

# L'exposition de l'eau

GROUPE 5

Qianyi CHEN & Siqi HE

Chen XIONG, Weiwei WANG, & Yuan ZHUANG

Shuai HOU & Siwei ZHANG

# L'EAU

"Qui vient de l'eau retourne à l'eau."

1. L'eau est la vie
2. Le recyclage de l'eau
3. Le futur de l'eau

# I. L'eau est la vie



Qianyi CHEN & Siqi HE

L'eau est à l'origine de la civilisation humaine. L'existence de l'eau permet à la vie de continuer. La civilisation de l'eau traverse la terre entière. Alors pourquoi l'eau? Quelle est l'utilisation de l'eau? La forme de l'eau est-elle liée à la vie?



- Les êtres vivants sont constitués d'eau

*[https://www.teteamodeler.com/  
ecologie/biologie/ecosysteme/  
eau2.asp](https://www.teteamodeler.com/ecologie/biologie/ecosysteme/eau2.asp)*



- **Eau est à l'origine de toute vie**  
*L'eau est apparue sur terre il y a environ 4 milliards d'années et depuis son volume est resté constant. C'est toujours la même eau qui circule, se transforme et se recycle en permanence.*

*La vie est apparue sur terre il y a environ 3 milliards d'années dans l'eau. La vie s'est développée, elle a évolué et elle s'est diversifiée dans des formes de plus en plus complexes uniquement dans le milieu aquatique. Seuls les algues et les poissons existaient. Il y a que depuis 400 millions d'années que la vie s'est adaptée au milieu terrestre sans jamais pouvoir se passer d'eau.*

- Eau est à l'origine de toute vie

*<https://www.science-et-vie.com/questions-reponses/pourquoi-l'eau-est-elle-source-de-vie-10285>*



*"L'eau n'est pas nécessaire à la vie, elle est la vie". Antoine de Saint-Exupéry a résumé en une phrase l'essence même de l'eau : elle est à la fois le creuset originel et l'élément primordial de la vie. C'est dans l'eau des océans primitifs, il y a plus de 4 milliards d'années, que sont apparus les premiers micro-organismes qui, évoluant au fil du temps, ont essaimé et colonisé notre petite planète : un désert inerte à ce moment-là. Comment un tel miracle a-t-il pu se produire ?*

# L'eau dans la culture

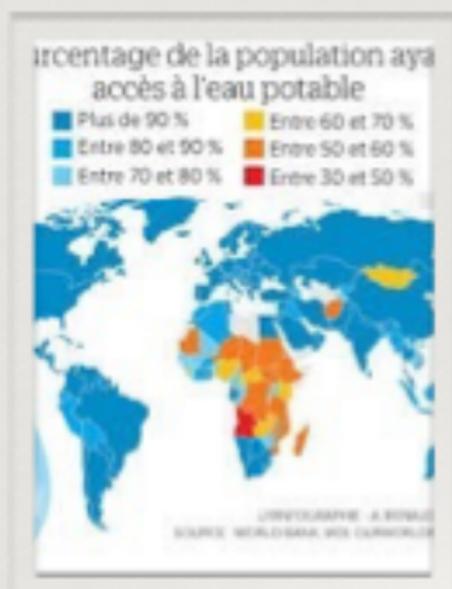
- [https://  
www.benchaabane.com/L-  
eau-c-est-la-vie\\_11569.html](https://www.benchaabane.com/L-eau-c-est-la-vie_11569.html)
- [http://  
www.ledeveloppementdurable.  
fr/eau/poster/14.html](http://www.ledeveloppementdurable.fr/eau/poster/14.html)



Généralement l'eau fascine depuis toujours les artistes. Elle a souvent été utilisée par l'Aquatique Show International, qui joue avec l'eau et qui est passé maître dans l'art d'accorder les lumières, la musique et les eaux en mouvement. Elle est aussi un élément indispensable pour certains sports où elle est l'élément principal comme pour la natation synchronisée où la nageuse joue avec l'eau pour lui faire faire des mouvements harmonieux. L'eau est également bien présente sur les scènes de théâtre, d'opéra, de ballet, dans le music-hall, dans les cirques, ainsi que les concerts qui cherchent à reproduire les sons de l'eau car ils sont plus nombreux qu'on ne le pense. Malgré tous les défis que l'eau demande, beaucoup ont relevé ce défi pour la beauté d'un élément qui provoque tant de rêves mais également de nombreux cauchemars pour le monde.

