



POUVONS-NOUS DISSOCIER L'ÉNERGIE DE L'EAU ?

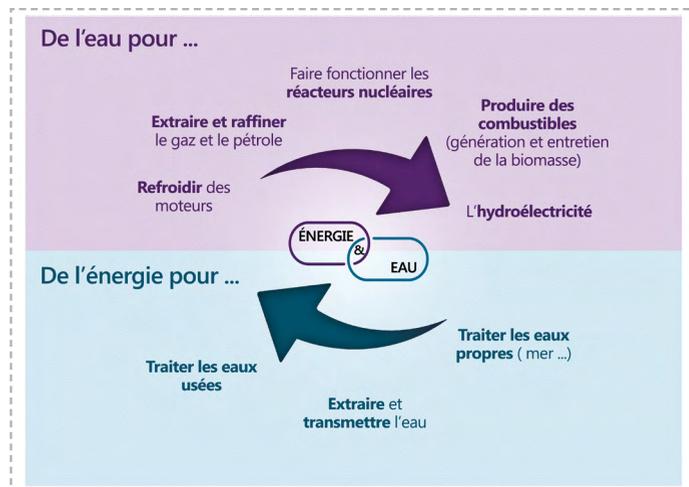
L'énergie, celle qui nous chauffe, celle qui fait déplacer les voitures et les avions, celle qui fait fonctionner nos usines, notre télévision et nos portables, celle qui nous éclaire la nuit... peut avoir des sources différentes mais dans la majorité des cas, indépendamment de la source, **elle a besoin d'eau**.

Ainsi, la consommation en eau comme la consommation en énergie, est un bon indicateur du niveau de vie d'un pays ou d'une région.

En quoi l'eau est utile pour la production d'énergie ?

Figure 1

L'eau est indispensable pour produire de l'énergie.





Le secteur de l'énergie est sans doute le secteur industriel consommateur d'eau le plus important.

La *figure 1* schématise le cycle de l'eau utile pour l'énergie.

Refroidissement des moteurs à combustion : exemple de la voiture

Le circuit de refroidissement a comme rôle de restituer à l'atmosphère une grande partie de la chaleur produite à l'intérieur de la chambre de combustion. Environ 45 % de l'énergie libérée lors de la combustion est transformée en énergie mécanique qui va mouvoir les arbres de la transmission puis les roues.

Le reste de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur qui va pour une part être évacuée à travers le pot d'échappement (environ 35 %) alors que le reste de la chaleur va se répartir sur les parois du moteur. Il faut vite refroidir car les matériaux risquent d'être endommagés.

C'est là que nous avons besoin des liquides de refroidissement fabriqués à base d'eau, lesquels grâce à un radiateur vont évacuer progressivement le restant de la chaleur.



Figure 2

Les machines, tout comme l'Homme, ont besoin de liquide pour se refroidir...



L'Homme et le moteur, un même besoin : une eau douce et propre.

Comme pour l'Homme, l'eau utilisée par le circuit de refroidissement des moteurs doit être douce et propre ; une exigence en plus pour l'Homme, elle doit être potable. Alors que l'eau des mers et océans représente 97,3 % des réserves sur Terre (Tab. 1), nos nobles dispositifs de refroidissement ne supportent pas l'eau salée en raison de son pouvoir de corrosion.



Corrosion : altération d'un matériau par réaction chimique.

Tableau 1 Répartition des volumes et des pourcentages d'eau sur la Terre.

Stocks totaux en eau	1,4 milliards de km ³	
Océans, mers	1,35 milliard de km ³	97,3 %
Glaces	27,5 millions de km ³	2,15 %
Eaux souterraines	8,2 millions de km ³	0,63 %
Lacs, rivières	207 000 km ³	0,01 %
Humidité du sol	70 000 km ³	0,005 %
Eau contenue dans les cellules vivantes	1 100 km ³	0,0001 %
Humidité de l'air	13 000 km ³	0,001 %

Il est donc capital de pouvoir récupérer l'eau usée, savoir la traiter et par la suite la réinjecter dans le circuit ; en d'autres termes, savoir recycler l'eau. Mais comme le montre la *figure 1* et ainsi que nous le verrons par la suite, la récupération et la purification de l'eau demande aussi de l'énergie...



