

Michael E. Webber

Une **GOUTTE** d'**ÉNERGIE**



**« Ferme le robinet,
ça coûte de l'électricité ! »**

Belin:

UNE GOUTTE D'ÉNERGIE

Michael E. Webber

UNE GOUTTE D'ÉNERGIE

Pour un monde durable
et prospère

Traduit de l'anglais
par Pierre Kaldy

Belin:

Le code de la propriété intellectuelle n'autorise que «les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective» [article L. 122-5]; il autorise également les courtes citations effectuées dans un but d'exemple ou d'illustration. En revanche «toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle, sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» [article L. 122-4]. La loi 95-4 du 3 janvier 1994 a confié au C.F.C. (Centre français de l'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris), l'exclusivité de la gestion du droit de reprographie. Toute photocopie d'œuvres protégées, exécutée sans son accord préalable, constitue une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Titre original de la version originale, publié en 2016 par Yale University Press: *Thirst for Power*.

© 2016, by Michael Webber

Originally published by Yale University Press.

Dépôt légal: février 2021

© Belin Éditeur/Humensis, 2021

170 bis, boulevard du Montparnasse, 75680 Paris cedex 14

ISBN 978-2-4100-2304-6

Sommaire

Avant-propos	9
1. Santé, abondance et liberté.....	13
2. L'énergie.....	33
3. L'eau.....	61
4. De l'eau pour l'énergie.....	91
5. L'énergie pour l'eau.....	121
6. Les contraintes	135
7. Tendances.....	153
8. Les solutions techniques.....	167
9. Des solutions autres que techniques.....	211
Remerciements.....	237
Notes de fin	241

À Julia, Evelyn, Maverick
et aux futures générations

Avant-propos

Ce livre a mis plusieurs années à émerger et connu deux étapes clés.

En 1990, au semestre de printemps de ma première année d'université, j'ai étudié l'histoire des premières civilisations pour mes classes d'arts libéraux. En tant que jeune ingénieur fréquentant ce domaine, j'étais un peu en décalage avec les cours en forme de débats mais je les trouvais fascinants et j'y participais avec passion. C'est au cours de cette année, au terme d'une de nos discussions, que je conclus que les composantes les plus déterminantes pour la civilisation moderne étaient l'eau et l'énergie. Ces facteurs se démarquaient nettement de la classification des besoins reconnus comme les plus essentiels pour l'humanité depuis la publication en 1943 par le psychologue Abraham Maslow de son célèbre article «A Theory of Human Motivation», parmi lesquels on trouve l'eau, la nourriture, l'air et l'abri.

Bien que ces besoins paraissent les plus importants au niveau des individus, je pensais qu'il pouvait en aller autrement au niveau des civilisations : il faut de l'énergie et de l'eau à nos collectivités pour produire de la nourriture (de l'eau pour faire pousser les plantes, de l'énergie pour fabriquer les engrais et faire les récoltes), nous abriter (de l'eau pour faire pousser des arbres, de l'énergie pour les couper) et remplir tous les critères d'une vie moderne.

Des années plus tard, en 2005, alors que je travaillais à la Rand Corporation – un laboratoire d'idées, sur des projets d'études concernant l'énergie, la production, l'innovation et la sécurité – la tante de ma femme, Debbie Cook, qui était membre du conseil municipal de Huntington Beach en Californie (avant d'en devenir maire) m'a fait incidemment remarquer les fortes quantités d'eau utilisées par la principale centrale électrique de sa ville. Cette remarque a relancé

ma réflexion de jeune universitaire sur le sujet. Cette fois-ci, cependant, j'étais en mesure d'aller beaucoup plus loin. J'ai commencé à rédiger des notes qui sont devenues des projets de recherche, des articles scientifiques, des cours universitaires, des conférences, des chapitres de livre et des éditoriaux, pour finalement donner un ensemble de travaux dont les leçons et les histoires sont reprises dans ce livre.

Parallèlement, j'ai découvert dans le documentaire de Turk Pipkin, *The Nobility Project*, la liste des « 10 premiers problèmes de l'humanité pour les 50 prochaines années » qu'avait établie le prix Nobel Richard Smalley de l'université Rice. Elle classait par ordre d'importance pour la société l'énergie, l'eau, la nourriture, l'environnement, la pauvreté, le terrorisme et la guerre, les maladies, l'éducation, la démocratie et la population. Le fait que les premiers facteurs de ma liste coïncidaient avec ceux du lauréat d'un prix Nobel a été un argument et une source d'inspiration pour approfondir mes recherches sur les relations qu'entretiennent l'eau et l'énergie. J'ai commencé ce travail alors que j'étais à la Rand Corporation et je l'ai ensuite bien développé quand j'ai rejoint l'université du Texas à Austin.

