serait peut-être trop tard pour éliminer le nucléaire d'ici 2025, faute de capacités de remplacement et d'interconnexions insuffisantes pour faire face à une perte brutale de capacité nucléaire de 6 GW.

Les impacts économiques de l'arrêt du nucléaire

Si la Belgique décidait d'éliminer complètement le nucléaire d'ici 2025, cela aurait un impact négatif important sur la sécurité d'approvisionnement, les émissions de dioxyde de carbone, l'emploi, le savoir-faire nucléaire global, les prix de l'électricité et de sur nombreux autres paramètres.

En ce qui concerne les prix de l'électricité, on estime qu'une élimination complète du nucléaire en 2025 pourrait doubler le coût de production de l'électricité d'ici 2050, les investissements augmentant de 36 milliards d'euros entre 2010 et 2030. Le déficit commercial de la Belgique pourrait augmenter de 3,7 € / MWh d'ici 2030 et le coût des importations d'électricité pourrait atteindre 300 millions d'euros. Toutes ces conclusions inquiétantes proviennent de recherches indépendantes effectuées par des universités, des groupes de réflexion et des organismes de recherche.



Des émissions de CO₂ qui pourraient tripler

S'agissant de l'impact d'une élimination progressive belge sur le climat, différentes



études indépendantes sur le sujet ont également abouti à des résultats inquiétants¹. Les émissions de dioxyde de carbone provenant de la production d'électricité pourraient tripler d'ici 2050 après une sortie du nucléaire, avec 4 millions de tonnes supplémentaires de CO₂ d'ici 2030 et 19 millions de tonnes par an à partir de 2030. Les émissions de gaz à effet de serre seraient 47% plus élevées d'ici 2030 par rapport à 2010. Tout cela tient au fait que la part des centrales électriques fonctionnant aux combustibles fossiles, qui représentent actuellement 27% de la production nationale belge, atteindrait un sommet de 72% d'ici 2030. Il en résulte une forte augmentation des émissions de dioxyde de carbone, ce qui est tout à fait contraire aux ambitions climatiques que la Belgique s'est engagée à concrétiser dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat en 2015. Le nucléaire fait indéniablement partie de la solution pour l'énergie renouvelable.

Et des conséquences sur la formation, l'emploi et l'innovation

En ce qui concerne l'emploi, une élimination progressive du nucléaire en 2025 pourrait potentiellement entraîner la perte de 7 000 emplois directs. Sans parler de la perte d'emplois chez les sous-traitants (non inclus dans le chiffre de 7 000 pertes directes d'emplois). Plus généralement, une sortie du nucléaire aurait un impact négatif sur la position reconnue de longue date de la Belgique en tant que pôle nucléaire (sur la base de ses compétences approfondies dans différents domaines de la technologie nucléaire: de la recherche scientifique fondamentale et appliquée à la médecine nucléaire; et tout au long du cycle de vie des installations nucléaires, de l'ingénierie et la construction au démantèlement et au savoir-faire en matière de déchets nucléaires). En tant que telle, une sortie progressive du nucléaire pourrait avoir un

10 ans de plus pour trois réacteurs ?



Crédit photo EDF - Filiz 76

La Belgique dispose de 7 réacteurs répartis sur deux centrales, Doel et Tihange. Les tranches Doel 1 et Tihange 1 et 2 ont vu leur exploitation prolongée de 10 ans en 2015. Les réacteurs qui pourraient être prolongés jusqu'à 60 ans seraient Tihange 1 et 3 et Doel 4.

Selon le président d'Electrabel, Johnny Thijs, un investissement de 1,3 milliard d'euros permettrait de prolonger ces trois réacteurs nucléaires, évitant ainsi le rejet de 8 millions de tonnes de CO₂ par an tout en sauvegardant une partie des emplois de la filière électronucléaire. Sans le nucléaire, la Belgique n'atteindra jamais les objectifs climatiques qu'elle s'est fixés lors des accords de Paris.

Selon Elia, le gestionnaire du réseau électrique belge, en mars 2019, le mix électrique belge était d'origine nucléaire à 60 %, éolienne (9 %), solaire (4 %), et fossiles (27 %).

Extrait d'un article de Gaïc Le Gros (SFEN)

impact négatif sur l'industrie nucléaire belge dans des applications autres que l'énergie et, à long terme, créer un exode des cerveaux nucléaires.