- Les conséquences de ce non accès à l'eau

*<https://www.plan-international.fr/info/actualites/news/2015-03-20-leau-cest-la-vie-journee-mondiale-de-leau>*



*A l'occasion de la Journée Mondiale de l'eau,  
rappelons que plus de 2 milliards de personnes dans  
le monde n'ont toujours pas accès à l'eau potable et à  
l'assainissement, entraînant des conséquences  
dramatiques sur la santé et la vie des populations.*

## II. Le recyclage de l'eau

---

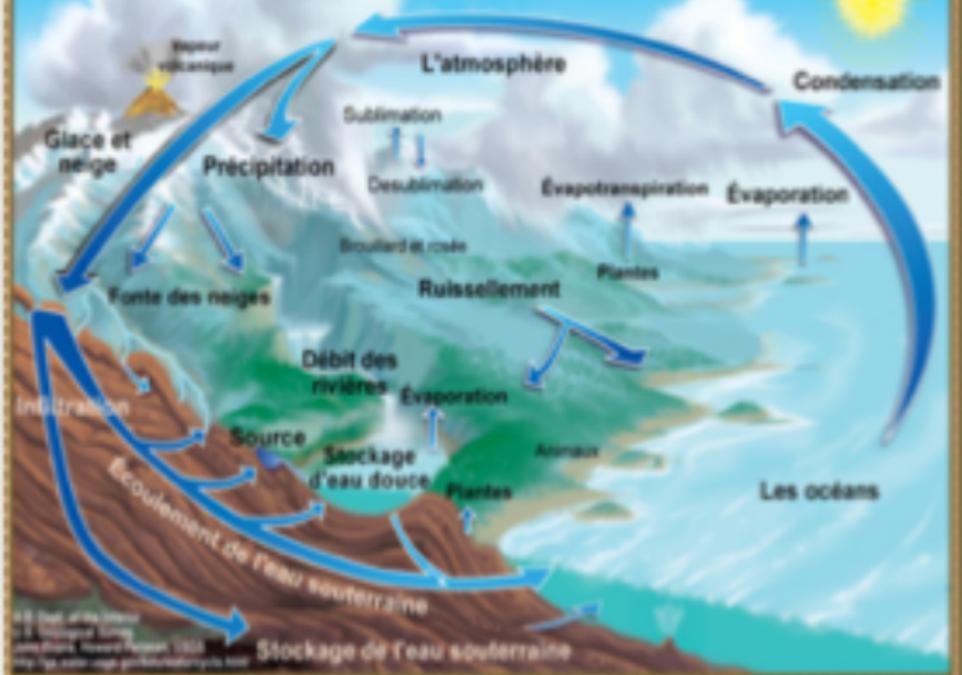
Chen XIONG,  
Weiwei WANG,  
& Yuan ZHUANG

## Le cycle de l'eau

*Le cycle de l'eau (ou cycle hydrologique) est un phénomène naturel qui représente le parcours entre les grands réservoirs d'eau liquide, solide ou de vapeur d'eau sur Terre: les océans, l'atmosphère, les lacs, les cours d'eau, les nappes d'eaux souterraines et les glaciers. Le « moteur » de ce cycle est l'énergie solaire qui, en favorisant l'évaporation de l'eau, entraîne tous les autres échanges.*