Figure 3

Répartition des volumes et des pourcentages d'eau sur la Terre.



Extraction et raffinage du gaz

Nous distinguons l'exploration et la production du pétrole et du gaz en amont, le raffinage et la pétrochimie en aval. Chaque étape a des besoins spécifiques et importants en termes d'eau, du traitement des eaux usées comme du recyclage.

En amont, l'eau est injectée au fond du puits pour aider à la récupération du pétrole brut et du gaz. En général pour un baril de pétrole extrait, on utilise trois à dix barils d'eau (celle utilisée en amont et celle déjà présente dans le puits).



Figure 4

L'extraction du pétrole demande beaucoup d'eau...

Mais avant de réutiliser l'eau faut-il encore que nous puissions la purifier aux normes et exigences réglementaires avant de la réinjecter dans le puits pour un nouveau cycle de vie. Cette étape de purification demande encore de l'énergie (Fig. 1).

Le raffinage quant à lui requière des réacteurs thermiques fondés sur le même principe que les moteurs de voitures, des avions, des bateaux... lesquels pour se refroidir demandent comme nous l'avons vu ci-dessus de l'énergie.



Un réacteur thermique est un dispositif utilisé pour produire de l'énergie.



Fission : du latin
fissus = fendu.

Le réacteur nucléaire

La fission des atomes d'uranium produit de la chaleur, chaleur qui transforme alors l'eau en vapeur (*Fig. 5*) et met en mouvement une turbine reliée à un alternateur qui produit de l'électricité (voir chapitre « De la force musculaire aux énergies renouvelables »).

Pour refroidir l'ensemble, de l'eau est encore nécessaire. Les réacteurs nucléaires sont très gourmands en eau : à savoir en 2005, pour produire l'équivalent en énergie, il aurait fallu dans le cas du nucléaire, environ 33 milliards de m³ d'eau au lieu et place de 16,9 milliards de m³ demandés par le thermique (*Tab. 2*).

Tableau 2 Consommation en eau des diverses filières de production d'électricité.

Production d'électricité (TWh)	2005	2020	2035
Thermique	12 126	18 641	24 782
– Charbon	7 235	9 679	12 601
– Gaz	3 478	6 746	8 908
– Pétrole	1 102	995	983
– Biomasse et déchets	311	1 041	2 290
Nucléaire	2 792	3 406	5 423
Hydro et géothermie	3 057	4 130	4 956
Éolien et solaire	94	1 129	3 910
Consommation en eau (Mds m ³)			
Thermique	16,9	24,3	32,5
– Charbon	12,8	17,1	22,3
– Gaz	2,5	4,9	6,5
– Pétrole	1,3	1,1	1,1
– Biomasse et déchets	0,4	1,2	2,6
Nucléaire	7,6	9,3	14,8
Hydro et géothermie	16,5	22,3	26,8
Éolien et solaire	0,0	0,5	1,9

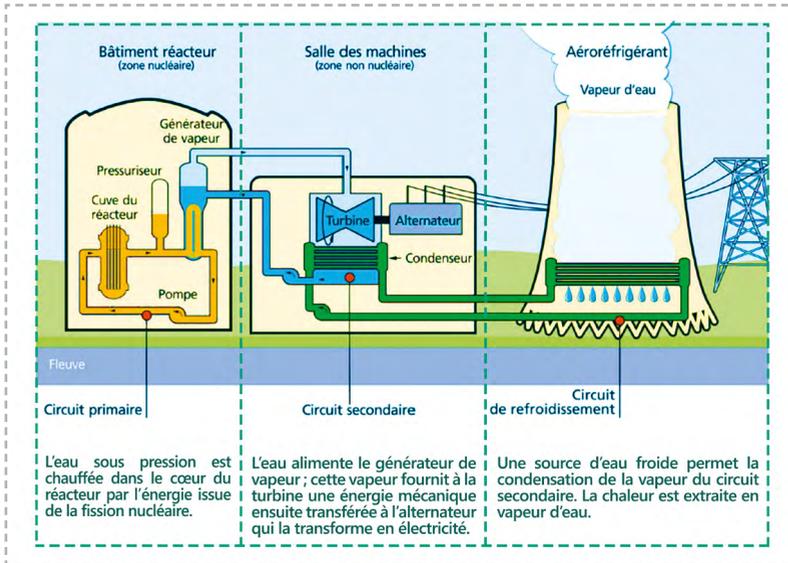


Figure 5

Rôle de l'eau dans le réacteur nucléaire : représentation simplifiée d'une centrale nucléaire avec ses trois circuits d'eau.

