

L'eau et l'énergie – Fiche d'information

Cette fiche d'information présente sans exhaustivité un certain nombre de faits concernant les rapports entre eau et énergie en Suisse et, dans une moindre mesure, dans le monde.

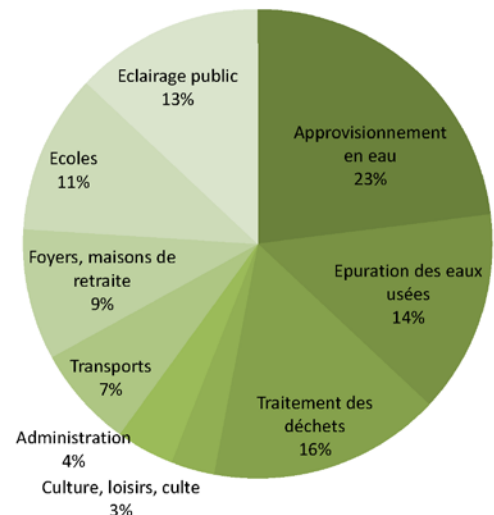
Production hydroélectrique

- La part de l'hydraulique dans la production électrique mondiale est d'environ 20%. Elle atteint 56% en Suisse.¹ (2010: 37,5 TWh sur les 66,3 TWh produits en Suisse, soit 12% des besoins couverts par toutes les sources d'énergie confondues).
- 43% de l'énergie hydraulique suisse vient de centrales au fil de l'eau, 57% de barrages-réservoirs.
- L'exploitation de la force hydraulique a de nombreux impacts sur les cours d'eau concernés : interruption de la continuité écologique fluviale, perturbation du transport des sédiments, modification du régime d'écoulement (débits résiduels, marnage, chasses et éclusées...) etc. Pour plus d'information sur les répercussions écologiques de l'activité hydroélectrique, veuillez consulter la fiche qui lui est consacrée:

>>> Fiche « Hydroélectricité et écologie » sur www.eawag.ch/fr/conseil/conseil/publikationen-fuer-die-praxis/

Eau potable

- En Suisse, 3 000 services des eaux distribuent près d'un milliard de m³ d'eau potable par an, soit 355 litres d'eau par jour et par habitant (artisanat et industrie compris), ce qui correspond à environ 2% des précipitations annuelles ou au volume du lac de Biene.^{2, 3, 4}
- La consommation des ménages est de 162 l par personne et par jour, dont 30% imputables aux chasses d'eau.⁵
- Le captage, le traitement et la distribution de l'eau ont entraîné une consommation moyenne annuelle d'électricité de 0,4 TWh en 1995, soit environ 0,4 kWh/m³; la majorité pour le pompage.⁴
- Ces besoins en énergie sont donc d'environ 50 kWh par an et par personne, soit une puissance d'environ 6 W par habitant (ou 3 W en ne considérant que les ménages).
- Parmi les services assurés par les communes, l'approvisionnement en eau potable occasionne environ 20% de la consommation électrique totale (cf. Diagramme); avec l'épuration des eaux et le traitement des déchets, l'eau potable est donc responsable de la majeure partie des besoins en électricité des communes.
- Des économies pourraient être réalisées en augmentant l'efficacité énergétique des systèmes, en améliorant la gestion des installations et en accroissant l'autoproduction (cf. Possibilités d'action). En plus d'une maîtrise de la consommation (de pointe notamment), une limitation des pertes en réseau serait extrêmement profitable: une réduction de 50% des fuites suisses permettrait d'économiser 20 GWh/an.
- Dans d'autres pays, les coûts énergétiques liés à la production d'eau potable sont beaucoup plus élevés suite à l'emploi de procédés énergivores comme la filtration membranaire. La Suisse a la chance de disposer d'une ressource de très bonne qualité qui lui permet de distribuer une grande partie de l'eau souterraine captée (47%) sans aucun traitement de potabilisation. 40% de l'eau souterraine captée est traitée par des méthodes simples et économiques comme la filtration sur sable. Les traitements complexes en plusieurs étapes ne doivent être utilisés que dans 13% des cas.



