



**Laurent Thibaudeau**

Mastère Spécialisé « Management et Marketing de l'Énergie »  
(Grenoble Ecole de Management / Grenoble INP-ENSE<sup>3</sup>)

43 ans

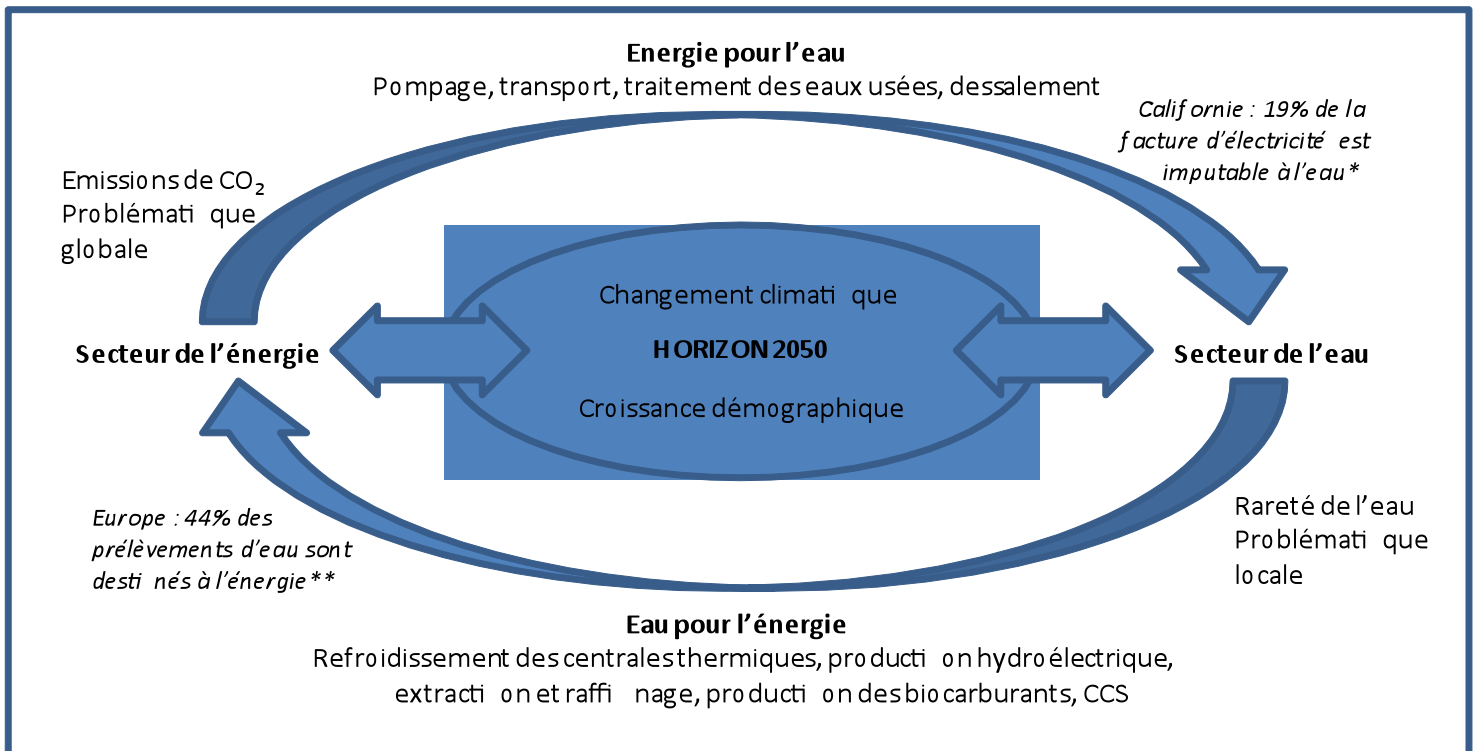
## 2050 : assez d'eau pour un monde assoiffé d'énergie ?

Été 2003 en France. Au cœur de la canicule, le refroidissement des centrales nucléaires devient problématique à cause de la température de l'eau rejetée, qui excède les limites environnementales autorisées. La demande en électricité est forte, tirée par la consommation des climatiseurs et des réfrigérateurs. La production hydraulique est en baisse à cause de la sécheresse persistante. Devant le risque de déséquilibre entre l'offre et la demande d'électricité, un arrêté interministériel dérogatoire permet à six réacteurs nucléaires et d'autres centrales thermiques de continuer à fonctionner<sup>1</sup>. Les installations produisent à capacité réduite et la France diminue ses exportations d'électricité de plus de 50% pendant cette période.

