

LA MER A BOIRE

Introduction.....	1
I. Répartition de l'eau douce sur la planète.....	2
II. Un point sur la desalinisation.....	5
A. Un peu de technique.....	5
B. Inconvénients liés au dessalement.....	9
C. Utilisations de l'eau de mer dessalée.....	10
D. Pays concernés par l'exploitation de l'eau de mer dessalée.....	10
III. Un point sur les sources d'eau douce sous-marines.....	12
IV. Un point sur l'eau de mer profonde.....	15
A. Utilisations dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, de l'industrie... ..	15
B. Utilisations de "confort".....	16
C. Pays concernés par l'exploitation de l'eau de mer profonde.....	17
Glossaire.....	18
Sélection bibliographique – Médiathèque de La Cité de la Mer.....	19

Introduction

La Cité de la Mer, partenaire de la chaîne de télévision Planète Thalassa, a organisé, le 10 mars 2005, la projection du documentaire de Daniel Grandclément et René Chaffy "L'or bleu des profondeurs" au cinéma *Le Palace* à Cherbourg-Octeville. Ce dossier a été réalisé afin d'apporter un certain nombre d'informations économiques et techniques complémentaires.

Ce dossier est divisé en 4 parties :

- I. REPARTITION DE L'EAU DOUCE SUR LA PLANETE** avec les problèmes d'accès à l'eau douce pour les populations habitants les zones semi-arides ou arides de la zone côtière.
- II. UN POINT SUR LA DESALINISATION** (technique, inconvénients, utilisations et pays concernés)
- III. UN POINT SUR LES SOURCES D'EAU DOUCE SOUS-MARINE**
- IV. UN POINT SUR L'EAU DE MER PROFONDE** (utilisations et pays concernés)

Nota : Les mots indiqués d'un astérisque (*) sont définis dans le glossaire

I. Répartition de l'eau douce sur la planète

L'eau douce ne représente que 2,5 % du volume total d'eau sur la planète. Le tableau ci-dessous montre la répartition de l'eau douce et salée sur la planète.

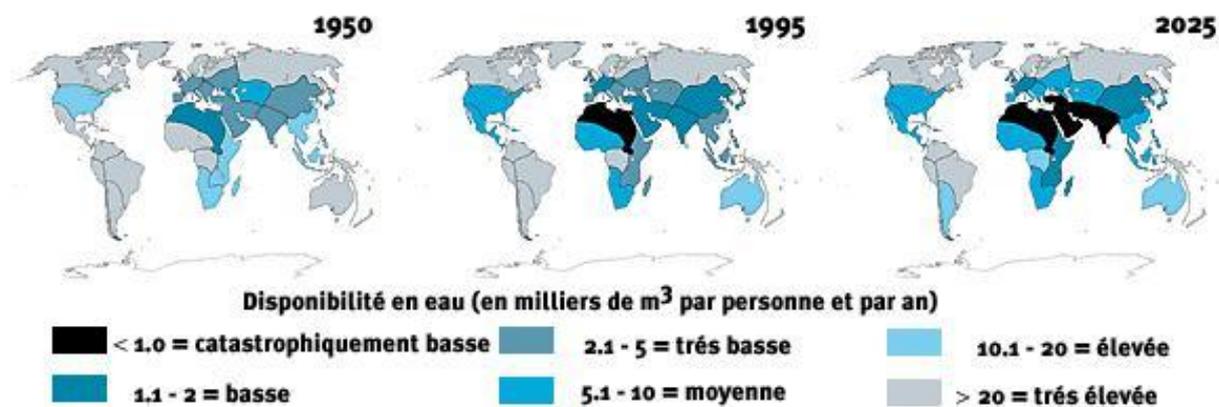
REPARTITION DE L'EAU DOUCE ET SALEE SUR LA PLANETE	km³	%
Eau douce	35 000 000 km³	2,5 %
Dont Glaciers et couverture neigeuse permanente	24 000 000 km ³	68,9 %
Eau souterraine	8 000 000 km ³	30,8 %
Lacs et réservoirs	105 000 km ³	0,3 %
Eau salée	1 365 000 000 km³	97,5%
Volume total d'eau	1 400 000 000 km³	100 %

Source : DIOP Salif, REKACEWICZ Philippe. Atlas mondial de l'eau : une pénurie annoncée. Paris : Éd. Autrement, 2003, 63 p.

L'eau douce est très inégalement distribuée. Certaines régions bénéficient d'excédents considérables, c'est le cas par exemple du Canada, du Chili, de la Nouvelle-Zélande ou de la Norvège où les disponibilités en eau dépassent les 50 000 m³ par personne et par an. D'autres, au contraire, souffrent de pénuries chaque année plus graves, c'est le cas des pays du Maghreb, du Golfe ou de l'Asie Centrale où les disponibilités en eau sont inférieures à 1 000 m³ par personne et par an. Ces régions vulnérables, souvent situées dans les pays en voie de développement, sont d'autant plus exposées que la croissance rapide de la population crée, sur les ressources en eau, une pression supplémentaire.

La carte ci-dessous montre qu'entre 1950 et 2025, le nombre de pays ayant une disponibilité en eau très basse, basse ou catastrophiquement basse (Afrique occidentale, Moyen-Orient...) augmentera fortement.

Le monde de la soif



Source : COLLECTIF (1999, février) "Eau douce: à quel prix ?" dans *Le courrier de l'Unesco* sur le site *Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (UNESCO)*.

Dans les pays industrialisés, chaque personne consomme environ 320 litres d'eau par jour (données 2001). Ainsi, un consommateur français utilise en moyenne de 100 à 150 litres d'eau par jour. Le tableau suivant montre la répartition des usages domestiques en France.

USAGES DOMESTIQUES	%
Bains, douches	39 %
Sanitaires	20 %
Lave-linge	12 %
Vaisselle	10 %
Alimentation	6 %
Jardin	6 %

Usages domestiques divers	6 %
Boisson	1 %
Total	100 %

Source : BALLIF Jean Louis Pascal. L'eau, ressource vitale. Paris : Johanet, 2001, 136 p.

