

## **Le Chili a-t-il besoin de l'énergie nucléaire ?**

### **1. Le nucléaire, une option de production électrique centralisée, oligopolistique et d'un autre âge :**

- Les acteurs qui maîtrisent le "système nucléaire" sont très peu nombreux, c'est un oligopole, avec la dépendance que cela signifie pour tout utilisateur éventuel. De plus, les acteurs du nucléaire n'ont pratiquement pas fait évoluer les technologies depuis 40 ans, on construit aujourd'hui des réacteurs analogues à ceux des sous-marins de la guerre froide : inefficaces et vulnérables. Un peu comme si le transport aérien se faisait aujourd'hui avec les bombardiers à hélice de la dernière guerre. Plus encore : le système nucléaire n'est pas totalement maîtrisé, on ne sait que faire des déchets ultimes.
- Mise en abyme du système électrique tel qu'il s'est construit en 150 ans d'ère industrielle, le système nucléaire ne peut être raccordé qu'à un réseau interconnecté très important ; il est centralisé, capitalistique, très sensible à l'effet d'échelle, il implique une demande d'électricité élevée et constante, il est donc antinomique de toute mesure d'efficacité énergétique.
- Symbole d'un paradigme aujourd'hui remis en question, le nucléaire est incompatible avec les systèmes ouverts et flexibles, les réseaux intelligents (smart grids), les acteurs décentralisés, les énergies renouvelables, les technologies d'efficacité énergétique, l'intégration "offre-demande", en un mot avec l'architecture des réseaux du futur et le système énergétique de demain. Un nouveau paradigme énergétique, qui emprunte à tous ces aspects, est à la veille d'émerger, il exclut d'office le nucléaire.

### **2. Le nucléaire a quelques avantages et beaucoup d'inconvénients**

- Sur le plan technico-économique le nucléaire a deux avantages...
  - Il consomme très peu de combustible, donc ses coûts de production sont en principe moins sensibles aux fluctuations du marché que les coûts de production d'origine fossile, il se rapproche en cela de l'hydraulique ; mais ce combustible, l'uranium, est rare et concentré en quelques points sur la planète et son conditionnement demande beaucoup d'efforts.
  - Il n'émet pas de gaz à effet de serre, ce qui en fait un concurrent des énergies renouvelables, mais la vraie concurrence ne se situe pas là : comme dit plus haut le nucléaire ne trouve pas place dans les systèmes ouverts et flexibles du futur qui en revanche sont parfaitement adaptés à l'intégration des renouvelables.
- ... et beaucoup d'inconvénients :
  - On a déjà cité le danger d'oligopole (le pays qui n'a pas investi financièrement et technologiquement est entièrement dépendant des fournisseurs) et le caractère suranné du nucléaire.
  - Les accidents nucléaires majeurs, réputés improbables, s'avèrent très fréquents : Three Mile Island (1979), Tchernobyl (1986), Fukushima (2011) sont trois accidents d'origines très différentes. Les conséquences sont colossales, intrinsèquement en

premier lieu (zone interdite de 20 km de rayon autour de Fukushima, près de 2 milliards de dollars pour construire le sarcophage "définitif" de Tchernobyl), politiquement ensuite : chaque nouvel accident gèle les commandes de nouvelles centrales et il n'est pas impossible que l'accident du Japon ait tout simplement "tué" définitivement le nucléaire de fission. Concernant le Chili, on peine à imaginer comment l'opinion publique, locale et mondiale, accepterait l'implantation d'une centrale nucléaire dans un pays dont les caractéristiques sismiques et "tsunamiques" sont en tout point comparables à celles du Japon !

- Le système nucléaire est "inachevé" : le cycle du combustible, très complexe, n'est pas fermé. Aux Etats-Unis et dans de nombreux pays les combustibles usés hautement radioactifs sont stockés sous eau (en circulation permanente), en attente d'une hypothétique solution technique de retraitement ; dans les pays où les combustibles usés sont retraités le stockage à très longue durée des déchets ultimes n'est toujours pas maîtrisé.
- Economiquement et financièrement l'effort à consentir pour édifier le système nucléaire est considérable, l'effet d'éviction est redoutable (mobilisation de capacité d'emprunt pour une finalité unique, difficultés de financement des besoins du pays), ces contraintes sont d'autant plus fortes que la dimension économique du pays est modeste.
- Le nucléaire constitue une "rente" pour ceux qui le maîtrisent (France, Etats-Unis, Japon, Russie, etc.), avec tous les inconvénients que cela induit : gel de l'innovation, absence de diversification, message politique démagogique, perte de compétitivité à terme. Pour ces pays le risque est grand de manquer le rendez-vous du nouveau paradigme qui se profile (ouverture, flexibilité, intelligence des réseaux, etc.).