La hiérarchie des besoins de la liste de Smalley n'était pas due au hasard mais fonction de leur importance pour toute la société. L'énergie et l'eau, notamment, venaient en tête, devant l'alimentation et le logement. Pour Smalley, cela est dû au fait qu'elles peuvent nous servir à résoudre ensuite les autres problèmes. L'énergie vient en premier en tant que facteur permettant de résoudre tous les problèmes liés aux autres facteurs. Grâce à des sources d'énergie propres, fiables et bon marché, on peut obtenir une eau propre et abondante. Avec cette eau, on peut produire de la nourriture et protéger l'environnement, puis assurer les besoins suivants de la liste.

Mais la liste de priorités énoncée par Smalley ne doit pas faire oublier les relations étroites qu'entretiennent les différents besoins. Si résoudre un problème lié à un besoin peut aider à trouver

AVANT-PROPOS

une solution pour un autre, cela a aussi pour corollaire que les contraintes liées à un besoin peuvent se répercuter sur les autres. Cette interdépendance fait que la société peut, face à un problème, être exposée à des défaillances en cascade dans ses infrastructures. Une pénurie d'eau peut se transformer en panne de courant, et celle-ci produire alors une catastrophe à grande échelle. On peut, dès lors, se demander pourquoi nous avons créé une société avec de telles faiblesses, comment nous allons pouvoir résoudre les problèmes qu'elles suscitent, et à quoi ressemblera notre société une fois qu'ils seront résolus.

1. Santé, abondance et liberté

Quand dans une même phrase je parle de la Géorgie et de l'annexion d'un territoire voisin, les gens pensent souvent que j'évoque le pays qui faisait autrefois partie de l'ex-Union soviétique. Ce n'est pas le cas. Le manque d'eau peut transformer des États alliés, même au sein des États-Unis, en rivaux. En 2008, l'État de Géorgie a voulu s'emparer de terres parce qu'il manquait d'eau : un an auparavant, frappé par une grave sécheresse et devant la baisse de ses cours d'eau, il avait failli, à quelques semaines près, arrêter ses centrales nucléaires. Le problème de l'approvisionnement en eau était devenu si crucial que les législateurs de l'État avaient envisagé une résolution visant à déplacer la frontière de quelques kilomètres au nord pour empiéter sur le réservoir Nickajack, et annexer ainsi des ressources en eau douce du Tennessee voisin. Cette modification de frontière était justifiée par une supposée erreur de tracé en 1818. Pour tout dire, la Géorgie tentait d'utiliser une carte vieille de deux cents ans pour annexer un territoire et s'appropriier une partie de l'eau qui revenait au Tennessee. Un sénateur de cet État, tenant compte de l'importance du football américain dans les États du Sud-Ouest américain, a suggéré en plaisantant que le différend soit réglé par une rencontre entre équipes d'écoles rivales de chaque État. Cette tentative d'annexion n'a pas abouti mais l'eau reste un sujet de controverses entre ces États. Depuis, l'Alabama et la Floride n'ont cessé de batailler avec force revendications et recours en justice. La sécheresse n'est qu'une cause de pénurie d'eau parmi d'autres. Une croissance rapide de la population, notamment celle de la capitale, Atlanta, combinée à un développement excessif et à des lacunes notoires dans la gestion de l'eau, font tarir les rivières de la région. La mise en place de centrales énergétiques très demandeuses en eau ne fait qu'exacerber la situation¹.

Mais cette crise ne se limite pas à ces États, elle est mondiale. En juillet 2012, le réseau électrique indien est tombé en panne, engendrant la plus grande coupure de courant de l'Histoire². Elle a affecté plus de 620 millions de personnes, soit 9 % de la population mondiale. Même si plusieurs raisons peuvent l'expliquer, c'est le manque d'eau qui en est à l'origine. Une sécheresse majeure lors de l'été a provoqué en même temps une augmentation de la demande en électricité et une réduction de sa production. Les fermiers ont dû intensifier l'irrigation de leur culture et pour cela faire appel à des pompes électriques. Dans le même temps, le faible niveau des barrages a causé une diminution de leur production électrique. Pire encore, des inondations plus tôt dans l'année avaient envasé les barrages et amoindri leur capacité avant que les faibles niveaux de remplissage durant l'été n'aggravent encore la situation. Ce double choc des inondations puis de la sécheresse a soumis les barrages à rude épreuve, laissant une population plus nombreuse que celle de toute l'Europe ou deux fois plus élevée que celle des États-Unis plongée dans l'obscurité, sans compter l'arrêt brutal des trains et d'autres services cruciaux pour la vie du pays.