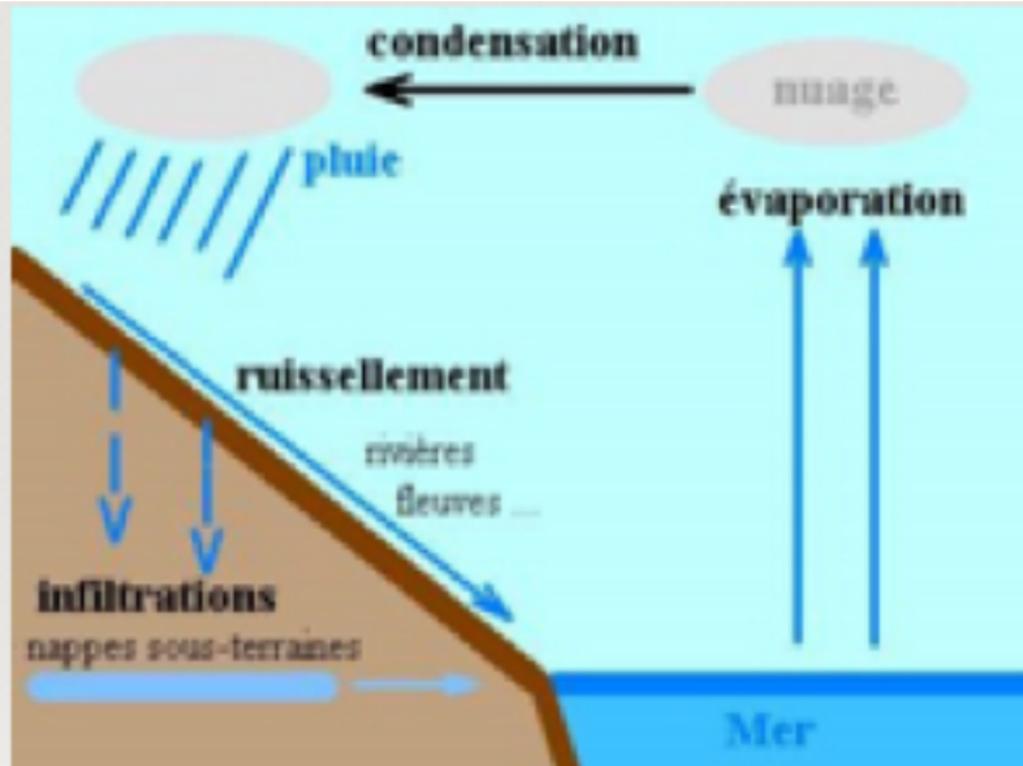
*La science qui étudie le cycle de l'eau est l'hydrologie. Elle peut se décomposer en hydrogéologie, hydrologie de surface, hydraulique urbaine, etc.*

# Le cycle de l'eau



## Les 3 phases du cycle de l'eau

- *Le cycle de l'eau se décompose en 3 phases essentielles:*
- *Évaporation: sous l'action de l'énergie solaire qui réchauffe la surface de la Terre, de l'eau s'évapore de la mer sous forme de molécules. Les courants d'air chauds sont ascendant (du bas vers le haut) et entraînent avec eux ces molécules.*
- *Condensation: en prenant de l'altitude, les molécules d'eau vont se refroidir et former des nuages. Lorsque le rassemblement de molécules d'eau est suffisamment important, des gouttes se forment et il pleut.*
- *Ruissellement / Infiltrations: une partie de l'eau de pluie forme des cours d'eau (ruisseaux, rivières, fleuves ...); elle retourne directement à la mer ou reste stockée dans des retenues (lacs, étangs). L'autre partie*



- *Le cycle de l'eau aux échelles géologiques est plus complexe que le modèle ci-dessus. Au cours de sa longue existence, 4 milliards d'années, la Terre a perdu un quart de son eau. Si les molécules d'eau, H<sub>2</sub>O, sont trop lourdes pour s'échapper directement dans l'espace (voir échappement atmosphérique), elles peuvent se décomposer sous diverses actions chimiques et bio-chimiques en molécules d'oxygène et d'hydrogène (voir Méthanogenèse, photosynthèse). L'hydrogène, beaucoup plus léger, s'échappe facilement dans l'espace. La composition chimique de l'atmosphère joue donc un rôle important dans l'histoire de l'eau terrestre.*
  
- — *Économisez l'eau, protégez les ressources en eau, commencez par vous, commencez par tout le monde*

## Pourquoi développer le recyclage de l'eau

- *Avec la croissance explosive de la population de la planète et le développement et la diffusion de la culture matérielle dans le monde depuis la révolution industrielle, les problèmes de l'environnement et des ressources de la planète sont de plus en plus préoccupants et préoccupants.*
- *Diverses solutions ont été proposées pour résoudre les problèmes environnementaux de la planète, dont la plus actuelle est celle de l'écologie industrielle. Il prône la coordination et l'harmonisation des ressources, de l'environnement et du développement durable. Les procédés de production sont actuellement proposés pour réaliser une économie circulaire, c'est-à-dire une utilisation intégrée maximale des ressources et de leurs sous-produits et pour réduire ou éliminer la pollution.*