Cet épisode illustre la dépendance très forte de l'énergie envers l'eau. Omniprésente dans la production d'énergie,

l'eau n'est pas seulement nécessaire au refroidissement des centrales thermiques à flamme et nucléaires. Elle est aussi indispensable pour l'extraction et le raffinage des ressources fossiles et pour la production des biocarburants, et bien sûr source directe d'énergie dans les installations hydroélectriques. Symétriquement, la production et l'utilisation de l'eau (dans l'agriculture, l'industrie, ou par les particuliers) ne peut se faire sans dépenser d'énergie : celle-ci est nécessaire pour le pompage et le transport de l'eau douce, le dessalement de l'eau de mer, le traitement des eaux usées.

Une véritable relation d'interdépendance lie les deux secteurs de l'énergie et de l'eau. Qu'en sera-t-il en 2050 ? Tout semble indiquer que la pression sur les ressources fossiles, les mesures d'adaptation et d'atténuation du changement climatique, et la croissance démographique



Les liens dynamiques entre énergie, eau, changement climatique, et démographie. Source : adapté de « Climate adaptation – Aligning water and energy development perspectives », World Water Council, 2009. \*Source : « Water-Related Energy Use in California », California Energy Commission (2007). \*\*Source : Rapport « EU Water saving potential (Part 1) », DG Environnement (2007)

accentueront ce lien d'interdépendance et rendront nécessaires des politiques concertées pour l'eau et l'énergie dans chaque pays. Dans les négociations internationales, la prise en compte du caractère local – ou régional – des problématiques de l'eau, ainsi que la situation géopolitique pourraient ajouter un niveau de complexité à la problématique plus globale de la lutte contre les gaz à effet de serre.

### **Pas de solution globale mais des compromis locaux**

Le secteur énergétique devra prendre en compte la disponibilité des ressources locales en eau. Le secteur de l'eau devra développer des solutions énergétiquement efficaces. Il n'y aura pas de technologies globalement bonnes ou mauvaises, mais des compromis qui dépendront des conditions locales. Deux exemples illustratifs : la production thermoélectrique avec piégeage et stockage du carbone (Carbon Capture and Storage), très gourmande en eau, et la production d'eau douce par dessalement, très énergivore.

Parmi le large éventail de solutions technologiques visant à produire de l'électricité décarbonée, le couplage du CCS aux centrales thermiques à flamme est considéré comme très prometteur<sup>2</sup>. Dans les pays qui recourent massivement au charbon comme la Chine, le CCS paraît incontournable pour les prochaines décennies. Cependant, cette technologie augmente la consommation d'eau des centrales thermiques jusqu'à 90% selon le type de centrale. Elle pourrait donc être rédhibitoire dans les régions déjà en situation de stress hydrique. Différentes options sont déjà explorées pour réduire le besoin en eau des centrales thermiques. Le remplacement du circuit de refroidissement à eau par un refroidissement à air serait une solution dans les régions plutôt tempérées à froides, mais pour un coût 3 à 4 fois plus élevé et une baisse de rendement global. Le recyclage des eaux usées d'origine industrielle ou urbaine est également une piste intéressante dans les cas où les eaux usées sont disponibles localement.

Dans de nombreuses régions du monde qui ne disposent pas de ressources suffisantes d'eau douce pour faire face aux besoins cumulés des populations et des industries, le dessalement de l'eau de mer est en pleine expansion. La production mondiale d'eau dessalée est en croissance de 10% par an. Si son impact environnemental demeure une préoccupation majeure à cause des rejets de saumure et d'autres résidus chimiques, son coût énergétique est également très important. Une configuration classique aujourd'hui au Moyen Orient consiste à coupler génération thermoélectrique et production d'eau douce, dans des centrales où la chaleur rejetée par les turbines est utilisée pour dessaler l'eau de mer. Dans les décennies

qui viennent, les solutions basées sur un apport d'électricité d'origine renouvelable se développeront. Un premier pas a été réalisé en Australie où une ferme éolienne de 80 MW a été construite pour compenser les émissions de CO<sub>2</sub> de l'usine à osmose inverse de Perth<sup>3</sup>, qui produit chaque jour un cinquième de la consommation de la ville (140000 m<sup>3</sup> d'eau). La ferme éolienne fournit plus de 270 GWh/an au réseau électrique, alors que l'usine consomme 185 GWh/an. Des études portant sur des ensembles plus intégrés, couplant une centrale solaire à concentration avec l'installation de dessalement ont également apporté des résultats très prometteurs<sup>4</sup>.