Dans les pays en voie de développement, chaque personne utilise en moyenne 70 litres d'eau par jour.

On dit qu'une région souffre de **stress hydrique** lorsque ses ressources annuelles en eau sont inférieures à 1700 m³ par an et par personne. On parle de **pénurie d'eau** lorsque la quantité d'eau prélevée des lacs, des rivières ou du sous-sol est d'une telle ampleur que les ressources en eau, inférieures à 1 000 m³ par an et par personne, ne peuvent plus répondre ni aux besoins humains ni aux écosystèmes.

Dans le tableau ci-dessous, on constate qu'entre 1990 et 1996, 48% de la population d'Afrique subsaharienne n'avait pas accès à l'eau potable. En Asie de l'Est, ce sont 73% des habitants qui ne profitaient pas, sur la même période, d'un réseau d'assainissement.

Pourcentage de la population privée d'accès à l'eau potable et à l'assainissement, par région (1990-1996)		
Région	Eau potable	Assainissement
Afrique subsaharienne	48	55
Pays les moins avancés	43	64
Asie du Sud-Est et Pacifique	35	45
Asie de l'Est	32	73
Pays en développement	29	58
Amérique latine et Caraïbes	23	29
Etats arabes	21	30
Asie du Sud	18	64
Asie de l'Est (hormis la Chine)	13	-

Source: Rapport mondial sur le développement humain

En 2003, 450 millions de personnes étaient exposées à des pénuries ou à des stress hydriques. Le PNUE (Programme des Nations Unies pour l'Environnement) prévoit que, vers 2025, 3 milliards

d'êtres humains se retrouveront dans cette situation. En 2050, ce chiffre pourrait passer à 4 milliards, soit 40% de la population mondiale projetée à 9,4 milliards (estimation basse des Nations Unies).

Le problème de la ressource en eau douce est donc crucial pour une zone côtière où se concentrent une grande partie de la population mondiale (plus de 70% de la population du globe se répartissent sur une bande côtière de 80 km de large). Les aquifères* côtiers sont relativement bien connus mais ils sont loin d'occuper la totalité du littoral et de répondre à eux seuls à la demande. Par ailleurs, la qualité de l'eau est très variable (eaux saumâtres*, plus ou moins polluées) et leur gestion reste délicate car il s'agit d'éviter un abaissement trop important des nappes qui provoquerait des intrusions irréversibles d'eau de mer (phénomène de biseau salé*).

On est donc amené à envisager d'autres solutions comme la désalinisation de l'eau de mer ou l'exploitation de sources sous-marines d'eau douce.

II. Un point sur la désalinisation

A. Un peu de technique

La désalinisation peut-être effectuée selon plusieurs principes physiques : la **distillation** qui repose sur un changement de phase eau-vapeur, une séparation sel-eau faisant appel à des membranes semi-perméables où le moteur est soit la pression (**osmose inverse**), soit un champ électrique (**électrodialyse**).

La distillation

C'est le premier procédé qui a été employé. On chauffe de l'eau, et la condensation par refroidissement de la phase vapeur qui ne contient plus de sel produit de l'eau douce. Sous sa forme la plus simple (distillation à simple effet) c'est ce type de dispositif qui a tout d'abord été installé sur les bateaux : l'énergie pour le chauffage vient du diesel de propulsion ; le refroidissement est assuré par de l'eau de mer froide qui circule dans un échangeur ; des pompes récupèrent l'eau douce condensée et évacuent la saumure.

Pour de grandes installations, cette technique, coûteuse en énergie, a connu de nombreuses améliorations permettant de réutiliser une partie de la chaleur libérée par la condensation de la vapeur.

Deux systèmes occupent actuellement le marché : le système multflash et la distillation multi-étages. Dans le système multflash l'eau est portée sous pression à une température de 120°C. Elle est introduite dans une enceinte à pression réduite où se produit une vaporisation immédiate. Une partie est condensée sur un condenseur. L'eau qui a fourni de l'énergie pour la vaporisation cesse de bouillir pour se mettre en équilibre avec la pression de vapeur régnant dans l'enceinte. Elle passe

ensuite dans une deuxième enceinte soumise à une pression encore plus faible. Nouveau flash, nouvelle condensation, nouvelle enceinte où la pression est encore plus faible, etc. Une installation peut compter plusieurs dizaines d'étages flash.

Il existe deux autres systèmes : la distillation à multiple effet et la compression de vapeur. Pour cette dernière technique, on comprime la vapeur pour s'en servir comme fluide chauffant. C'est l'énergie électrique qui est utilisée pour la compression.

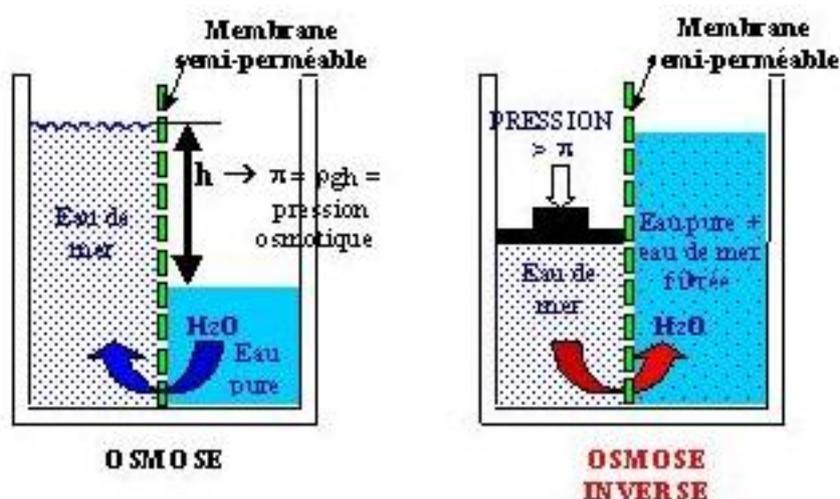
Les améliorations citées ont permis une diminution considérable de l'énergie nécessaire pour produire 1 m³ d'eau : 700 kWh thermiques pour le simple effet, 100 kWh thermiques pour les systèmes multflash ou multieffet, 10 kWh électriques pour les systèmes à compression de vapeur.