## État actuel du recyclage de l'eau

- ◆ *L'eau est une ressource naturelle essentielle dont dépend l'humanité et un atout précieux qui peut être recyclé. Dans le monde d'aujourd'hui, avec l'augmentation des êtres humains et l'augmentation de l'utilisation industrielle de l'eau, la demande de ressources en eau augmente également. De nombreux pays et régions du monde connaissent des pénuries d'eau. Par conséquent, le recyclage de l'eau est devenu une mesure importante pour atténuer la contradiction entre l'offre et la demande d'eau, et il est également devenu un enjeu important pour les gens d'étudier les ressources en eau.*

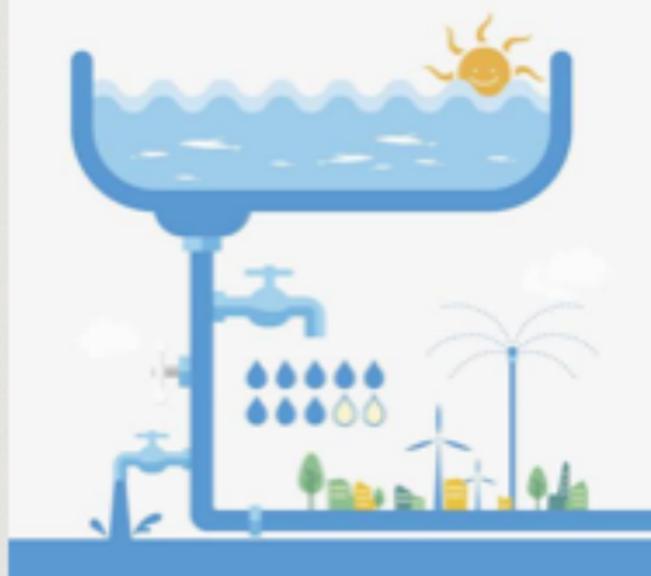




- L'eau recyclée fait généralement référence à l'utilisation secondaire de l'eau, c'est le traitement scientifique et approprié des eaux usées pour répondre aux normes applicables fixées par l'État pour l'utilisation dans certains aspects de l'eau. L'eau recyclée a des normes strictes de qualité de l'eau. Elle collecte et traite non seulement les eaux usées urbaines, mais traite également de manière bénéfique la qualité de l'eau, comme l'eau de pluie extérieure, le drainage industriel et les eaux souterraines peu profondes. Elle est utilisée de manière appropriée dans les cas où la qualité de l'eau n'est pas trop élevée. L'émergence de l'eau récupérée a considérablement atténué la situation critique du manque de ressources en eau et constitue également un élément important de la réutilisation des ressources en eau.*

*A l'heure actuelle, la rareté de l'eau*

*et la pollution de l'eau font partie des préoccupations majeures de la population mondiale. Une attention particulière a été accordée à la recherche, au développement et à l'application de technologies pour l'utilisation durable des ressources en eau et la réutilisation de l'eau. Dans les pays développés, tels que l'Europe, les États-Unis, le Canada et le Japon, le taux de réutilisation de l'eau atteint 80 à 90%. La rivière du Nil, quant à elle, est recyclée 50 fois.*



# III. Le futur de l'eau

- 1. Le partage équitable de l'eau douce*
- 2. La conversion de l'eau de mer en eau potable*

Shuai HOU & Siwei ZHANG

*1. Le partage équitable de l'eau douce*

## *Le déséquilibre de l'eau douce*

Sur la planète bleue, l'eau douce va prochainement manquer à des milliards de personnes, jusque dans des régions du monde où les précipitations sont pour l'instant abondantes.

En 2050, la population mondiale atteindra probablement les 9 milliards ; parallèlement, le changement climatique réduira les ressources en eau, aux latitudes méditerranéennes tout au moins. Du fait de la démographie et de l'urbanisation croissante, près de 150 millions d'urbains des pays du Sud pourraient connaître des déficits en eau permanents et plus de 1,3 milliard des déficits saisonniers. L'eau pourrait aussi manquer localement dans les pays développés, là où le climat devient plus aride.