Bernard Dereeper
Président du Forum nucléaire belge



Matthias Meerschaert
Relations et Affaires publiques
Forum Nucléaire Belge

¹ Voir les études du Bureau fédéral du Plan, Cadre climat-énergie pour la Belgique à l'horizon 2030 - Évaluation de l'impact d'une sélection de scénarios politiques à l'horizon 2050, 2015. Voir aussi « Energyville, Transition énergétique en Belgique: choix et coûts, 2017 » ; « PricewaterhouseCoopers, Les succès de la transition énergétique, 2016 » et du FOD Economy & Federal Planning Bureau « étude prospective Electricité 2030 » réalisée en 2015.

Russie : le pouvoir à la population dans la recherche de solutions pour le développement de l'industrie nucléaire



Avec des besoins croissants en électricité durable et d'une moindre dépendance à l'égard de l'électricité du marché, les intérêts des communautés locales doivent

être au cœur de tout nouveau projet nucléaire, selon Andrey Rozhdestvin.

Alors que la concurrence avec les sources d'énergie carbonée s'intensifie et que les antagonistes du nucléaire continuent d'exercer une pression croissante sur l'industrie, nous devons réorienter nos priorités et modifier consciemment notre façon de répondre aux besoins des clients et des consommateurs. Les choix stratégiques que font aujourd'hui les fournisseurs sont susceptibles de façonner la trajectoire future du nucléaire pour les décennies à venir et de déterminer son rôle dans le programme de décarbonisation. Aujourd'hui plus que jamais, les intérêts des communautés locales doivent être au cœur de tout nouveau projet. Le nucléaire a les capacités et le potentiel nécessaires pour relever les défis les plus urgents en matière de développement durable et donner les moyens d'agir aux populations, même dans les endroits les plus reculés - au sens propre comme au figuré. Toutefois, pour exploiter ce potentiel, il faut que les vendeurs, les fournisseurs et les consommateurs finaux unissent leurs efforts.

Une renaissance du nucléaire dans le monde... et en Europe

D'une part, l'industrie connaît, à l'échelle mondiale, une sorte de renaissance. L'année 2018 a vu la mise en service record d'unités dans le monde entier depuis 1990 - neuf nouvelles unités, d'une capacité supérieure à 10 GWe, et cinq unités redémarrées au Japon. Nous avons également assisté à cinq mises en chantier, ce qui porte à 55 le nombre d'unités en construction. Ces projets sont nécessaires pour répondre à la demande de la collectivité pour de grands volumes d'électricité propre. Même l'Europe, qui est perçue comme étant à l'écart de la place du nucléaire dans les mix énergétiques propres et durables de l'avenir, a connu un regain d'intérêt prometteur pour l'énergie atomique. Le Royaume-Uni pourrait devenir l'épicentre de la nouvelle construction nucléaire européenne avec un réacteur



en construction et plusieurs en projet. La Slovaquie aura bientôt deux nouveaux réacteurs à la centrale nucléaire de Mochovce sur son réseau. La France a reporté à plus tard son projet de réduction de la part du nucléaire dans son parc de production, qui passerait de 75 % actuellement à 50 %. Les forces politiques polonaises et bulgares se sont engagées à développer des centrales nucléaires dans leurs pays respectifs.

Les centrales russes dans le jeu

La Russie est également déterminée à promouvoir le programme nucléaire sur le continent. En collaboration avec nos partenaires locaux, Rosatom travaille sur deux grands projets de construction de centrales nucléaires dans l'UE : la centrale de Paks II en Hongrie et celle de Hanhikivi en Finlande. Ce dernier est un exemple de projet axé sur la demande, mis en œuvre selon le modèle unique finlandais de Mankala, avec des investissements directs dans une installation de production d'électricité provenant de divers services publics et entreprises industrielles. Il convient de noter que la plupart des entreprises énergétiques participant au projet Hanhikivi appartiennent aux municipalités finlandaises. Ils recevront l'électricité correspondant à leur participation dans la centrale nucléaire de Hanhikivi 1. La viabilité de ce modèle démontre le besoin croissant des communautés locales d'un approvisionnement en électricité durable et d'une moindre dépendance à l'égard de l'électricité du marché. Avec la présidence finlandaise actuelle du Conseil de l'UE, ce

cas devrait être promu en Europe comme un modèle éprouvé d'engagement direct des communautés dans des projets de développement d'énergie propre.