L'osmose inverse

Rappelons ici que l'osmose est, sous l'action d'un gradient de concentration, le transfert d'un solvant, ici l'eau douce à travers une paroi semi-perméable vers une solution concentrée (en chlorure de sodium par exemple).

Si l'on considère le système suivant constitué d'un récipient divisé en 2 parties contenant d'un côté, la solution concentrée et de l'autre, de l'eau douce, il y a un flux d'eau douce qui se traduit par l'abaissement du niveau du compartiment d'eau douce et l'élévation du niveau dans la partie concentrée. La différence de niveau correspond à la pression osmotique.

Si au lieu de laisser le processus se réaliser, on applique sur le liquide concentré une pression supérieure à la pression osmotique, on a cette fois-ci un flux d'eau douce dessalée dans l'autre sens. C'est ce phénomène qui est la base d'unités de dessalement par osmose inverse.



Source : RENAUDIN Viviane (2003, novembre). "Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres*" dans *Dossiers Chimie et question de société* sur le site *Culture Sciences chimie : site de ressources scientifiques pour les enseignants en chimie*. Page consultée le 21/05/2012. <http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/le-dessalement-de-leau-de-mer-et-des-eaux-saumatres-840>

Les installations de dessalement par osmose inverse travaillent généralement sous des pressions de 40 à 80 bars selon la salinité.

Cette technique a été améliorée par des procédés permettant de récupérer l'énergie du fluide sous pression à l'aide d'une turbine.

L'osmose inverse a été utilisée dès les années 60 par la NASA (National Aeronautics and Space Administration) pour les vols habités.

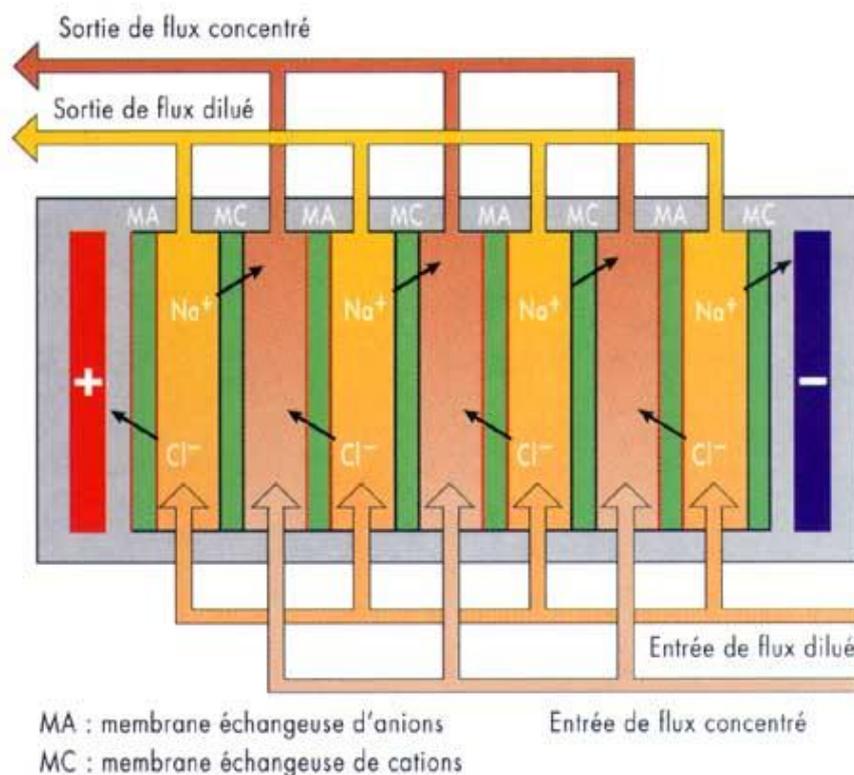
Simple dans son principe la désalinisation par osmose inverse nécessite un prétraitement efficace pour éliminer les particules en suspension (filtration par sable, filtration par cartouche), éviter le développement de microorganismes et empêcher la formation de précipités des carbonates.

Conçues pour résister à des fortes pressions, les membranes doivent être entretenues par des lavages réguliers pour empêcher des phénomènes de colmatages des pores.

L'électrodialyse

Le principe de l'électrolyse est bien connu. Les ions d'un sel dissous dans l'eau, comme le chlorure de sodium par exemple, déplacent sous l'action d'un champ électrique créé par deux électrodes trempant dans le liquide. Les ions positifs ou cations (par Na^+) sont attirés par l'électrode négative (ou cathode) tandis que les ions négatifs (Cl^-) sont attirés par l'électrode positive.

Dans l'électrodialyse, on intercale alternativement des membranes filtrantes soit imperméables aux anions et perméables aux cations, soit imperméables aux cations et perméables aux anions. On obtient ainsi une série de compartiments à forte concentration de sels et d'autres à faible concentration.



Principe de fonctionnement de l'électrodialyse

Source : CORBASSON Cécile, PONCERY Anaïs, CACHARD Sophie. "La désalinisation de l'eau de mer (électrodialyse)" dans *Exposés : Les applications de l'électrolyse sur le site La 3ème9 : une classe à projet scientifique*.

L'électrodialyse est bien adaptée aux eaux saumâtres dont la salinité est assez faible, inférieure à celle de l'eau de mer.

Les membranes utilisées en électrodialyse laissent passer les ions mais sont imperméables à l'eau. C'est exactement l'inverse pour les membranes utilisées en osmose inverse.

Outre le dessalement d'eau de mer, l'électrodialyse a d'autres applications dans l'agroalimentaire (traitement du lactosérum) ou la galvanoplastie*.

B. Inconvénients liés au dessalement

Le dessalement de l'eau de mer apporte une réponse aux besoins d'eau douce. Toutefois, quelque soit le procédé utilisé, il n'est pas sans inconvénients :

- ↪ Besoins énergétiques importants ;
- ↪ Rejet des saumures concentrées (et chaudes dans le cas de la distillation) en mer ou injectées dans le sol ;
- ↪ Emploi de produits chimiques pour nettoyer les membranes ;
- ↪ Traces de métaux lourds échappés des installations ;
- ↪ Aucune législation spécifique concernant la potabilité de l'eau issue de ces traitements.