Production des combustibles par biomasse

La biomasse est considérée comme une source d'énergie (voir chapitre « La biomasse ») et les combustibles que l'on peut produire peuvent être le méthane, l'hydrogène ou l'éthanol.

Prenons un exemple en relation avec la production de l'éthanol dite bioéthanol et les exigences en eau.

Pour la fabrication du bioéthanol, nous distinguons dans le procédé plusieurs étapes :

- le broyage ;
- la liquéfaction ;
- la fermentation ;
- le séchage.

Avant tout, il faut noter que l'étape la plus consommatrice en eau est celle de la culture des céréales avec une consommation pouvant aller de dix litres (exemple de l'Illinois, États-Unis) à 324 litres (exemple du Kansas, États-Unis) pour la production de seulement un litre de bioéthanol !



Remarque

Le climat et la pluviométrie sont donc déterminants quant à la consommation d'eau en relation avec la production de biocarburants.



Remarque

Un giga = un milliard
Un joule = 4,2 cal, soit
1 000 joules = 4,2 Kcal.
1 m³ d'eau = une tonne
d'eau.

Heureusement, de nouvelles sources de bioéthanol et de nouveaux procédés en partant des résidus, dérivés du bois des forêts (bioéthanol cellulosique) exigeraient beaucoup moins d'eau : à savoir dix litres d'eau pour un litre de bioéthanol. Ceci devrait être confirmé à grande échelle.

En ce qui concerne les étapes de broyage, liquéfaction, fermentation et séchage, des progrès considérables ont été apportés. Par exemple, l'amélioration des procédés en relation avec l'élimination de la vapeur durant l'étape de séchage, ou les techniques de recyclage de l'eau qui ont contribué à environ 50 % d'économie d'eau, ceci bien évidemment après dix ans de Recherche et Développement !

La consommation en électricité tout au long du cycle de l'eau



Remarque

Au Royaume-Uni, on estime que l'énergie de pompage de l'eau à potabiliser représente 60 % de l'ensemble de l'électricité consommée sur le cycle de l'eau.

Le cycle de l'eau comprend plusieurs étapes à savoir pour l'essentiel : le pompage, l'épuration, la potabilisation et la distribution.

Le pompage

Le pompage de l'eau souterraine nécessite en règle générale plus d'énergie que le prélèvement de l'eau de surface. En revanche, suivant la localisation du site de captage, il est parfois nécessaire d'acheminer l'eau prélevée sur de très grandes distances.

La potabilisation

La potabilisation de l'eau est fortement dépendante de son origine et des procédés utilisés. La *figure 6* reprend les consommations énergétiques associées à l'origine de la source d'eau.

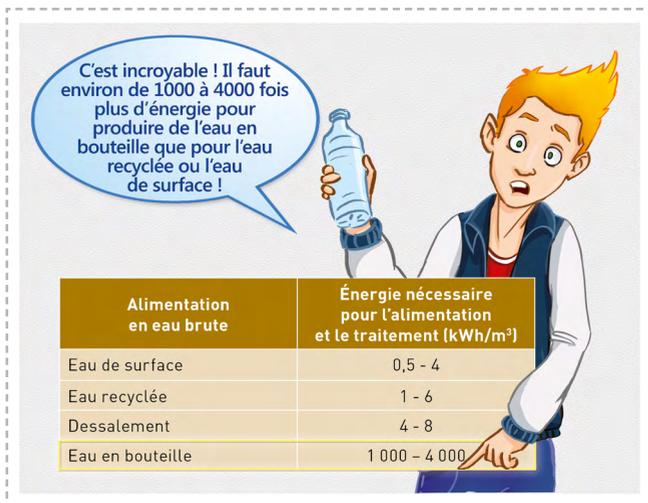


Figure 6

Consommation énergétique en fonction de la source et du mode de distribution de l'eau à traiter.