Pour un nucléaire plus flexible adapté aux besoins

D'autre part, un certain nombre d'obstacles importants auxquels est confrontée l'industrie minent son potentiel et freinent son élan, ce qui finit par nuire à la contribution du nucléaire à l'alimentation des collectivités locales. Pour relever ces défis, il faut changer la perspective selon laquelle le nucléaire n'est pas seulement une source fiable d'énergie propre sans CO₂. Bien que les centrales nucléaires à grande échelle constituent certainement l'épine dorsale de l'industrie, le paysage énergétique actuel exige un degré élevé de souplesse pour répondre aux questions les plus pressantes en matière d'approvisionnement en électricité, y compris celles associées aux régions éloignées et aux réseaux électriques décentralisés. Il n'existe pas de solution interrégionale unique pour tous les clients. Le nucléaire doit prouver sa capacité à s'adapter aux besoins des communautés locales, y compris les spécificités liées à la demande et à la consommation locales d'énergie, à la structure du réseau, à la géographie et au climat.

Vers des centrales flottantes très prometteuses

L'une des solutions que nous avons élaborées pour relever ce défi est le concept de centrale nucléaire flottante. «Akademic



Lomonosov», notre unité motrice flottante phare, devrait être raccordée au réseau de Pevek en Russie d'ici fin 2019.

Avec ses deux réacteurs KLT-40S de 35 MWe chacun, il remplacera la centrale vieillissante de Bilibino et le réacteur TPP de Chaunsk, fournissant aux habitants de l'Arctique une énergie sans émissions. La capacité de l'installation est suffisante pour alimenter une ville de 100 000 habitants. Des réacteurs KLT-40M de fabrication russe similaires alimentent les moteurs de propulsion de deux brise-glace (Taymyr, Vaygach) qui ont été construits au chantier naval de Wärtsilä, en Finlande, et qui servent dans la mer Arctique depuis 30 ans. Chaque brise-glace est équipé d'un réacteur qui a fait la preuve de sa fiabilité dans des conditions difficiles.

Les centrales nucléaires flottantes sont une technologie de production d'électricité sans carbone très prometteuse qui peut être mise en œuvre là où les centrales nucléaires à grande échelle ne sont pas viables - dans les régions éloignées du Nord et du Sud, ainsi que dans les régions où les réseaux électriques sont décentralisés. L'innovation dans la technologie des réacteurs à petite échelle permet d'allier la fiabilité de l'approvisionnement de base à la mobilité et à la flexibilité axées sur le client. Avec la possibilité de fournir également de la chaleur et de l'eau dessalée, les ERMG et les centrales nucléaires de puissance permettront au nucléaire de devenir plus applicable sur un plus large éventail de marchés et de zones géographiques.



En fin de compte, la tendance générale qui permettra à l'industrie dans son ensemble de prospérer est une coopération internationale fructueuse et productive qui tient compte des intérêts et des spécificités locales. Cela s'applique aussi bien aux grands projets d'infrastructure qu'aux plus petits, comme les centrales nucléaires et les ERMG. La mise en commun des connaissances et de l'expertise collectives permettra au nucléaire d'accroître sa contribution aux sources d'énergie durables et décarbonisées de l'avenir, d'alimenter les collectivités partout dans le monde et de protéger l'environnement.

Andrey Rozhdestvin

Directeur Régional

Directeur de ROSATOM Europe de l'Ouest



ROSATOM

www.rosatom.com

CIGEO, le projet français

Stocker les déchets les plus radioactifs

Le Centre industriel de stockage géologique, CIGEO, est conçu pour stocker les déchets hautement radioactifs et à durée de vie longue produits par l'ensemble des installations nucléaires actuelles, jusqu'à leur démantèlement, et par le traitement des combustibles usés utilisés dans les centrales nucléaires.

Protéger des déchets radioactifs les plus dangereux

La production d'électricité d'origine nucléaire génère des déchets radioactifs. Les plus dangereux d'entre eux ne peuvent pas être stockés en surface ou à faible profondeur en raison de leur niveau de radioactivité élevé et de leur durée de vie longue. L'objectif du projet de centre de stockage profond Cigéo est de protéger l'homme et l'environnement du danger de ces déchets sur le très long terme.

Plus de 25 ans de recherches

Depuis 1991, des recherches ont été menées qui ont abouti au choix du stockage géologique profond, en 2006. Pour étudier et concevoir le stockage géologique profond, l'Andra a conduit des recherches dans différentes disciplines avec une centaine de scientifiques de l'Andra et des partenaires français et internationaux reconnus dans leurs domaines. Elle développe et utilise également des outils parmi lesquels son Laboratoire souterrain de recherche en Meuse / Haute-Marne, son observatoire pérenne de l'environnement et des moyens numériques.