Selon le rapport récent de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le coût induit par l'extension et l'entretien des services d'approvisionnement en eau augmente dans les pays de la Méditerranée orientale et de l'Asie occidentale. Le EMRO (Regional Office for the Eastern Mediterranean) reçoit des demandes de conseils sur la quantité minimale d'eau qui devrait être distribuée pour la consommation domestique ainsi que sur les questions propres aux opérations de désalinisation et à la qualité de l'eau. Par ailleurs, les systèmes d'approvisionnement en eau ne fonctionnent que par intermittence dans plusieurs pays, à cause des pénuries importantes d'eau douce, de l'insuffisance de l'entretien et de la médiocrité de la gestion. L'OMS préconise donc un plus grand contrôle de la qualité de l'eau de boisson, car la détérioration de la qualité de l'eau dans le système d'approvisionnement et les installations des ménages pour le stockage de l'eau survient même lorsque la canalisation de l'eau est assurée.

L'OMS a, en outre, publié un guide sur la qualité de l'eau de boisson qui fixe des normes à respecter dans ce domaine. En effet, les traitements de l'eau impliquée par le dessalement altèrent la qualité de l'eau (déméralisation). Une eau fortement déminéralisée est une eau extrêmement agressive pour le réseau de distribution favorisant la corrosion et donc la mise en suspension ou la dissolution de métaux.

C. Utilisations de l'eau de mer dessalée

L'utilisation vitale (boire, s'alimenter)

Dans certaines îles telles que les îles des Caraïbes (Saint-Martin, Saint-Barthélemy), les îles Canaries et de nombreuses îles de la Méditerranée, le développement touristique a créé un déséquilibre entre les faibles ressources naturelles suffisantes à la population autochtone et les besoins considérables et souvent saisonniers des touristes. Ainsi, à Las Palmas, sur la Grande Canarie, le demi million d'habitants recevait, 2 jours par semaine, de l'eau puisée dans de maigres nappes qu'ils devaient faire bouillir avant de boire. L'île volcanique voisine de Lanzarote, qui n'avait pas du tout d'eau, était ravitaillée par des bateaux citernes. En 2000, grâce au dessalement, 80% des besoins de Las Palmas étaient couverts et 100% à Lanzarote.

D. Pays concernés par l'exploitation de l'eau de mer dessalée

Selon les estimations, moins de 1% de l'eau potable mondiale est fourni par les 12 500 usines de dessalement dispatchées dans 120 pays.

Elles produisent 20 millions de mètres cubes par jour, soit 14 millions à partir de l'eau de mer et 6 millions à partir d'eaux saumâtres* (en 2001).

Répartition du potentiel de désalinisation dans le monde	%
Moyen-Orient	63%
Asie	
Amérique du nord	11%
Afrique	7%
Europe	7%

Dans un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) - sur les directives révisées pour l'eau de boisson dans le cadre de la prévention de maladies hydriques - datant de septembre 2004, plus de 60 % des installations de désalinisation sont situées dans les pays de la Méditerranée orientale et de l'Asie occidentale. Cela concerne le Moyen-Orient (Iran, Irak, Arabie saoudite...) ; l'Asie du sud (Afghanistan, Pakistan), l'Afrique occidentale et orientale (Egypte, Maroc, Tunisie,...).

85 % des usines de dessalement pratique la distillation. Dévoreuses d'énergie, les unités géantes de distillation sont, en général, implantées dans les pays producteurs de pétrole et gaz tels que le Koweït, les Emirats arabes unis et l'Arabie Saoudite. Ainsi, une unité de dessalement a été implantée au Qatar (7 000 mètres cube par jour).

Souvent l'unité de désalinisation est associée à une centrale de production électrique. Depuis quelques années, des unités d'osmose inverse se sont développées, associées ou non, à des installations de distillation existante. Ainsi, à Jebel Dhanna à Abu Dhabi, la société *Degrémont* appartenant au groupe Suez a construit une centrale de 160 millions de mètres cube par an dans laquelle l'osmose inverse assure une production de 62 millions de mètres cube par an. La centrale thermique a une puissance de 630 Mégawatts.

Certaines îles des Caraïbes, telles les îles de Saint-Martin, Saint-Barthélemy aux Antilles française ; l'île de Curaçao aux Antilles néerlandaises et de nombreuses îles de la Méditerranée (Malte) possèdent également des usines de dessalement utilisant le procédé de distillation.

La technique de l'osmose inverse est moins gourmande en énergie et les progrès technologiques font baisser le prix de l'eau. En effet, l'osmose inverse propose de 0,30 € à 0,91 € le mètre cube à la sortie d'usine contre 0,46 € à 1,83 € obtenu par distillation. Les premiers bénéficiaires de cette technique devraient être en Afrique, les zones hyperarides de la bande sahélienne ou de Namibie ; celles du Chili et de l'Asie centrale.

La crise de l'eau engendre des tensions entre les pays. Ainsi, sur la bande de Gaza, plus d'un million de personnes se pressaient à raison de 3 000 au km². Les palestiniens, tributaires de la gestion des israéliens, se plaignaient de recevoir trop peu d'eau et de mauvaise qualité. Les palestiniens ont alors pensé à construire une usine de dessalement mais ils n'en avaient pas les moyens financiers, tandis que les israéliens hésitaient à investir, préférant s'approvisionner en Turquie, via des bateaux-citernes. En 2002, la construction d'une usine de dessalement de l'eau de mer a débuté à Ashkelon, port d'Israël situé entre Tel Aviv et Gaza. Construite par *Veolia Water*, elle approvisionnera le sud d'Israël en eau potable et utilisera la technologie d'osmose inverse. La production sera de 50 millions de m³ par an ou l'équivalent de la consommation d'eau potable d'une ville d'environ 700 000 habitants.