### **De formidables opportunités pour un développement durable**

Grandes puissances ou pays en développement, toutes les nations sont concernées. Les enjeux de l'eau et de l'énergie rendront plus complexes les choix nationaux, et généreront aussi des tensions entre états. Mais la prise en compte du lien très fort entre les deux secteurs ouvre aussi un champ d'investigation et d'opportunités immense que ce soit en termes de technologies, ou de marchés. Les milieux académiques, les organisations internationales, les industriels s'y intéressent de plus en plus, comme en témoignent les nombreux colloques sur ce sujet<sup>5</sup>. En couplant les deux secteurs, les frontières entre énergéticiens et acteurs du domaine de l'eau sont bousculées, et des stratégies nouvelles peuvent apparaître. Pour le meilleur, espérons-le. Et pour que chacun vive d'énergie et d'eau fraîche, en 2050.

## **NOTES**

1. L'arrêté est publié le 13 août 2003 en France. De nombreux autres pays d'Europe seront également contraints d'appliquer des mesures de limitation de puissance ou d'arrêt total de leurs centrales pendant l'épisode caniculaire. Aux Etats-Unis, où les centrales thermiques utilisent presque 100 litres d'eau pour chaque kWh produit, les sécheresses récurrentes donnent souvent lieu à des interdictions d'exploitation et parfois à des batailles juridiques entre états.
2. Le CCS a un potentiel de réduction de 80 à 85% des émissions de CO<sub>2</sub> par rapport à une centrale sans CCS selon le Conseil Mondial de l'Énergie ( « Carbon Capture and Storage : a WEC 'interim Balance' » , 2007). L'Agence Internationale de l'Énergie prône cette technologie en particulier pour des pays comme la Chine. L'AIE anticipe même, dans son scénario « Bluemap » (Energy Technology Perspectives, 2010), une contribution du CCS à la réduction mondiale des émissions de CO<sub>2</sub> s'élevant à 19% en 2050.
3. L'usine de Perth n'est pas directement alimentée par la ferme éolienne. Mais elle consomme annuellement moins d'énergie que la ferme n'en fournit au réseau.
4. Voir par exemple le projet AQUA-CSP du German Aerospace Center (DLR) : [http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-3525/5497\\_read-6611/](http://www.dlr.de/tt/desktopdefault.aspx/tabid-3525/5497_read-6611/)
5. Symposium SEI-US : "Cross Currents: Water and Energy Challenges in the 21st Century", novembre 2010 <http://www.sei-us.org/about/symposium2010>. Colloque du Cercle français de l'eau : « L'eau pour l'énergie, l'énergie pour l'eau », novembre 2010 <http://www.cerclefrançaisdeleau.fr/d/3/8/l-eau-pour-l-energie-l-energie-pour-l-eau-quelles-synergies-pour-demain.aspx>. Colloque de l'IFP Energies nouvelles : "De l'eau pour l'énergie ! Production de carburants et d'électricité", février 2011 <http://www.ifpenergiesnouvelles.fr/actualites/evenements/congres-et-conferences/organises-par-ifp-energies-nouvelles/panorama-2011>.

## **SOURCES**

- World Economic Forum en partenariat avec le Cambridge Energy Research Associates , " Thirsty Energy: Water and Energy in the 21st Century" (2008) : <http://www.weforum.org/reports/thirsty-energy-water-and-energy-21st-century?fo=1>
- Conseil Mondial de l'Énergie, "Water for Energy", (2010) : [http://www.worldenergy.org/documents/water\\_energy\\_1.pdf](http://www.worldenergy.org/documents/water_energy_1.pdf)
- World Business Council for Sustainable Development , "Water, Energy and Climate Change. A contribution from the business community" (mars 2009) : <http://www.wbcsd.org/Plugins/DocSearch/details.asp?DocTypeId=25&ObjectId=MzM3NTE>
- National Energy Technology Laboratory (NETL), " Water Requirements for Existing and Emerging Thermoelectric Plant Technologies " (septembre 2009) : <http://www.netl.doe.gov/energy-analyses/pubs/WaterRequirements.pdf>
- Entreprises pour l'Environnement, "L'eau à l'horizon 2025" (août 2008) : <http://www.epe-asso.org/even/EpE%20-%20L%20Eau%20-%20Horizon%202025.pdf>
- Michael E. Webber, "Energy versus Water : Solving both crisis together", Scientific American (octobre 2008)
- Agence Internationale de l'Énergie, « Energy Technology Perspectives 2010 » (2010), résumé en français : [http://www.iea.org/techno/etp/etp10/French\\_Executive\\_Summary.pdf](http://www.iea.org/techno/etp/etp10/French_Executive_Summary.pdf)
- Benjamin K. Sovacool, "Running on Empty: The Electricity-Water Nexus and the U.S. Electric Utility Sector", Energy Law Journal 30(1) (Avril 2009), pp. 11-51
- Sabine Lattemann, « Le dessalement est-il écologique ? », dossier spécial de *La Recherche* : <http://www.larecherche.fr/content/recherche/article?id=23627>
- IEEE SPECTRUM Special Report, "Trading Water for Watts – The hard choices start now" (juin 2010)