Les installations et le fonctionnement du centre

Cigéo sera implanté en Meuse / Haute-Marne et sera composé d'une zone souterraine (où seront stockés les déchets) et d'installations de surface réparties sur deux zones, ainsi que de liaisons entre la surface

et le souterrain. Les déchets y seront stockés pendant plus de 100 ans et construit de manière progressive au fur et à mesure des besoins puis refermé pour assurer le confinement des déchets sur de très longues périodes de temps sans nécessiter d'actions humaines.



La sûreté : anticiper les risques

L'objectif fondamental de Cigéo est de protéger l'Homme et l'environnement du danger que représentent les déchets les plus radioactifs et à vie longue, tout en limitant les charges qui seront supportées par les générations futures. Cigéo est conçu pour être sûr pendant sa construction, son exploitation, qui se déroulera sur une centaine d'années, et après sa fermeture, afin que son impact soit limité et ne présente pas de risque pour l'Homme et l'environnement durant ces différentes phases. La sûreté de Cigéo repose en grande partie sur la couche géologique dans laquelle seront implantées les installations souterraines, ainsi que sur les choix de conception et dispositifs de sûreté.

Un centre pour plus d'un siècle

La gestion des déchets radioactifs à vie longue implique de grandes échelles de temps : le centre fonctionnera pendant plus d'un siècle et assurera la protection de l'homme et de l'environnement sur des centaines de milliers d'années.

Afin de ne pas reporter la charge financière de ce centre sur les générations à venir, son financement est assuré dès aujourd'hui, par le biais de provisions, par les producteurs de déchets radioactifs.

Un projet ancré dans le territoire

Depuis plus de 20 ans, l'Andra est présente en Meuse / Haute-Marne où elle est un acteur majeur du territoire. Aux côtés des acteurs locaux et en associant les populations, elle prépare dès aujourd'hui l'insertion du futur centre Cigéo afin qu'il soit une opportunité pour les territoires.

<https://www.andra.fr/cigéo>



Clôture du débat public



Le débat public sur la 5^e édition du PNGMDR, commencé le 17 avril 2019, animé par la Commission particulière (CPDP) a été

clôturé le 25 septembre 2019. Près de 5 mois se sont écoulés, marqués par 22 rencontres et réunions à travers la France, de Gravelines à Marcoule, de Cherbourg à Strasbourg. Les débats ont « apporté des éléments précieux à la réflexion, tout d'abord en montrant combien la gestion des matières et des déchets radioactifs renvoie très concrètement à une réalité à travers les questionnements sur la protection de la santé des populations, des salariés, de l'environnement, sur l'implication des territoires, sur la sûreté et la sécurité, sur les investissements financiers requis, tout en s'ouvrant sur des réflexions plus profondes au regard de l'engagement pris pour les générations futures » a pu déclarer Isabelle Harel-Dutirou, présidente de la commission particulière, lors de la réunion. Les enseignements du débat seront connus lors de la présentation du compte-rendu de la commission, le 25 novembre 2019. Ils porteront sur les grands enjeux de la gestion des matières et des déchets radioactifs, mais également sur la mobilisation citoyenne.

CFH



Les Entretiens Européens 2018

Pour une ouverture sans attendre des centres de gestion des déchets nucléaires



Les déchets nucléaires sont au cœur des interrogations relatives à l'avenir de l'électro-nucléaire dans le mix énergétique européen. Les Entretiens Européens, organisés à Paris en septembre 2018 et animés par Claude

Fischer-Herzog, ont permis, grâce à une large discussion rassemblant de nombreuses personnalités du monde industriel et institutionnel, des scientifiques et des étudiants, de faire le point sur la question et de dégager des recommandations.

Tout d'abord, un constat : contrairement à une idée largement répandue dans le public, des solutions sont aujourd'hui disponibles pour la gestion de tous les déchets nucléaires. Pour les plus radioactifs d'entre eux, le stockage géologique constitue aux yeux des experts une solution mûre aux plans scientifique et technologique, offrant les meilleures garanties de sûreté y compris sur le long terme. Il est essentiel de diffuser une information aussi claire que possible afin que, sur une question aux enjeux aussi

importants, les décisions puissent être prises en toute connaissance de cause. C'est un défi difficile, car la question est très complexe et il faut pouvoir éviter tant le simplisme lénifiant que l'exhaustivité inutile et déroutante : cela constitue un enjeu de long terme, qui renvoie aux questions de formation (des décideurs politiques, de la société civile) et à l'apprentissage d'une démocratie toujours mieux éclairée. Mais c'est un enjeu-clé !