Pour les pays sans pétrole, l'idéal serait d'avoir recours aux énergies renouvelables. Tel est le cas de l'Égypte qui cherche à utiliser le solaire pour actionner les pompes de petites unités d'osmose inverse. Cependant, il semble qu'il soit irréaliste de vouloir faire tourner de grandes usines aux énergies renouvelables. Cela nécessiterait des installations solaires ou éoliennes surdimensionnées, hors de prix et peu performantes.

Il est à noter qu'à mesure que le coût du dessalement baisse et que la demande en eau douce augmente, des pays des régions tempérées se tournent eux aussi de plus en plus vers le dessalement de l'eau de mer.

Ainsi, aux Etats-Unis, l'un des pays les plus riches en eau du monde, les responsables de la gestion de l'eau dans la région de la baie de Tampa, en Floride, ont entrepris la construction d'une usine de dessalement capable de produire 95 000 mètres cube d'eau dessalée par jour. Ils comptent sur le dessalement pour répondre aux besoins futurs en eau de la région.

En France, une unité est installée sur l'île de Sein, dans le phare. Elle est petite (environ 50 mètres cubes par jour) et subvient en été, aux besoins d'eau supplémentaires liés à l'afflux de touristes. Montée en 1975 et faisant appel à la technique de la distillation, elle fonctionne depuis 2003 par osmose inverse. Par ailleurs, une unité de 500 mètres cube d'eau potable par jour est installée sur le port de Rogliano sur le Cap Corse.

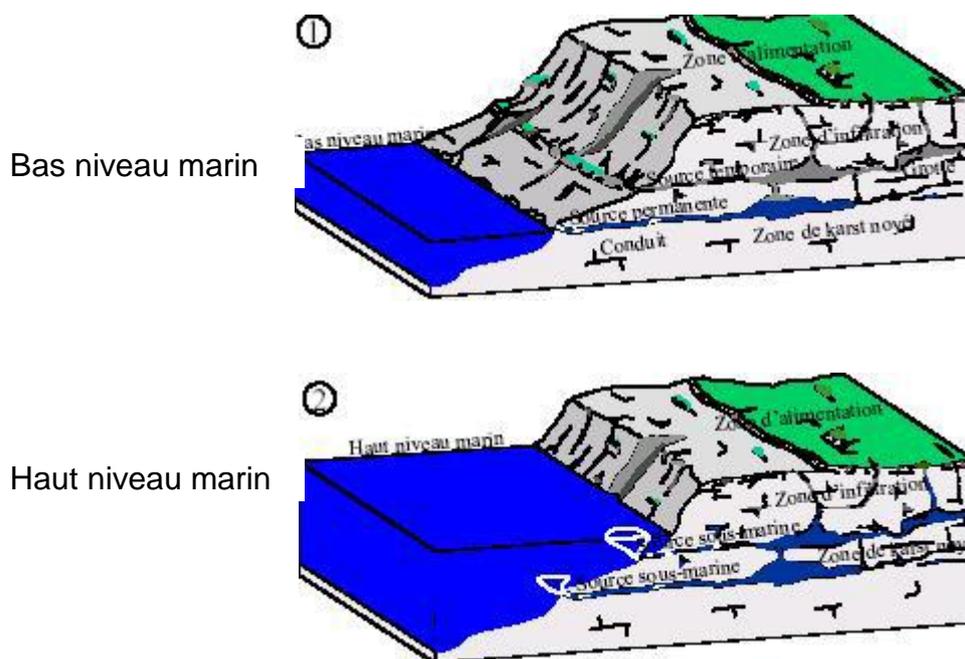
En 1982, la société SIDEM (qui fait maintenant parti du groupe *Veolia Water*) a fourni à EDF une unité de dessalement par évaporation. Entièrement électrique, cette unité fournissait 1 500 mètres cubes par jour. Elle a fonctionné quelques années sur le site nucléaire de Flamanville, dans la Manche, avant d'être vendue à une île située dans les Canaries. Les centrales électriques exportées par EDF s'accompagnent souvent d'unités de dessalement pour l'approvisionnement en eau d'appoint.

Enfin, notons le lancement, fin 2004, par *Thames Water* d'un programme de construction d'une usine de dessalement de l'eau de la Tamise. Elle pourra alimenter en eau douce 400 000 foyers britanniques.

III. Un point sur les sources d'eau douce sous-marines

Les eaux continentales se déversent dans l'océan par des écoulements de surface, qui proviennent soit d'écoulements souterrains qui émergent au fond de la mer de façon diffuse soit ponctuellement de sources.

Nous nous intéressons ici aux sources d'origine karstiques. Celles-ci peuvent exister le long des côtes calcaires. Un réseau karstique résulte de la pénétration d'eau de surface dans les fractures d'un massif calcaire. L'eau de pluie, acidifiée par le dioxyde de carbone contenu dans les sols, dissout la roche et aboutit à la construction progressive d'un réseau de conduits et de cavernes (par exemple le gouffre de Padirac et sa rivière souterraine dans le département du Lot). L'eau resurgit en surface au niveau le plus bas du massif. Dans la zone côtière, suivant les variations du niveau de la mer, les exutoires sont soit situés au-dessus de la mer, soit noyés.



Source : FLEURY, P. (2004) "Les sources d'eau douce sous-marines" dans *Actualités Internet* sur le site de l'UMR Hydrosciences de Montpellier.

Si les pressions le permettent (c'est-à-dire si la pression dans le conduit est supérieure à la pression de l'eau de mer à la profondeur de l'exutoire) l'eau douce sortira et remontera à la surface du fait de sa densité plus faible (due à son absence de salinité et à sa température) que celle de l'eau de mer environnante.

L'existence de ce type de source sous-marine d'eau douce était connue depuis l'Antiquité par les marins grecs et phéniciens, mais elle était considérée jusqu'à ces dernières années comme une curiosité de la nature. Les besoins vitaux d'une population côtière qui ne cesse d'augmenter ont modifié la donne.

Ces sources karstiques se trouvent un peu partout dans le monde et principalement le long des côtes méditerranéennes : sur les côtes françaises et italiennes, le long des côtes de Croatie, de Grèce, de Turquie, du Liban, de la Syrie, d'Israël et de la Libye.