Répartition de la consommation d'électricité des communes par secteur (estimation grossière de 1995)⁴

Epuration des eaux

- Les eaux usées suisses, soit 1450 millions de m³ par an, sont traitées par 750 grandes et 3500 petites stations d'épuration. Ce volume correspond à 200 m³ par habitant (la moitié pour les seuls ménages).^{6, 7}
- Les stations d'épuration (STEP) suisses consomment un total de 0,5 TWh d'électricité par an auquel s'ajoute 0,1 TWh de carburants fossiles.⁸

- Ces besoins correspondent à 66 kWh/an ou à une puissance (électrique) de 7,5 W par habitant (pour un taux de raccordement de 97%); la consommation nette des STEP est amoindrie par leur propre production d'électricité à partir du biogaz émis lors de l'épuration (env. 0,1 TWh pour l'ensemble du parc). Les capacités d'autoproduction des STEP sont encore loin d'être exploitées: les experts estiment que cette production pourrait être doublée voire triplée si toutes les potentialités étaient utilisées.⁹
- La prolongation des chaînes d'épuration par une étape d'élimination des micropolluants par ozonation produit un surcoût énergétique d'env. 15%, soit un passage de 7,5 à 9 W par habitant,¹⁰ si rien n'est entrepris pour limiter la consommation (améliorations techniques, efficacité énergétique etc.).

Production d'eau chaude

- La grande majorité de l'énergie consommée dans le domaine de l'eau est liée à la production d'eau chaude sanitaire qui demande en Suisse près de 12,5 TWh/an (dont 2,5 TWh d'électricité – appareils domestiques de type lave-vaisselle ou lave-linge non compris).¹¹ Ce chiffre correspond à une puissance de 180 W par personne, dont 37 W sous forme électrique. Ces besoins pourraient être réduits par des économies d'eau, une augmentation de l'efficacité énergétique et une substitution des énergies fossiles et électriques par le solaire thermique, la géothermie ou d'autres énergies renouvelables.

Dessalement de l'eau de mer / Réutilisation des eaux usées

- Coût énergétique du dessalement de l'eau de mer : La technologie la plus couramment utilisée actuellement, l'osmose inverse, consomme environ 4 kWh par m³ d'eau traitée. Des méthodes plus économes émergent (électrodialyse: 1,5 kWh/m³; minimum théorique: 0,86 kWh/m³).¹² Le recyclage des eaux usées pour la production d'eau potable demande environ 60% d'énergie en moins que le dessalement suite à la moindre pression osmotique des effluents d'épuration utilisés.

Altérations des ressources et écosystèmes aquatiques suite à la production d'énergie

Mis à part les impacts de l'exploitation hydroélectrique, les ressources hydriques et les milieux aquatiques subissent aussi les effets d'autres formes de production énergétique.

- Extraction du gaz naturel: Pour l'extraction du gaz de schiste, de grandes quantités d'eau en partie mélangées à des produits chimiques sont injectées sous pression dans le sous-sol pour provoquer une fracturation de la roche qui le renferme. Cette eau peut polluer les eaux souterraines et superficielles en remontant. Le même problème se pose pour l'extraction du gaz naturel de charbon où la menace environnementale réside dans la charge en sels de l'eau en circulation.^{13, 14}
- Refroidissement: La climatisation des locaux et le refroidissement des générateurs et des centrales nucléaires font très souvent appel à de l'eau de mer ou fluviale. La restitution de cette eau chauffée provoque une augmentation artificielle de température dans les milieux récepteurs pouvant induire une modification de leur faune. En Suisse, la législation sur la protection des eaux n'autorise ces restitutions que si le réchauffement qu'elles entraînent ne dépasse pas 3°C après mélange (1,5 dans la zone à truites) et si la température atteinte dans le cours d'eau reste inférieure à 25°C.¹⁵ En période de canicule ou de basses eaux prolongées – deux situations amenées à se produire plus fréquemment suite au dérèglement climatique – un arrêt des centrales peut être nécessaire.
- Biocarburants: La fabrication de carburants (éthanol, biodiesel) à partir, notamment, de maïs et de colza demande de grandes quantités d'eau (environ 500 l par l de carburant) et des apports d'engrais et de pesticides.^{16, 17} Les besoins en eau douce dans le monde pourraient ainsi augmenter de 1000–1900 km³, soit 2000 fois la consommation annuelle de la Suisse, d'ici 2030 suite à cette production.¹⁸

Energie grise

Les infrastructures d'assainissement et d'eau potable renferment une certaine quantité d'énergie correspondant à celle qui a été nécessaire à leur construction et à l'extraction des matières premières dont elles sont faites.