Au cours des dernières années, on a pu remarquer un intérêt constant des producteurs d'eau pour l'utilisation de sources d'énergies renouvelables telles que l'éolien (le vent) ; l'hydraulique de faible différence de hauteur ou encore le photovoltaïque (le Soleil).

De plus, la recherche des technologies moins voraces en électricité telles que les UV ou les LED sont en plein développement.

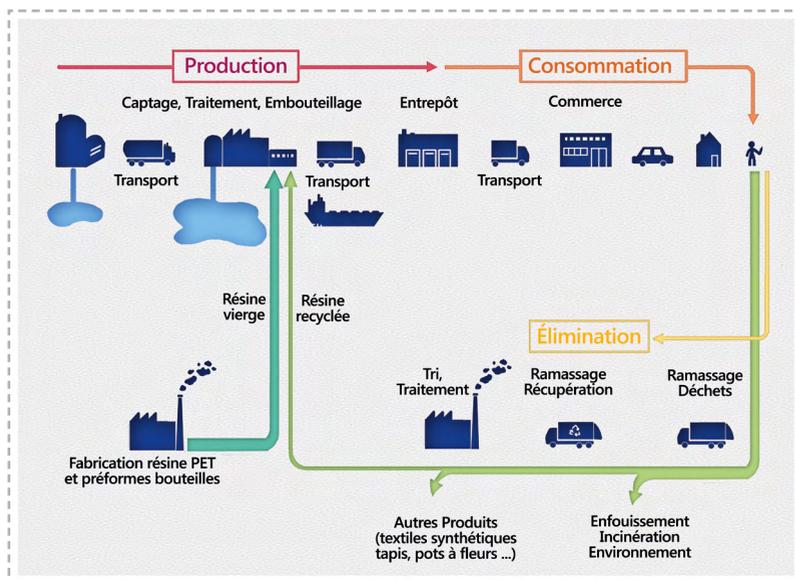


Figure 7

Cycle de vie de l'eau en bouteille.

Remarque

La distribution requiert en général peu d'énergie ; on estime la consommation à environ 0,1 kWh/m³.



Remarque

L'énergie nécessaire à l'épuration des effluents liquides dépend de la nature et de la concentration des polluants présents.