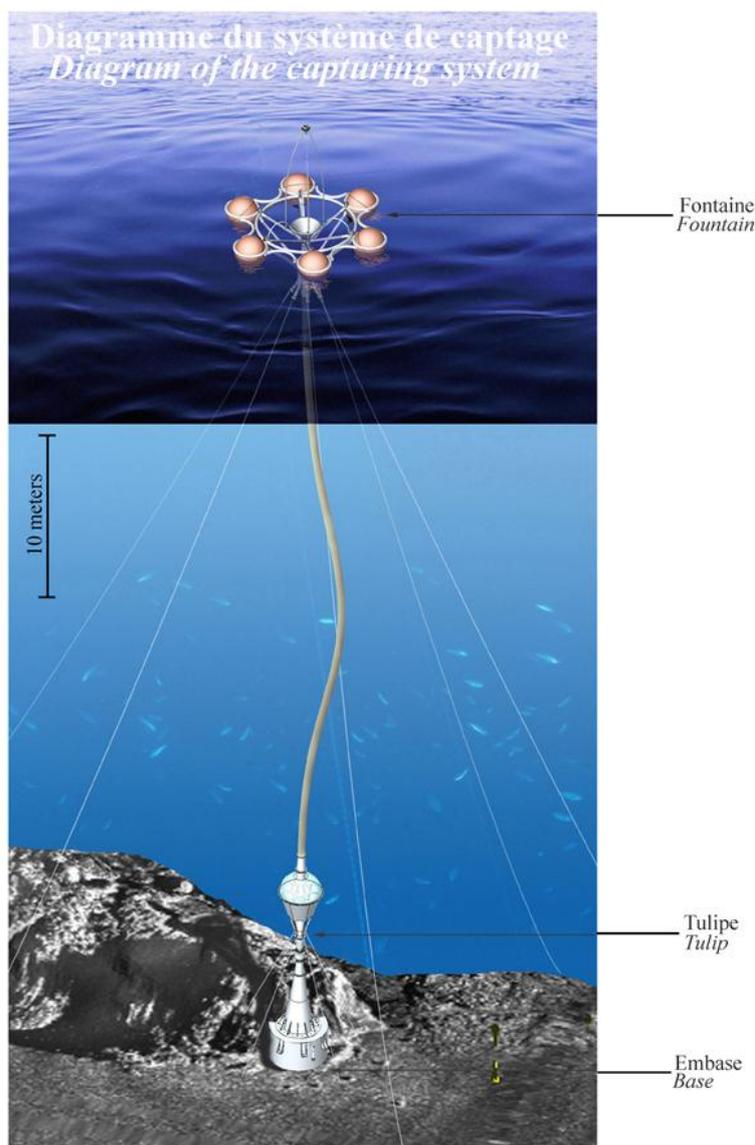
Les débits estimés actuellement peuvent pour certaines sources atteindre 0,1 m³ par seconde, soit 8,6 m³ par jour.

De nombreux travaux de recherche sont en cours pour détecter les sources (utilisation de thermographie aéroportée* ; mesure de la température et de la salinité par bateau), étudier le réseau de drainage karstique et son fonctionnement (les sources karstiques sont très influencées par le

rythme des saisons et les précipitations), comprendre le dispositif de récupération de cette eau douce qui doit être prélevée au plus près de sa source pour éviter un mélange avec l'eau de mer durant sa remontée en surface.

La société française *Nymphéa Water* s'est installée sur ce créneau et travaille en collaboration avec des organismes scientifiques. En effet, une bonne connaissance du réseau karstique est nécessaire car il s'agit d'eau d'origine terrestre qui peut être, surtout selon les saisons, plus ou moins polluées. Le mode de gestion est à définir.

Nymphéa Water a développé un système original de captage d'eau douce en pleine mer qui a été testé avec succès sur la source de la Mortola en juillet 2003.



Source : NYMPHEA WATER. Site consulté le 21/05/2012. <http://www.nymphaea.fr/fr>

Cette source se situe dans les eaux italiennes à proximité de la frontière franco-italienne par 36 mètres de profondeur, à 800 mètres de la côte. Son débit a montré d'importantes variations : de 80 litres par seconde durant l'été 2003, il a dépassé les 150 litres par seconde durant l'hiver 2003-2004. L'eau obtenue est légèrement salée et selon l'usage qui en est fait une désalinisation peut s'imposer. *Nymphéa Water* estime très compétitif le coût du mètre cube : inférieur à 1 euro.

IV. Un point sur l'eau de mer profonde

L'eau profonde se forme dans l'Atlantique Nord, essentiellement en mer de Norvège et en Antarctique surtout en mer de Wedell. Dans ces zones, l'eau de mer se refroidit et, plus dense, plonge vers le fond. Elle se déplace ensuite très lentement sous l'effet des courants de densité (circulation thermohaline*). Cette eau froide (la température de l'océan est stable en dessous de 1000 mètres : 4°C), est très peu polluée et riche en éléments nutritifs. Considérée avec intérêt depuis des dizaines d'années pour son utilisation dans un système de production d'énergie d'origine marine (énergie thermique des mers), elle trouve maintenant de nouvelles utilisations. Certaines sont bien au point, d'autres font encore l'objet d'études mais le marketing est déjà bien développé....

A. Utilisations dans les domaines de l'agriculture, de l'élevage, de l'industrie...

L'agriculture

Le refroidissement du sol par des canalisations d'eau de mer condenserait l'humidité atmosphérique ambiante au pied des racines des plantes. Le maintien d'un écart de température entre les racines et les feuilles des plantes (conditions printanières) provoquerait une stimulation continue de la pousse. Cette application est étudiée au Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority (NELHA).

L'aquaculture

L'eau de mer profonde est riche en nutriments, très stable du point de vue des caractéristiques physico-chimiques et dénuée d'agents pathogènes, donc bien adaptée à l'aquaculture. Elle commence à être au point pour l'élevage de morues en Norvège et elle est développée au Japon (crevettes, saumon). La truite, le carrelet, l'ormeau et certaines variétés d'huîtres sont également concernés.