Les investissements consentis dans 34 pays de l'OCDE totalisant 1,2 mds d'habitants en donnent une idée :

- Investissements pour la production et la distribution d'eau potable et le traitement des eaux usées: besoins 2007-2025: 1040 Mds US\$ /an; investissement effectif actuel : 580 Mds US\$¹⁹.

En Suisse:

- La valeur de remplacement des infrastructures d'assainissement et d'eau potable est évaluée à 218 milliards de francs. Le système d'assainissement comprend à lui seul 87 000 km de canalisations, 750 stations d'épuration centrales et plus de 3000 petites STEP.⁶ Si on considère que la quantité d'énergie grise primaire contenue dans 1 million de francs d'infrastructure est d'environ 400 MWh et que la durée de vie des installations est de l'ordre de 50 ans, la part annuelle de l'énergie grise primaire est de 1,7 TWh soit 220 kWh, ou 25 W, par habitant. Même si ces valeurs ne peuvent être directement comparées à l'énergie consommée pour l'exploitation des installations, elles montrent bien le potentiel d'économie résidant dans une amélioration de la planification et du dimensionnement des infrastructures.

Possibilités d'action

Production d'énergie

- Récupération de chaleur: La chaleur relative des eaux usées, phréatiques ou lacustres peut être utilisée pour des systèmes de chauffage par le biais de pompes à chaleur. Le potentiel thermique des eaux usées suisses est ainsi estimé à 300 MW (40W d'énergie primaire par habitant), ce qui permettrait de chauffer 200 000 maisons individuelles²⁰ ou de remplacer 3 % des combustibles fossiles utilisés en Suisse. Une petite partie de ce potentiel est aujourd'hui exploité dans plus de 80 centrales de chauffage qui récupèrent déjà la chaleur des effluents émis par les stations d'épuration grâce à un système de pompes à chaleur. A Schlieren (ZH), le centre postal de Zürich-Mülligen est déjà chauffé par l'énergie thermique récupérée sur les eaux usées et le réseau de chaleur de la commune permettra à terme d'économiser 5 millions de litres de fuel par an ou d'alimenter l'équivalent de 9000 logements Minergie.²¹ L'Eawag a étudié les possibilités de limitation des pertes de rendement dues à la formation progressive de biofilms dans les échangeurs de chaleur travaillant avec les eaux usées.
- Turbinage de l'eau potable: Une réduction de la pression dans les réseaux d'eau potable permettrait de produire de l'électricité. La Suisse compte aujourd'hui une centaine de centrales de turbinage d'eau potable et l'Office fédéral de l'énergie estime à 0,06 TWh le potentiel non encore exploité dans le pays, soit la consommation de 20 000 ménages.
- Extraction du méthane du lac Kivu – un cas particulier: Le lac Kivu, entre le Rouanda et la République du Congo, renferme près de 60 km³ de méthane. Cette ressource livrerait 300 MW par an pendant 50 ans et plusieurs centrales pilotes sont déjà à pied d'œuvre pour l'exploiter. L'Eawag s'investit dans la surveillance de l'extraction du méthane et de la stabilité des couches du lac. En effet, un dégagement incontrôlé des gaz du lac (près de 300 km³ de CO₂ en plus du méthane) s'avèrerait catastrophique.

Amélioration de la gestion de la ressource hydrique

- Le meilleur moyen d'économiser l'énergie nécessaire au pompage et à la potabilisation de l'eau est encore de faire un usage raisonné de l'eau potable et en particulier de l'eau chaude et d'éliminer les fuites dans le réseau de distribution. Au terme d'un projet réalisé avec l'Eawag, la commune de Gordola dans le Tessin a ainsi pu réduire sa consommation d'environ 120 000 kWh par an et éviter l'extension des capacités de stockage initialement prévue.²² Par ailleurs, des mesures d'incitation aux économies d'eau ont été mises en place : tarifs progressifs, plages horaires d'interdiction, étalement des activités fortement consommatrices (remplissage des piscines par ex.) etc.
- Des économies importantes peuvent être réalisées au niveau de l'irrigation: le goutte-à-goutte nécessite nettement moins d'eau car il permet d'éviter l'évaporation qui se produit lors de l'aspersion. (Une petite comparaison: Moins de 7% des terres sont irriguées „intelligemment“ aux USA contre 60% en Israël. ²³)
- Les activités fortement consommatrices d'eau comme l'entretien des jardineries ou le stockage du bois par voie humide peuvent utiliser de l'eau brute de mer ou de rivière ou encore de l'eau de pluie collectée sur place dans la mesure où sa qualité est suffisante pour satisfaire aux besoins.