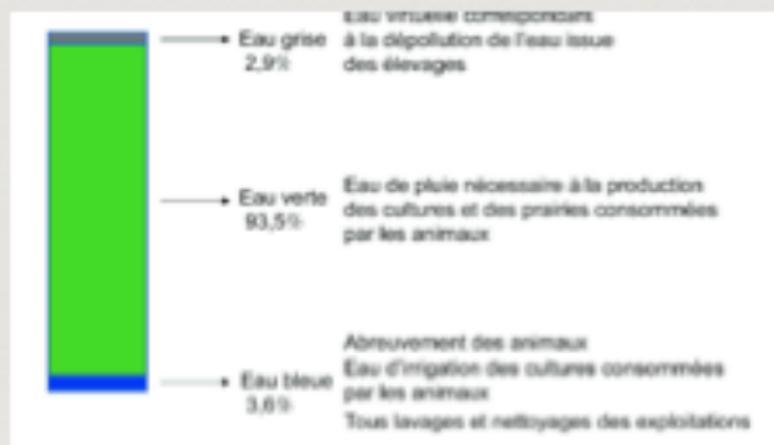
*Aurons-nous assez d'eau ? Et comment partagerons-nous cette ressource ?*

## *Trois types d'eau douce*

L'eau bleue, qui coule dans les rivières et dans les nappes souterraines, et qui est prélevable par pompage ;

L'eau verte, qui tombe du ciel, est stockée dans le sol et ensuite évaporée ou transpirée par la végétation, y compris par l'agriculture non irriguée ;

L'eau grise, qui est une mesure de la dégradation de la qualité de l'eau bleue produite par nos rejets polluants.



La moyenne mondiale de l'eau potable distribuée par jour est de 170 L par habitant, mais la qualité et le mode de distribution varient d'une région à une autre.

Environ 2 milliards d'habitants sont raccordés à un réseau d'eau traitée, généralement potable, distribuant de 150 à 600 L/j par habitant selon les pays. En revanche, 4 milliards de personnes ont accès à un réseau qui parfois ne fonctionne que quelques heures par jour, et le plus souvent fournit de l'eau non réellement potable, pour environ 100 L/j.

Avant de boire cette eau, certains préfèrent la faire bouillir, à moins qu'ils aient développé des résistances aux bactéries pathogènes, ou acheter de l'eau conditionnée en bonbonne, comme au Mexique ou en Indonésie.

Le dernier milliard n'a pas d'accès facile à l'eau potable, et s'approvisionne en eau souvent de piètre qualité, après avoir parcouru parfois plusieurs kilomètres, pour moins de 50 L/j. Cette mauvaise qualité de l'eau est responsable d'une mortalité de 1,8 million d'habitants par an, surtout des enfants de moins de 7 ans, et est à l'origine de gastroentérites hydriques touchant en permanence 400 millions de personnes.

*Le partage de l'eau*

Le « partage » de l'eau devrait **permettre à chaque être humain d'avoir accès non seulement à l'eau potable, mais aussi à l'assainissement**, car la non-élimination des eaux usées détériore l'état sanitaire des populations.

En 2000, les Nations unies ont estimé qu'un accès à l'eau et à l'assainissement pour tous nécessitait un financement des Pays en Développement à 160 milliards de dollars, dont 120 en subventions, les pays concernés n'ayant pas la solvabilité requise. L'aide publique n'est que de 4,5 milliards de dollars par an, et se ralentit avec la crise.

**L'augmentation de l'aide aux pays pauvres dans le domaine de l'eau devrait donc être la priorité absolue**, ainsi que la formation à une bonne gestion des services de l'eau.

Cependant, redoutant que cet objectif ne soit pas atteint, certains préconisent d'adopter **le modèle mexicain** d'un réseau d'eau traitée, mais non parfaitement potable, et d'une distribution parallèle en bonbonne d'eau potable (figure).



*Le problème majeur*

Le problème majeur est celui de l'eau agricole, soit près de 90 % de l'eau consommée. Déjà aujourd'hui, les pays situés en zones arides ne sont pas autosuffisants en production alimentaire. En 2050, des continents entiers, dont l'Asie et les zones arides, seront contraints d'importer leur nourriture, par manque d'eau et de sols cultivables (Académie des Sciences, 2011 ; Agrimonde, 2009).

Des pays pouvant produire plus que leurs propres besoins seront appelés à être solidaires, comme l'Amérique du Sud, les pays de l'OCDE, de l'ex-URSS... Les pays importateurs, pour payer ces achats, devront alors vendre des produits industriels, des ressources minérales et énergétiques (dont éventuellement l'énergie électrique d'origine solaire), du tourisme, des services... La solidarité passera aussi par la réduction des gaspillages et de la consommation de produits d'origine animale dans les pays riches, qui est excessive et grève lourdement le bilan alimentaire de la planète.