Les revenus supplémentaires pour les centres d'élevage de poissons et de crustacés ou de production d'algues (pour des industries pharmaceutiques comme *Cyanotech* qui commerce la spiruline) utilisant cette eau pourraient être supérieurs à ceux générés par la vente de l'électricité.

L'industrie

L'eau est utilisée dans le cadre du refroidissement des centrales thermiques.

Par ailleurs, les petits états insulaires en développement (PIED) rencontrent souvent des problèmes dans la fourniture d'électricité, en raison de leur manque de ressources naturelles. En janvier 2005, dans le cadre de la Foire des innovations insulaires du Community Vilaj, l'Institut de l'Energie Océanique de l'Université de Saga (IEOUS) au Japon a présenté un modèle réduit de son Cycle Uehara, qui est le plus performant en matière de Conversion d'énergie thermique océanique (CETO). Le principe du système CETO est le suivant : il convertit l'énergie thermique créée par la différence de température entre l'eau en surface (de 25 à 30°C) et celle qui se trouve à 800 mètres de profondeur (de 5 à 8°C) en électricité. Par ailleurs, le Cycle Uehara, qui est un système hybride, dessale l'eau de mer pour offrir une fourniture d'eau fraîche quasi-intarissable.

La production de sel

Peu rentable avec de l'eau surface, la production de sel, activité liée au Japon, le devient avec de l'eau de mer pompée en profondeur. Le sel est ensuite vendu à des fabricants de produits alimentaires (chips, frites...).

La réfrigération des bâtiments

L'eau de mer à la sortie de la centrale reste froide (10°C). Elle pourrait assurer la climatisation des bâtiments aussi efficacement que les méthodes classiques et à des coûts inférieurs.

La production d'additifs alimentaires à base d'algues

B. Utilisations de "confort"

La consommation d'eau douce issue des profondeurs provoque un véritable engouement dans certains pays développés. Ainsi, sur la côte-est du Japon, à Muroto, un pipeline aspire 4 000 tonnes d'eau à 330 mètres de profondeur. Le responsable de la société *Deep Sea Water* spécialisée dans la commercialisation d'eau profonde en bouteilles explique qu'à la différence de l'eau de surface, l'eau pompée en profondeur est pure car sans bactéries. Et c'est un véritable succès au Japon : sur les 10 eaux les plus vendues, 3 sont issues de l'eau profonde. Leur prix est pourtant beaucoup plus élevé : 4 € la bouteille d'eau profonde contre 1 € pour la bouteille "traditionnelle".

L'eau de mer issue des profondeurs est également vantée pour ses vertus thérapeutiques (lutte contre la fatigue, les affections nasales) et est utilisée dans la cosmétique et la thalassothérapie.

La cosmétique

En cosmétologie, l'eau de mer aurait des capacités reminéralisantes, anti-infectieuse, anti-stress, anti-douleur et revitalisante.

La thalassothérapie

L'intérêt pour les vertus de la thalassothérapie s'étend à la fin du 19^{ème} et début du 20^{ème} siècle, avec les travaux de René Quinton, physiologiste français (1866-1925). Après avoir analysé la proximité de l'eau de mer avec la composition du plasma sanguin, il a appuyé l'hypothèse selon laquelle la vie est née dans l'eau de mer et a mis au point le plasma de Quinton, sérum injectable, qui rétablit le métabolisme perturbé des nourrissons. Il a créé des dispensaires marins où ont été soignés avec succès des nourrissons atteints de déshydratation aiguë.

C. Pays concernés par l'exploitation de l'eau de mer profonde

L'eau de mer profonde et son utilisation ne concernent pour l'instant que les pays développés : Japon, Etats-Unis, Norvège, Corée et sans doute bientôt la Chine et l'Inde.

Le Japon est le premier pays à avoir étudié, à la fin des années 70, les potentialités de l'eau de mer issue des profondeurs. Il a été suivi par Hawaï, actuellement deuxième producteur d'eau profonde.

Glossaire

Aquifère : nappe d'eau souterraine

Biseau salé : Partie d'un aquifère côtier envahi par l'eau salée (généralement marine), comprise entre la base de l'aquifère et une interface de séparation eau douce / eau salée : le coin d'eau salée est sous l'eau douce. L'intrusion d'un biseau salé au-delà d'une position naturelle de faible pénétration, est quasi systématiquement la conséquence d'une surexploitation de l'aquifère. Une diminution suffisante des exploitations, dans le cadre d'une gestion concertée par exemple, permet d'envisager un retour à la normale à moyen terme.

Circulation thermohaline : consulter le site

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosclim/motscles/savoirPlus/circulationT.html>

Eau saumâtre : mélange d'eau douce et d'eau de mer

Galvanoplastie : opération qui consiste à déposer par électrolyse une couche de métal sur un support conducteur (protection contre l'oxydation notamment)

Thermographie aéroporté : c'est une image (ou une carte) de température de la surface de la mer obtenue par un capteur placé (par exemple une caméra infrarouge) sur un avion ou un satellite.

Sélection bibliographique – Médiathèque de La Cité de la Mer

- Tous ces documents sont disponibles à la Médiathèque-



THEME : L'EAU

LES RESSOURCES EN EAU

ADULTE

LIVRES

Atlas mondial de l'eau : une pénurie annoncée / Salif Diop, Philippe Rekacewicz. - Paris : Autrement, 2003. - 64 p. - (Atlas/Monde).

Cet atlas présente les modes de consommation de l'eau et leur impact sur le milieu naturel, mais aussi l'ensemble des problèmes posés par la gestion "politique" de l'eau quand elle se raréfie : quelles sont les conséquences des activités humaines sur les ressources en eau et sur la qualité de cette dernière ? Quels effets sur la mer d'Aral ou le lac Tchad ?

L'eau, Res publica ou marchandise ? / dir. Riccardo Petrella. - Paris : La Dispute, 2003. - 219 p.
L'accès à l'eau tend à se dégrader : coup financier, pollution, rareté. Des spécialistes dressent le tableau mondial de cette situation, tentent de définir les droits d'accès à l'eau, et proposent une nouvelle définition d'un service public de l'eau.