La seconde recommandation qui émerge est que la promesse de solutions futures plus attractives ne doit pas condamner aujourd'hui à l'immobilisme. Si des solutions existent, il faut les déployer tout en permettant à la science de préparer des solutions encore plus performantes pour demain : ainsi peuvent se développer des options technologiques de plus en plus « élégantes », par une démarche de progrès continus qui a depuis longtemps fait ses preuves dans de nombreux domaines, alors que l'attente pour le déploiement de solutions hypothétiquement « idéales » porterait de grands risques (risques de déconvenues, de reports successifs voire pourquoi pas d'abandon, et d'accumulation difficilement contrôlable de déchets en attente de gestion...). Les comparaisons

économiques, souvent favorables au report des réalisations en raison de taux d'actualisation, en fait très incertains à ces horizons de temps, ne sont pas déterminantes ; et différer les décisions comporterait par ailleurs une dimension éthique discutable, en laissant aux générations futures la charge de développer des solutions pour gérer les sous-produits d'une production énergétique dont ils n'auront pas directement bénéficié.

Enfin, le sujet de la gestion des déchets nucléaires doit gagner une dimension européenne plus marquée : il apparaît évident que l'harmonisation des approches et des normes en matière de sûreté, la réalisation partagée de grands projets industriels, la mise en commun des forces et outils de la recherche pour mettre au point les options de demain, tout cela ne peut qu'être bénéfique, tant pour l'affirmation de la force industrielle européenne, avec, par exemple, l'émergence d'une véritable filière européenne de gestion des déchets nucléaires.

Bernard Boullis

Ex directeur des programmes du cycle du combustible
Direction de l'énergie nucléaire du CEA

Retrouvez

La Lettre et Les Cahiers des Entretiens Européens 2018



www.entretiens-europeens.org

Les Entretiens Européens d'Helsinki

Les scénarios de croissance électrique, les questions d'efficacité dans l'usage et de la production, leur compatibilité avec la compétitivité et les objectifs climatiques de l'accord de Paris : quatre tables rondes et des auditions sont organisées pour développer le débat public en Europe.

1. Nous partirons des besoins de consommation électrique des secteurs industriels et des collectivités territoriales, leurs efforts pour une meilleure efficacité dans l'usage, et leurs relations avec les producteurs d'électricité.

2. Nous entendrons les réponses à court terme et à long terme du secteur énergétique, tant du point de vue des services qu'il doit rendre pour contribuer à l'efficacité dans l'usage, que des problèmes des coûts de production qu'il doit rendre compatibles avec les objectifs de décarbonisation et ses coûts.

3. Puis, nous examinerons la place du nucléaire dans le mix énergétique, ses technologies innovantes adaptées aux besoins

des industries et des territoires, sa contribution à la création d'un nouveau système-réseau cohérent avec les objectifs climatiques. Nous entendrons les gestionnaires des déchets de la Finlande et de la France qui ont proposé un stockage géologique en profondeur de leurs DHAFL : l'enjeu des compétences dans l'agenda de mise en œuvre des solutions.

4. Nous terminerons par un tour de table sur les enjeux de gouvernance entre les niveaux institutionnels, nationaux et communautaire, pour une meilleure coordination entre eux (UE, Etats, ASN, Cours de Justice...) favorisant une stratégie de long terme, et une appropriation sociale sur les territoires. La création d'agences de planification par concertation entre les acteurs consommateurs et producteurs sera discutée.

Par ailleurs, nous entendrons des représentants d'Afrique confrontée à l'industrialisation massive de ses régions et pays et qui font face à des demandes explosives d'électricité et d'électrification.

Retrouvez les deux jours de colloque en cliquant : www.entretiens-europeens.org



50 intervenants

venus de 12 pays d'Europe et d'Afrique

Belgique, Bulgarie, Espagne, Estonie, Finlande, France, Hongrie, Kenya, Pologne, Royaume Uni, Russie, Suède

Débats en 4 langues

anglais, espagnol, français et hongrois

MARDI 12 NOVEMBRE

14H

Ouverture par le Ministère finlandais de l'Economie et de l'Emploi, par ASCPE, FinNuclear et le GMF

14H30

La croissance de la demande électrique climato-compatible ?