L'énergie et l'eau sont les deux ressources mondiales les plus indispensables, mais ce que beaucoup ne comprennent pas est encore plus important : les deux sont étroitement liées. Elles sont comme des miroirs qui se réfléchissent à l'infini : l'énergie a besoin d'eau qui a besoin d'énergie qui a besoin d'eau... Et toute tension sur l'une d'elles peut gravement nuire à l'autre et avoir des conséquences catastrophiques. À bien des égards, les tensions liées à l'eau et à l'énergie sont la guerre froide de notre génération, une crise mondiale s'étalant sur des décennies que nous devons résoudre sans quoi l'avenir de l'humanité sera très différent.

Cette crise n'épargne pratiquement aucun endroit sur Terre. L'été même où l'Inde a connu sa gigantesque panne, une vague de chaleur massive associée à une sécheresse record a déferlé sur presque tous les États-Unis, mettant les centrales électriques en difficulté, car

l'eau pour les refroidir faisait défaut ou était devenue trop chaude. Quelques années plus tôt, l'État de Floride avait fait une annonce inhabituelle : il poursuivrait en justice le Corps du génie de l'armée de terre s'il réduisait à partir de retenues en Géorgie l'approvisionnement en eau du fleuve Apalachicola qui traverse la Floride après la frontière entre la Géorgie et l'Alabama³. Les défenseurs de l'environnement s'inquiétaient que cette restriction du débit ne menace certaines espèces en danger. Les autorités de l'Alabama trouvèrent aussi à y redire en pensant à une autre espèce, les centrales nucléaires, qui utilisent d'énormes quantités d'eau prélevées dans les cours d'eau et les lacs pour leur refroidissement. Une réduction de l'apport en eau faisait surgir le spectre d'une fermeture de la centrale de Farley, près de Dothan en Alabama.

La Californie possède deux fameux réacteurs nucléaires situés sur la côte entre Los Angeles et San Diego. Quand on roule sur la I-5 reliant les deux villes, ils ressemblent d'une manière surprenante à deux gigantesques seins de béton posés sur le littoral, juste à côté de l'autoroute et se découpant sur l'océan. Malgré leur forme évocatrice et leur nom séduisant – Songs pour San Onofre Nuclear Generating Station – la société SoCal Edison a annoncé que ces centrales allaient être fermées, en partie à cause de l'eau. Le souci était que les réacteurs pouvaient affecter la vie de l'océan en détournant de l'eau pour leur refroidissement, que de potentielles fuites radioactives pouvaient contaminer l'eau et que d'autres difficultés techniques devenaient trop lourdes à gérer. Il était plus simple de fermer le site que d'avoir à traiter des fuites radioactives et des problèmes d'eau pour satisfaire le public.

Non loin de Las Vegas, le lac Mead, alimenté par le fleuve Colorado, a un niveau d'eau souvent inférieur de trente mètres à ses valeurs historiques. Il se trouve que deux canalisations partent du lac Mead pour alimenter Las Vegas en eau potable. Si le niveau du lac baisse encore d'une quinzaine de mètres, son approvisionnement en eau sera menacé et les énormes turbines hydro-électriques

du barrage Hoover retenant le lac ne pourront plus fournir d'électricité, ce qui plongera dans le noir la métropole florissante en plein désert dans le noir et laissera ses habitants assoiffés. La solution pour Las Vegas a été de dépenser près d'un milliard de dollars dans la construction d'une troisième canalisation plus profonde. Pourtant, même ce moyen drastique pourrait s'avérer insuffisant. Selon des scientifiques de l'Institut d'océanographie Scripps à La Jolla, en Californie, le lac Mead pourrait s'assécher en 2021 si le climat évolue comme prévu et que les tributaires du fleuve Colorado ne réduisent pas leurs prélèvements⁴. On peut toujours discuter du verre à moitié plein ou à moitié vide, mais un ingénieur vous rappellera que la longueur de la paille importe peu si le verre est vide.

Les régions du Texas et du Nouveau-Mexique, confrontées au manque d'eau, se méfient des risques hydriques posés par la fracturation hydraulique pour la production de pétrole et de gaz à partir de formations de schiste. Elles ont donc imposé des interdictions ou des contraintes sur l'eau qui pourrait être utilisée dans ce but, même si les quantités en jeu restent faibles comparées à la quantité d'eau utilisée par l'agriculture. Les activistes opposés à cette production de pétrole et de gaz évoquent des soucis de pollution potentielle de l'eau pour faire cesser toute augmentation des forages.