Efficacité énergétique

- Grâce à l'emploi de nouvelles technologies, le coût énergétique du dessalement de l'eau de mer a pu passer de 8 kWh/m³ en 1980 à moins de 2 kWh/m³ actuellement.
- Une nouvelle technique économe en énergie étudiée à l'Eawag pourrait permettre de produire de l'eau potable directement chez les utilisateurs à partir d'une eau brute polluée prélevée en lac ou en rivière en assurant son épuration par un système de membranes fonctionnant par simple gravitation.
- L'efficacité énergétique des stations d'épuration a pu être fortement améliorée ces dernières années, notamment au niveau de l'aération: mise en œuvre du procédé Anammox pour l'élimination de l'azote dans les liquides surnageants²⁴, recyclage des nutriments et production de fertilisant par stripping²⁵, réduction des émissions de gaz à effet de serre, notamment de N₂O, dans l'épuration²⁶. Malgré une complexification des traitements assurés par les STEP, leur consommation d'électricité a pu être réduite de 25% au cours des dix dernières années.
- Production d'eau chaude ou de froid par conversion photothermique de l'énergie solaire. Isolation thermique des cumulus et des canalisations d'eau chaude.

Octobre 2011

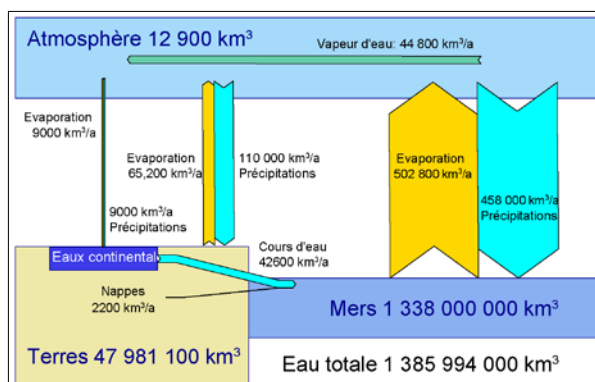
Contact: Andri Bryner, Responsable médias de l'Eawag, medien@eawag.ch; 058 765 51 04

Page web de l'Office fédéral de l'énergie sur le programme « SuisseEnergie pour les infrastructures » :
<http://www.bfe.admin.ch/infrastrukturanlagen/index.html?lang=fr>

Annexe:

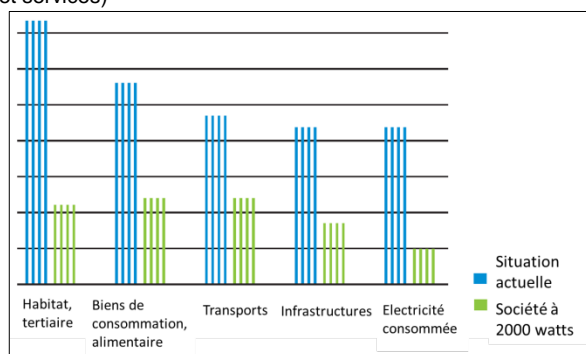
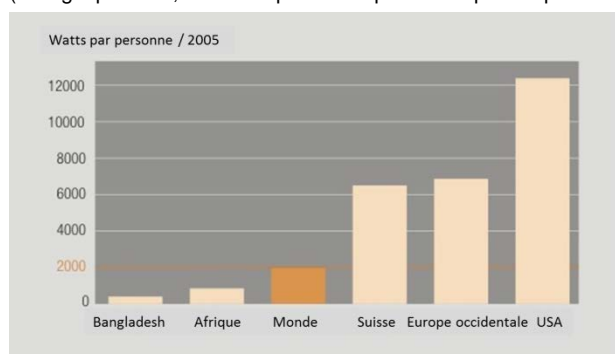
Le cycle planétaire de l'eau

