

Quelques réflexions d'un ingénieur sur le nucléaire, les ENR, et tout ce qui tourne autour de la production d'énergie :

- Tous ceux qui travaillent -sérieusement- sur le sujet du réchauffement climatique dans le monde sont d'accord (à 95% dit le dernier rapport du GIEC) sur 3 points essentiels :
 - Le réchauffement climatique que l'on connaît depuis environ 100 ans est une réalité
 - Il est dû pour l'essentiel à l'augmentation de la concentration de Gaz à Effet de Serre dans l'atmosphère, en particulier de CO₂
 - Cette augmentation est d'origine anthropique
- Donc, si l'on veut lutter efficacement contre le réchauffement climatique, la priorité doit être donnée à la baisse de nos émissions de GES dans tous les secteurs de l'économie, et en particulier pour la production d'électricité
- La production d'électricité par l'énergie nucléaire n'émet pas -ou très peu- de GES. Il est donc évident que **nous devons privilégier cette énergie**
- En particulier, **le remplacement de l'énergie nucléaire par des ENR n'est pas une bonne solution**, car cela n'améliorera pas nos émissions de GES; il faut les utiliser en priorité pour remplacer gaz, pétrole et charbon si nous voulons lutter efficacement contre le changement climatique. Ceci est d'autant plus vrai que du fait de leur intermittence, il est nécessaire de construire et de faire fonctionner des moyens de production d'énergie de remplacement pour faire face aux périodes sans vent ou sans soleil, et ces moyens sont pour l'essentiel des centrales à gaz du fait de leur rapidité de réaction
- Concernant le stockage de l'électricité, la seule technologie vraiment mature est le pompage de l'eau dans les barrages en période de faible consommation (auj. 140Gw installés dans le monde). Les autres technologies sont encore en développement et seront très chères. **Pas de modèles de stockage efficace et massif à un prix raisonnable avant 2050**
- Ainsi, si l'on veut lutter contre le réchauffement climatique, **l'énergie nucléaire est incontournable aujourd'hui et pour les quelques décennies qui viennent**, pour produire massivement l'électricité dont nous avons besoin
- **Il y a une limite dans le pourcentage de production d'électricité par des sources intermittentes** (éolien et photo voltaïque): cette limite est située aux alentours de 30% de l'électricité totale produite selon les experts et les pays. Au delà, les risques de coupures sont très élevés.

Sur ce point il est très intéressant d'étudier l'exemple de l'Australie du Sud (état de 1,6 Millions d'habitants) : en 2015-2016, la production d'électricité provenant de sources intermittentes a représenté 36,5% de l'électricité totale. Par suite de fortes tempêtes ayant déstabilisé les fermes éoliennes, plusieurs black-out dont l'un de plus d'une journée ont affecté la région, entraînant des pertes économiques importantes. L'organisme de gestion du système électrique du pays estime que celui ci ne permet plus le contrôle de la situation dans des ambiances chaudes où la température se maintient au-delà de 40°C. Le gouvernement local a décidé en catastrophe la construction de 250 MW de centrale à gaz pour faire face à ces coupures

- **L'énergie la plus écologique est celle que l'on ne consomme pas**; d'où la nécessité de travailler avec force sur tous les façons possibles d'économiser l'énergie
- **L'utilisation de charbon** pour produire de l'électricité est évidemment **une catastrophe au niveau de l'émission de GES** et de particules, et il faut rapidement arrêter les quelques centrales (5) qui fonctionnent encore
- Il faut mettre au point et développer de toute urgence des technologies efficaces et pas trop chères **pour stocker le CO2 produit par les centrales à énergie fossiles**
- **Les autres technologies de production d'énergie** telles que hydroliennes, houlomotrices, géothermie, marémotrice, etc... sont intéressantes mais sont aujourd'hui en phase de développement et ne seront pas avant longtemps à l'échelle du problème posé
- **L'avenir pourrait résider dans la fusion nucléaire** en cours de R&D à Cadarache (projet ITER). Les avantages principaux sont l'absence de production de déchets radioactifs, ainsi qu'une sécurité renforcée. Mais le développement industriel sous forme de centrales couplées au réseau n'aura pas lieu avant 2080, compte tenu des difficultés de mise au point
- **Les 3 problèmes principaux de l'énergie nucléaire**

L'énergie nucléaire telle qu'elle est utilisée aujourd'hui (par la fission) présente aux yeux du grand public 3 problèmes : le traitement et le stockage des déchets radioactifs, le risque d'accident nucléaire et le coût du démantèlement des centrales en fin de vie

- En ce qui concerne les déchets, ceux qui sont à faible ou très faible radioactivité sont stockées en surface, dans 2 sites réservés exclusivement à cet usage et dans des conditions de sécurité tout à fait satisfaisantes. Chaque colis arrivant est parfaitement identifié, déposé dans un endroit précis et le tout est recouvert de terre ou de béton en fonction du niveau de radioactivité.