L'énergie peut aussi être un facteur limitant pour l'eau. La ville de San Diego, qui a besoin de plus d'eau potable en raison de sa croissance et des sécheresses persistantes en Californie, a voulu construire une usine de dessalement sur la côte. Mais des activistes locaux se sont élevés contre ce projet, l'usine consommerait trop d'énergie alors que l'approvisionnement électrique est limité. C'est pour la même raison que le maire de Londres a refusé une telle usine en 2005, décision sur laquelle est revenu son successeur plus tard⁵. Des politiques en Uruguay doivent choisir s'ils veulent que l'eau de leur barrage soit destinée à la population ou à la production d'électricité. Les dirigeants de l'Arabie saoudite se demandent s'ils

doivent exporter leur pétrole et leur gaz pour remplir leurs caisses en devises ou en consommer plus pour produire ce qu'ils n'ont pas : de l'eau douce pour leur population.

Quand l'ouragan Katrina a déferlé sur La Nouvelle-Orléans en août 2005, il a provoqué d'effroyables destructions. Chose surprenante, la ville n'a pas connu d'agitations après son passage... du moins initialement. Mais la rupture généralisée de l'alimentation électrique a entraîné celle du traitement de l'eau potable, mettant notamment à l'arrêt les pompes qui maintenaient au sec les terres basses et les usines de production d'eau potable. Ce n'est que lorsque les gens ont réalisé que leur eau du robinet était impropre à la consommation et que leur voisinage n'allait pas être asséché de sitôt que le chaos s'est installé. Une pénurie d'énergie a entraîné celle de l'eau, et déstabilisé la société.

On ne peut pas construire plus de centrales électriques sur le même schéma qu'avant ou extraire du pétrole ou du gaz avec des techniques désuètes sans réaliser que cela affecte notre approvisionnement en eau douce. Et on ne peut plus construire de systèmes d'installation ou de purification d'eau sans avoir recours à plus d'énergie. Si nous persistons dans la direction actuelle, les vulnérabilités généralisées de nos systèmes d'eau et d'énergie interconnectés s'aggraveront avec la croissance démographique, la croissance économique et le changement climatique, qui exacerbent tous les tensions. Il est triste de constater que les problèmes empirent quand les décisions politiques prises poussent à avoir une eau dépendant encore plus de l'énergie et réciproquement.

Malgré l'importance respective et l'étroite relation qu'ont l'eau et l'énergie, le financement, la gestion et la planification de ces ressources sont toujours le fait de personnes différentes, opérant dans des agences distinctes. Les acteurs chargés de planifier l'approvisionnement en énergie présument souvent qu'ils disposeront de l'eau nécessaire tandis que ceux qui gèrent l'approvisionnement en eau estiment qu'ils auront aussi l'énergie requise. Si l'une de ces

présomptions ne se vérifie pas, les conséquences peuvent être dramatiques comme la panne électrique générale de l'Inde l'a montré.

Mais nous pouvons échapper à cet enchaînement néfaste si nous utilisons toutes les opportunités offertes par la relation entre eau et énergie. Avec une énergie abondante, propre, sûre et accessible, nous pouvons résoudre les problèmes de manque d'eau par le dessalement de l'eau de mer, le creusement de puits plus profonds, et le déplacement de l'eau sur des milliers de kilomètres pour produire toute l'électricité que nous voulons, de même que nous pouvons trouver des solutions au manque de pétrole en irriguant les terres produisant du biocarburant. Seulement nous n'avons pas des ressources infinies et sommes plutôt dans un monde de contraintes. Alors que les défis posés sont difficiles à relever et les risques potentiels de taille, on peut arriver à gérer ces problèmes en pensant différemment et en ayant recours à des innovations intelligentes. Nous ne les retenons pas parce que les politiques et les décideurs n'ont pas assez bien compris la relation étroite qui unit ces ressources, et que les gestionnaires ainsi que les ingénieurs restent trop isolés et circonscrits à leur domaine de l'eau ou de l'énergie.

On peut espérer un avenir encore meilleur si l'on considère toute l'énergie utilisée pour l'eau et réciproquement. En économisant l'eau, on peut économiser l'énergie, et inversement. Nous ne réalisons pas en général que nous utilisons plus d'eau pour nous éclairer ou faire marcher nos appareils électriques qu'avec nos robinets et nos douches car celle qui sert à refroidir les centrales électriques est bien loin de nous, par la vue comme par l'esprit. Il ne nous vient pas à l'esprit non plus que nous utilisons plus d'énergie pour chauffer, traiter et pomper l'eau que pour nous éclairer. Contrairement à ce que l'on pourrait penser, éteindre les lumières et les appareils électriques fait économiser de grosses quantités d'eau, de même que fermer le robinet épargne beaucoup d'énergie.

En fin de compte, l'innovation dont nous avons le plus besoin est une nouvelle manière de penser l'énergie et l'eau pour prendre