## *Les solutions*

La solution la plus évidente est d'abord les économies d'eau, notamment par la traque aux fuites des réseaux (entre 10 et 50 % de l'eau distribuée), et l'emploi d'appareils plus économes, comme des douches mêlant un flux d'air à l'eau... Il est également possible d'aller chercher de l'eau à très grande distance dans les régions bien arrosées. Les « châteaux d'eau » de la planète sont les hautes montagnes (Alpes, Hauts Plateaux éthiopiens, Himalaya, Cordillère des Andes...), car les précipitations y doublent tous les 2 000 mètres.



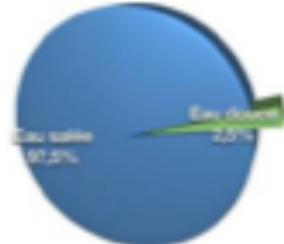
Ainsi la Chine va-t-elle transférer les eaux du fleuve Yang Tsé vers le nord et vers Beijing par des canaux de plus de 1 000 km. La France et l'Espagne avaient également étudié, il y a dix ans, un transfert de l'eau du Rhône jusqu'à Barcelone par un canal de 310 km, mais le projet a été jugé trop onéreux.

Une autre solution est de recycler les eaux usées après traitement et de les dédier à des usages spécifiques (irrigation, alimentation des chasses d'eau...), comme cela se développe dans différentes villes en Espagne, aux États-Unis... et de façon encore marginale en France.

Enfin, le dessalement de l'eau de mer est une alternative pour les villes proches des côtes. Son coût, en constante diminution, est actuellement de 0,70 €/m<sup>3</sup>, mais il dépend du prix de l'énergie, car il faut 3 à 4 kWh/m<sup>3</sup> pour dessaler l'eau de mer par osmose inverse, ce qui représente environ 36 % du coût. Environ 8 % de l'eau domestique mondiale est actuellement produite par dessalement, en croissance de 17 % par an.

## *2. La conversion de l'eau de mer en eau potable*

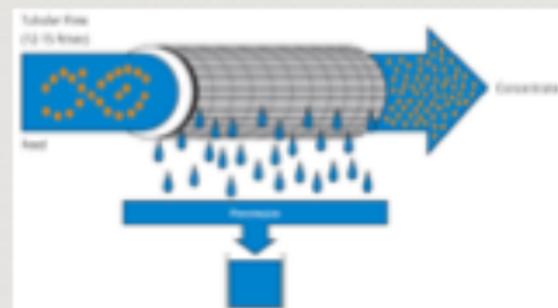
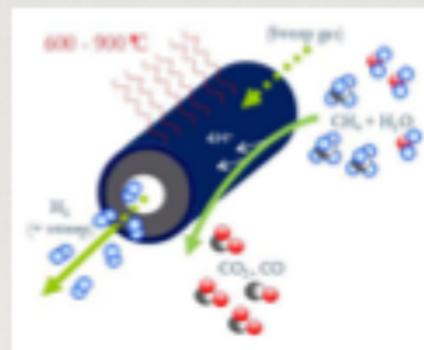
À peine 3% de l'eau présente sur Terre est douce, et la majeure partie de cette eau est inaccessible. Des solutions permettant de convertir l'eau de mer en eau potable sont plus que jamais indispensables.



L'eau salée des mers et océans représente 97% de l'eau sur Terre. "Et ce sel pose un gros problème", affirme Marjolein Vanoppen. Bio ingénieur, elle travaille à l'Université de Gand où elle mène des recherches sur la technologie d'eau industrielle et circulaire. "Au Moyen-Orient où l'eau de surface est rare, on applique depuis longtemps des techniques de distillation afin d'extraire le sel de l'eau. L'eau est bouillie sous haute pression, et la vapeur recueillie parfaitement potable. Cette solution fonctionne très bien mais exige énormément d'énergie. La production de 1.000 litres d'eau potable à partir de 2.000 litres d'eau de mer demande 15 à 30 kWh. À titre de comparaison, le Belge moyen consomme 2 à 4 kWh par jour."