Le traitement des eaux usées

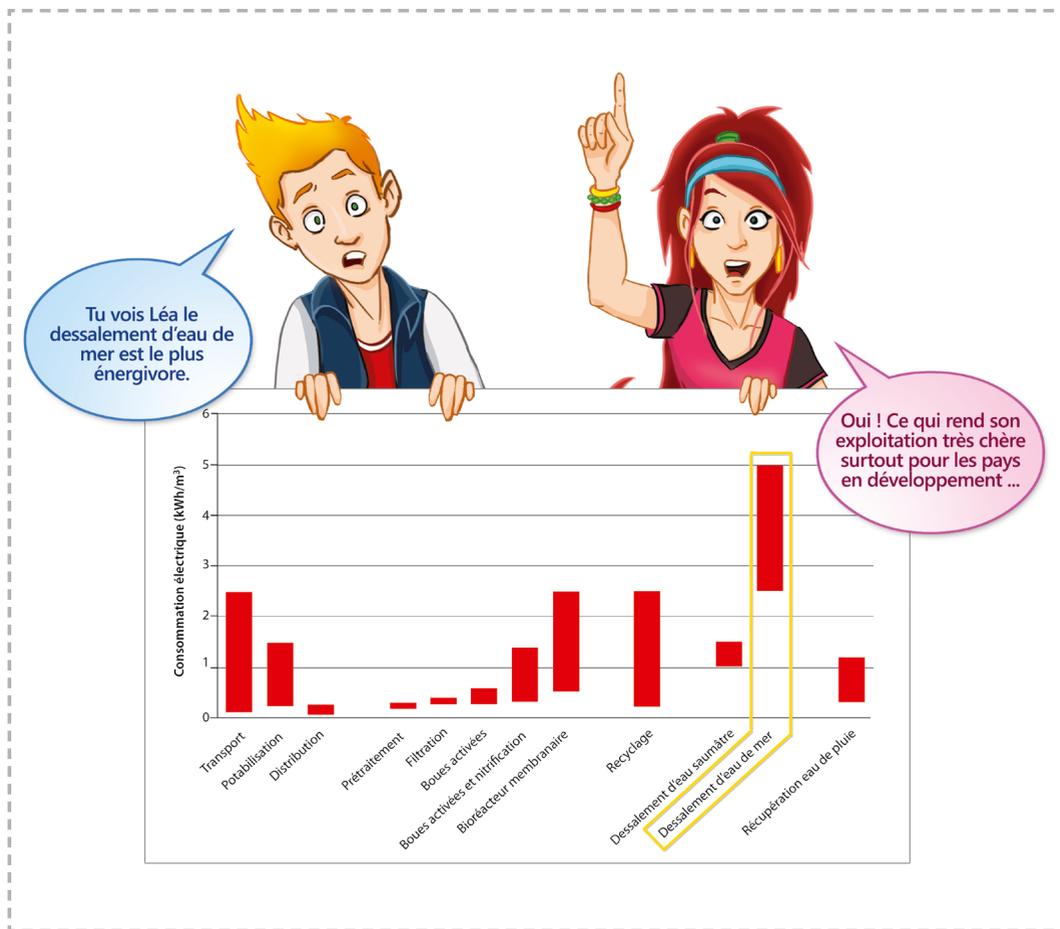
L'énergie nécessaire au traitement des eaux usées correspond à la somme de ce qui est exigé pour acheminer l'eau jusqu'à la station d'épuration et son épuration proprement dite.

L'étape d'aération au cours du traitement primaire est prédominante, elle est de l'ordre de 0,2 KWh/m³. L'élimination poussée du carbone, de l'azote et du phosphore est également très énergivore et représente environ 0,9 KWh/m³.

Figure 8

Besoins en électricité dans le cycle de l'eau.

La *figure 8* synthétise l'ensemble de diverses consommations énergétiques tout au long du cycle de l'eau.





Au cours des dernières années, le concept de station d'épuration en énergie positive s'est fortement développé. Ainsi, les stations d'épuration deviennent des plates-formes environnementales qui peuvent produire une partie de l'énergie nécessaire aux éco-cités de demain ; l'empreinte écologique est ainsi réduite.

L'énergie provient du biogaz produit par exemple lors de la digestion des boues ; en cas de pic de demande d'énergie, l'électricité est fournie par le réseau. À l'inverse, en cas de surproduction, l'excès de l'électricité est réinjecté dans le réseau.



Énergie positive : ce dit d'un principe qui produit plus d'énergie qu'il n'en consomme.



Remarque

En Australie, le surplus de l'énergie produit par une station d'épuration représente environ 7% de ses besoins propres.

Conclusion

La prise de conscience à la fois collective et politique est maintenant là... l'avenir se dessine et il est primordial de progresser vers le développement des points suivants :

- économiser l'eau : toute réduction de consommation en eau (ou plutôt toute utilisation rationnelle et réfléchie de l'eau) se traduit immédiatement par une réduction de besoins énergétiques ;
- augmenter la performance et l'efficacité dans chacune des nombreuses opérations liées au cycle de l'eau (savoir utiliser de plus en plus des sources d'eau usée par exemple pour les circuits de refroidissement tout en évitant les effets de corrosion) ;
- employer les ressources présentes dans l'eau impure pour en produire de l'énergie en utilisant par exemple les nutriments pour produire du biogaz. Pour ce faire, il faudra améliorer les stations d'épuration et investir dans les municipalités car il s'agit là d'un problème qui se traite localement (site, impuretés, climat...) ;
- développer des technologies percutantes en particulier pour le dessalement de l'eau de mer. Par exemple, en mettant au point des membranes d'ultrafiltration et d'osmose inverse moins énergivores.

L'ensemble de ces efforts demande des investissements à la hauteur de l'enjeu pour la Recherche et le Développement et une meilleure coordination entre les différentes instances régionales et locales.