15H30-17H

Les mutations électriques des secteurs industriels et des territoires : articuler l'efficacité dans l'usage et la production. La coopération internationale dans la recherche et l'innovation.

17H30-19H

Les réponses du secteur énergétique : neutralité ou diversité décarbonée ? Rendre compatibles la production avec les coûts de la décarbonisation.

MERCREDI 13 NOVEMBRE

9H30-11H

Le nouveau nucléaire, un acteur du système-réseau « induservices », avec des technologies diversifiées, flexibles et durables, adaptées aux demandes.

11H30-12H30

Ne pas retarder l'ouverture des centres de gestion des déchets radioactifs.

14H-15H

Compétences et emploi pour valoriser le secteur nucléaire en Europe.

15H-16H30

Mutualiser et développer le dialogue constructif pour bâtir la stratégie européenne.

16H30

Des recommandations pour une stratégie à long terme

ASCPE LES ENTRETIENS EUROPEENS depuis 2003

- Octobre 2018 à Paris : **La gestion des combustibles usés et des déchets nucléaires. Les solutions existent, il faut les mettre en œuvre**
- Octobre 2017 à Bruxelles : **Les enjeux de la compétitivité de l'énergie nucléaire en Europe**
- Octobre 2016 à Bruxelles : **Les investissements dans le nucléaire en Europe. Bâtir un cadre de long terme pour la valorisation et le financement des projets**
- Avril 2016 à Bruxelles : **La sécurité énergétique de l'Union européenne. Quelles interdépendances avec les pays tiers ?**
- Octobre 2015 à Bruxelles : **L'appropriation de la gestion des déchets nucléaires en Europe, un enjeu de sûreté**
- Novembre 2014 à Paris : **L'appropriation sociétale de la gestion des déchets nucléaires**
- Octobre 2014 à Bruxelles : **Comment financer le passage à une économie décarbonée et compétitive en Europe ?**
- Octobre 2013 à Varsovie et Krokowa : **L'appropriation sociétale du nucléaire en Pologne**
- Avril 2013 à Bruxelles : **Dialogue Europe/Russie. Coopération et compétition dans la filière nucléaire**
- Juin 2011 à Bruxelles : **Bulgarie, Hongrie, Lituanie et République tchèque après Fukushima. Les enjeux économiques d'une sûreté européenne partagée**
- 2011 à Bruxelles : **L'agriculture durable (cycle de 4 déjeuners-débats)**
- 2010 à Budapest : **L'énergie nucléaire en Europe, de l'acceptabilité à l'appropriation**
- 2010 à Paris : **La mobilité durable et la voiture propre (après 8 déjeuners-débats sur les biocarburants)**
- 2009 à Bruxelles : **Alimentation et Santé publique**
- 2008 à Bruxelles : **La Sûreté nucléaire, un bien public mondial**
- 2008 à Paris : **La renaissance du nucléaire en Europe et dans le monde (après 8 déjeuners-débats à Bruxelles)**
- 2006 à Berlin avec le C.E.R.E.S. de Rolf Linkohr : **L'Europe investit de nouveau dans le nucléaire**
- 2006 à Paris : **Les enjeux législatifs en France et en Europe de la gestion des déchets nucléaires**
- 2005 à Reims : **Les enjeux éthiques et démocratiques de la gestion des déchets nucléaires**
- 2004 à Bar-le-Duc : **Les enjeux économico-financiers de la gestion des déchets nucléaires**
- 2003 à Nogent en Haute-Marne : **Les enjeux scientifiques de la gestion des déchets nucléaires.**

Textes, comptes-rendus et slides disponibles
www.entretiens.europeens.org

Directrice de publication et rédactrice en chef : **Claude Fischer-Herzog**

Secrétaire de rédaction : **Juliette Munsch**

Conception : **Christophe Le Nours**

Publiée par **ASCPE**

4 rue Froidevaux, 75014 Paris.

Tél. : 00 33 (0)6 72 84 13 59

contact@entretiens-europeens.org

Mardi 12 en soirée : Cocktail à l'Ambassade de France avec un représentant d'Afrique

Inscrivez-vous avant le 5 novembre 2019

<https://finnuclear.fi/EEN2019/>