En ce qui concerne les déchets de moyenne et haute activité, ils sont stockés aujourd'hui sur les sites de La Hague et de Marcoule, mais un stockage géologique profond (CIGEO) est en cours de développement pour les stocker de manière définitive à Bure (Meuse/Haute Marne). Ca n'est pas le lieu ici de discuter dans le détail de ce centre de stockage, mais nous dirons simplement que tous les experts au niveau mondial estiment que cette solution est la plus sûre pour confiner la radioactivité, et que si la France construit ce stockage comme prévu (la difficulté étant l'acceptation du public, syndrome « NIMBY » « Not In My Backyard »), **le problème du traitement et du stockage des déchets nucléaire est gérable en France**

- Les risques d'accident nucléaire : il est important de commencer par dire qu'il n'y a pas de « risque zéro ». Mais si l'on se tourne vers le passé, il est intéressant d'analyser les 3 accidents majeurs qui ont eu lieu :
 - Centrale de Three Mile Island (USA, 1979) : accident de niveau 5 sur l'échelle INES. Conséquences: pratiquement pas de radioactivité en dehors du réacteur,

pas de mort, pas d'augmentation notable de cancer ni de conséquences de santé dans les populations voisines

- Centrale de Tchernobyl (Ukraine 1986): accident de niveau 7, de loin le plus grave de tous les temps. Conséquence d'une erreur humaine, il a causé plusieurs milliers de mort, parmi les liquidateurs mais aussi dans la population avoisinante et a eu un impact économique considérable. Le réacteur était de type RBMK (Réacteur à eau bouillante, modérateur Graphite, de conception russe ancienne), et le personnel était insuffisamment formé à la conduite. C'est à la suite d'une erreur de négligence que l'accident est survenu
- Centrale de Fukushima (Japon 2011): accident de niveau 7, conséquence du tsunami provoqué par un tremblement de terre d'intensité 9 survenu au large des côtes. Le tsunami a détruit certaines des installations de secours de la centrale et a provoqué la fonte du cœur, une explosion et la dispersion de matières radioactives dans l'atmosphère et autour de la centrale. Le nombre de morts liés strictement à l'accident nucléaire est estimé par les experts comme étant très faible (on parle de 5 personnes) Les 18 000 tués que l'on cite en parlant de Fukushima l'ont été par le tsunami lui même.
D'autre part, selon l'UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, rapport de 2014): "Les doses de radiation reçues par le public pendant la 1ère année et estimées pendant le reste de leurs vies sont généralement faibles voire très faibles. Aucune incidence notable d'effets dus à des radiations pouvant affecter les personnes du public exposées ou leurs descendants n'est attendue.
Concernant l'environnement, l'exposition des biotopes non humains aussi bien marins que terrestres a été, en général, trop faible pour observer des effets notables ».

Ainsi, et bien que comme déjà dit il n'y a pas de risque zéro, l'histoire de l'énergie nucléaire ne montre pas une accidentologie élevée, en tout cas nettement plus faible que la pollution atmosphérique, l'alcoolisme ou les accidents de la route. Cette industrie est **extrêmement surveillée par les Autorités de Sureté**, dont un exemple d'exigence et de rigueur est donné par l'ASN française

- En ce qui concerne le démantèlement des centrales en fin de vie, il faut savoir que contrairement à ce qu'on entend souvent, EDF a provisionné certains montants dans ses comptes pour ce poste, et que ces montants sont entièrement couverts par des actifs dédiés, garantissant le financement futur de ces dépenses.
Ce montant représente 337 M€ par réacteur, valeur qui a été globalement confortée par un audit (2016) du Ministère français en charge de l'énergie. De plus, la Cour des Comptes, dans un rapport de 2012, a montré qu'un doublement des coûts de démantèlement ne conduirait qu'à une augmentation de 5% du cout de production du MWh