### **3. Quelles solutions énergétiques pour le Chili ?**

- Malgré tout, le Chili est peut-être un des rares pays de taille moyenne dans lequel il est concevable d'implanter un système nucléaire car la demande électrique est induite par le secteur industriel (les 2/3 de la demande totale), l'industrie minière essentiellement. Un ensemble de centrales dédiées, consacrées exclusivement à l'alimentation des mines, pourrait être envisageable.
- Mines et centrales nucléaires ont une très grande constante de temps, le siècle dans l'un et l'autre cas, cet appariement est donc apparemment parfait... Mais le siècle du cuivre n'est-il pas en train de se terminer ? Le prix, la demande et la production de métal rouge n'ont jamais été aussi élevés qu'en ce moment. Mais les technologies évoluent et il est possible que cette demande fléchisse. Si la décision de construire des centrales nucléaires était prise aujourd'hui celles-ci ne seraient pas en service avant dix ans, elles devraient alors fonctionner pendant 20 à 40 ans... Il y a tout lieu de penser que le déphasage entre mines et nucléaire serait important : le risque est grand de voir alors les centrales nucléaires entrer en service quand on n'en aura plus besoin. Ces centrales seraient certainement construites dans les régions désertiques du nord (un argument pour limiter les risques encourus par la population), elles ne seraient utilisables pour les autres secteurs (les habitations et les

bureaux, situés à 1000 ou 1500 km de là) qu'à la condition de construire de nouvelles très longues lignes de transport.

- Quelles sont les énergies du futur immédiat ? En premier lieu les énergies renouvelables (solaire et éolien principalement mais pas exclusivement), à petite échelle, intégrées aux réseaux intelligents, combinées à l'efficacité énergétique (bâtiments à énergie "zéro"). Mais cette architecture ne convient pas bien aux besoins massifs d'électricité appelés par le secteur minier, dans lequel, cependant, de forts gisements d'économie d'énergie pourraient être exploités. Soulignons qu'en général ce secteur s'avère très adapté à la mise en place de systèmes combinés chaleur-électricité, ou cogénération, déjà très développés au Chili. La deuxième option d'avenir c'est le gaz naturel, dont les réserves mondiales et la production sont appelées à croître considérablement dans les prochaines décennies, en particulier avec l'exploitation du gaz de schiste. Le Chili est doté de bassins sédimentaires et il n'est pas impossible qu'il ait de telles réserves. Il y a aussi le voisin bolivien, bien doté en gaz naturel, dont les gisements ne sont pas très éloignés du Nord minier du Chili. La guerre de 100 ans prendra bien fin un jour !
- Le gaz naturel est certes émetteur de gaz à effet de serre mais il l'est moins que les autres énergies fossiles (pétrole et charbon), il profite des rares avancées technologiques des 50 dernières années dans le secteur énergétique (cycle combiné) et permet de construire en peu de temps des unités de capacité adaptée aux besoins du moment. La solution "gaz" est incontestablement bien préférable au nucléaire, elle l'est aussi très certainement à l'hydraulique de Patagonie et à la ligne de transport pharaonique envisagée (1200 km). Mais cette ressource hydraulique n'est pas exclusivement dédiée à l'industrie, la question doit donc être examinée en prenant en compte l'évolution de l'architecture du système électrique.
- Le Chili devrait mettre à profit sa géographie, sa forte croissance économique et son sens de l'innovation pour explorer et développer les systèmes énergétiques du futur caractérisés par une architecture de réseau ouverte, flexible et décentralisée. Sans attendre que ces nouveaux réseaux soient livrés dans 20 ans par ses partenaires du nord. Ce nouveau paradigme, fondé sur les technologies, les services et l'intelligence, et non plus sur la production massive d'énergie, ouvrirait de nouvelles perspectives de développement à un pays qui a su très habilement tirer profit de ses ressources naturelles, minières tout particulièrement, mais dont la demande est appelée à fléchir. L'avenir appartient à celui qui se libère à temps de son statut de rentier...

---

**Quelques références : "Cahiers de Global Chance", association d'experts indépendants sur l'énergie :**

Sur le changement de paradigme du système électrique, N° 21 (mai 2006) : <http://www.global-chance.org/spip.php?article41>

Sur la nouvelle architecture des réseaux électriques :

L'article "**L'énergie répartie et la production décentralisée d'électricité**" dans le N° 21 : <http://www.global-chance.org/IMG/pdf/GC21p76-79.pdf>

L'encart "**Les réseaux intelligents ou smart grids**" à la fin de l'article "Des critères pour un "bon usage" de l'électricité", N° 27 (janvier 2010) : <http://www.global-chance.org/IMG/pdf/GC27p30-38.pdf>