Heureusement, il existe une solution plus efficace d'un point de vue énergétique : la technologie des membranes, basée sur l'osmose inverse. "Une paroi semi-perméable - la membrane - retient les molécules de sel" détaille

paroi semi-perméable – la membrane – etient les molécules de sel, détaille Marjolein Vanoppen. "Ceci étant, les orifices qui garnissent cette membrane sont si petits que l'eau salée ne la traverse pas naturellement. Il faut donc utiliser de grandes pompes très puissantes. Il est alors possible d'obtenir 500 litres d'eau potable à partir de 1.000 litres d'eau de mer, à condition de produire une pression de 60 bars. Et c'est énorme."



**Le principe de fonctionnement de la technologie des membranes**

La technologie des membranes est gourmande en énergie mais s'avère plus efficace que la technique de distillation. C'est pourquoi l'osmose inverse est plus souvent utilisée. Même au Moyen-Orient on obtient des

inverse est plus souvent utilisée. Même au Moyen-Orient, on obtient des quantités gigantesques d'eau de cette manière. En Australie où le manque d'eau devient de plus en plus criant, on a récemment construit une des plus grandes installations de déstalinisation au monde. En Europe, des pays comme Chypre et l'Espagne en sont de grands précurseurs.



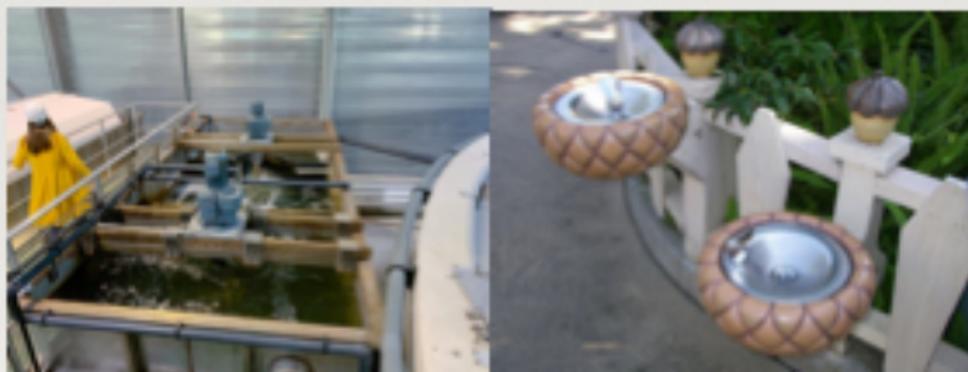
**Les installations de déstalinisation**

Des scientifiques comme Marjolein Vanoppen tentent de rendre la technologie plus durable. Elle a consacré une partie

tenir la technologie plus durable. Elle a consacré une partie des recherches qu'elle a conduites pour son doctorat à la combinaison d'osmose inverse et d'électrodialyse inverse. "Cette technique a été développée aux Pays-Bas aux endroits où des rivières se jettent dans la mer afin de produire de l'énergie durable. En la combinant avec l'osmose inverse, il est possible de produire de l'énergie. Un projet européen a été lancé afin de poursuivre le développement de cette technologie et de la commercialiser. Nous effectuerons dès cette année des tests dans des pays en développement sur plusieurs continents."

Outre le dessalage de l'eau de mer, on mise sur la réutilisation des eaux usées. Plus de 80% des eaux usées sont toujours rejetées dans l'écosystème, sans la moindre forme d'épuration ou de récupération. L'agriculture et le

monde économique prennent peu à peu conscience que l'eau potable n'est pas indispensable pour de nombreuses applications. À Disneyland, une installation épure les eaux usées des deux parcs d'attractions et de l'hôtel. Cette eau est ensuite utilisée notamment pour arroser le terrain de golf, remplir les bassins des attractions et refroidir la centrale énergétique interne.



Une installation épure À Disneyland

### Bibliographie :

<https://books.openedition.org/editionscnrs/10865>

<https://fr.slideshare.net/salikawtar/la-rutilisation-des-eaux->

uses-pures

<https://www.teteamodeler.com/ecologie/developpement-durable/ressources/eau/eau-douce.asp>

<https://bigccs.no/research/sp1-co2-capture/membrane-technology/>

<http://www.porexfiltration.com/learning-center/technology/tmf-industrial-wastewater/>

<https://www.lecho.be/publireportage/impact-2030/dans-le-futur-nous-boirons-de-l-eau-de-mer/10017404.html?openGallery=0-0>

<http://meettheworldinprogressland.blogspot.com/2009/02/got-water-part-1.html>