Chaque année, 577 000 km³ d'eau s'évaporent dans l'atmosphère en consommant 422 millions de TWh. En comparaison, l'énergie consommée par l'humanité n'est „que“ de 130 000 TWh/an. L'eau est d'autre part le vecteur des échanges entre les mers et océans du monde. Cette circulation à l'échelle planétaire de masses colossales d'eau et de chaleur est régie par le réchauffement et le refroidissement, l'évaporation et la condensation des eaux les plus superficielles, mécanismes dépendants de la température et de la densité, ou salinité, de l'eau. La quantité d'énergie pouvant être tirée sans perturber le système des courants marins, des vagues et des marées n'a pas encore été évaluée. Des prototypes de centrales sont déjà en service mais ne sont pas encore exploités dans une perspective de rentabilité.²⁷



Situation actuelle et objectifs de la société à 2000 watts:

(Energie primaire, sans compter les importations par les produits et services)



<http://www.novatlantis.ch>

Répartition approximative de la consommation en Suisse / UGZ Zurich; 2007

Sources

- 1 Statistique globale suisse de l'énergie 2010, OFEN: http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00541/00542/00631/index.html?lang=fr&dossier_id=00763
- 2 Résultats statistiques des services des eaux en Suisse 2010, SSIGE
- 3 Wasserversorgung 2025 – Vorprojekt, Eawag (Hrsg.) 2009
- 4 Energie dans les réseaux d'eau; Guide pour l'optimisation des coûts énergétiques et de l'exploitation. Office fédéral de l'énergie, SSIGE, 2004
- 5 Consommation d'eau dans les ménages, SSIGE, OFEFP, Fiche d'information 2001
- 6 Zustand, Kosten und Investitionsbedarf der schweizerischen Abwasserentsorgung. Maurer M. Herlyn A., Eawag, Bafu (2006)
- 7 Ofev: <http://www.bafu.admin.ch/gewaesserschutz/01295/index.html?lang=fr>
- 8 Energie in ARA, Leitfaden zur Energieoptimierung auf Abwasserreinigungsanlagen, VSA, 2008
- 9 Erneuerbare Energien in der Schweiz – Potential (ARA, KVA, WV) und politische Weichenstellungen, Kernen M., Müller E.A.; gwa 3/2006
- 10 Ozonung von gereinigtem Abwasser, Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf, Eawag/Bafu 2009
- 11 BFE 2010: Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2009, nach Verwendungszwecken
- 12 <http://www.desware.net/desa4.aspx>
- 13 http://www.elementsmagazine.org/toc/toc_v7n3.pdf (article by Gregory et al.)
- 14 <http://waterquality.montana.edu/docs/methane/cbmfag.shtml>
- 15 Annexe 3.3. Ordonnance sur la protection des eaux, RS 814.201
- 16 Energy Demands on Water Resources; Report to Congress; U.S. Department of Energy; December 2006;
- 17 http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12039
- 18 CAOBISCO Brüssel 2007;
- 19 Les infrastructures à l'horizon 2030; OECD 2007
- 20 Eawag 2009 : Wärmerückgewinnung aus Abwasser (Wanner et al.)
- 21 Heizen und Kühlen mit Abwasser, Ratgeber für die Planung, Bewilligung und Realisierung von Anlagen zur Abwasserenergienutzung, Awel/ZH 2010
- 22 <http://www.eawag.ch/medien/bulletin/20100107/index>
- 23 <http://ga.water.usgs.gov/edu/irdrip.html> et http://www.businessweek.com/technology/content/dec2005/tc20051230_495029.htm
- 24 http://www.eawag.ch/forschung/eng/schwerpunkte/abwasser/nitrations_anammoxprozess
- 25 <http://www.eawag.ch/forschung/eng/schwerpunkte/abwasser/luftstrippung>
- 26 http://www.eawag.ch/forschung/eng/schwerpunkte/abwasser/dynamik_lachgasemissionen
- 27 Data: UNEP, 2008; Vital Water Graphics (flux) and Unesco (2009); World Water Assessment Programme (volumes)