L'eau, ressource vitale / Jean-Louis Pascal Ballif. - Paris : Johanet, 2002. - 136 p.
Ce livre présente l'origine et les étapes du cycle naturel de l'eau, les utilisations domestiques, urbaines, agricoles et industrielles, l'inégale répartition de l'eau dans le monde.

L'or bleu : l'eau, le grand enjeu du XXIème siècle / Maude Barlow, Tony Clarke, - Paris : Fayard, 2002. - 390 p.

Actuellement, un milliard et demi de personnes n'ont pas accès à une eau saine et propre. En dépit de cela, l'humanité continue de polluer, détourner, épuiser les réserves et les institutions internationales préconisent la privatisation et la marchandisation de l'eau. Les auteurs font un état des lieux et préconisent des solutions pour que l'eau soit accessible à tous.

REVUES

Gestion "durable" de la ressource en eau : les outils disponibles

In : Actu-environnement. – 2012 (18 mai 2012).

Article extrait du site internet <http://www.actu-environnement.com>

Le rapport "Mesurer l'Utilisation de l'Eau dans une Économie Verte" du Programme des Nations Unies pour l'environnement (Pnue) liste et analyse les outils disponibles pour accompagner la transition vers une gestion responsable.

La France va-t-elle vers la pénurie d'eau ? / Marielle Mayo.

in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 1077 : D'où vient notre sens moral ? (Juin 2007).

p. 44.

Dossier sur les ressources en eau de la France. L'été des mesures de restriction d'eau sont décrétées, pourtant l'Hexagone est richement pourvu en or bleu. La faute au réchauffement ? Plutôt aux usages... Le dossier comprend des articles sur le cycle de l'eau et le réchauffement climatique.

L'Australie, laboratoire des futures politiques de l'eau / Julie Chauveau.

in : Les Échos. - 2007. - (23 avril 2007).

Frappées par la sécheresse, les municipalités australiennes expérimentent toutes les techniques de production d'eau potable pour économiser la ressource. L'an dernier, le pays a perdu 1% de croissance par manque d'eau.

L'Australie au goutte-à-goutte / Florence Decamp.

in : Libération. - Paris : SARL Libération, 2006. - (11 septembre 2006).

Article extrait du site internet <http://www.liberation.fr>

Le scientifique, environnementaliste et écrivain australien Tim Flannery prédit que d'ici peu de temps, il n'y aura plus d'eau en Australie. En effet, les ressources en eau ne sont pas inépuisables, cela se fait déjà ressentir à Goulburn et Canberra où les politiques tentent de trouver des solutions pour faire face à la pénurie d'eau.

L'eau fait bien de plus en plus défaut.

in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2006. - N° 1064 : Le dossier Jésus (Mai 2006).

Faire le point sur les ressources en eau et dégager des axes prioritaires pour une meilleure gestion, tel est l'objet de l'édition 2006 du "Rapport mondial des Nations unies sur la mise en valeur des ressources en eau", réalisé par l'Unesco.

La guerre de l'eau aura-t-elle lieu ? / Christophe Doré.

in : Le Figaro. - Paris, 2004. - : La guerre de l'eau aura-t-elle lieu ? (21 août 2004).

Une pénurie d'eau potable qui fait basculer la planète dans le chaos... Des experts nous alertent avec ce scénario catastrophe. Pour d'autres, les solutions existent.

L'or bleu : mythes et réalités d'un monde en mutation / Olivier Echegu.

in : Bulletin d'études de la marine. - Centre d'Enseignement Supérieur de la Marine, 2004. - N° 28 : La sauvegarde maritime (Mars 2004).

L'eau reste la première source de vie sur terre et est au cœur de nos modes de vie, elle est donc un élément important de nos sociétés.

L'eau de tous les enjeux / Marie Pinhas

in : CNRS Info, n° 390, février 2001. Pages consultées le 16/05/2012

Ce dossier très complet comporte 5 parties : «L'eau au cœur des programmes du CNRS», «Eau et climat», «Traitement de l'eau», «Eau et environnement», «Eau et écologie», «L'eau dans le monde».

<http://www.cnrs.fr/Cnrspresse/eau/eau.htm>

SITES WEB

UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture) – Gestion durable de l'eau douce. Pages consultées le 19/05/2012.

Cet article traite de la priorité donnée par l'Unesco à l'accès pour tous à l'eau potable. Deux liens envoient vers le programme international des ressources en eau potable et sur le programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau.

<http://www.unesco.org/new/fr/rio-20/freshwater/>

UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture) - International Hydrological Programm. Pages consultées le 19/05/2012.

Site en anglais.

Cette page présente le programme de l'Unesco sur les ressources en eau potable dans le monde et leurs usages : historique, problèmes d'eau potable, solutions....

<http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/>

UNESCO (Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture) – Programme Mondial pour l'Évaluation des Ressources en Eau (WWAP). Pages consultées le 19/05/2012.

Ce site présente toutes les actualités concernant le programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau.

<http://www.unesco.org/new/fr/natural-sciences/environment/water/wwap/>

FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture). Site consulté le 16/05/2012

Site en anglais.

Ce dossier présente le lien entre eau et agriculture et donne une direction à suivre pour préserver les ressources en eau.

<http://www.fao.org/ag/aql/aqlw/aquastat/main/indexfra.stm>

World Resources Institute. EarthTrends : the environmental information portal. Site consulté le 16/05/2012.

Site en anglais.

Sur ce site vous trouverez une base de données sur les ressources en eau de mer et en eau douce : localisation, carte, problèmes de pollution...

<http://earthtrends.wri.org/>

United Nations Environment Programme. Vital water graphics. Site consulté le 19/05/2012.

Site en anglais.

Ce site présente une cartographie des ressources mondiales en eau.

<http://www.unep.org/dewa/vitalwater/index.html>

Consensus of the meeting : Nutrient minerals in drinking-water and the potential health consequences of consumption of demineralized and remineralized and altered mineral content drinking-water: Consensus of the meeting in : Rolling revision of the WHO (World Health Organization) Guidelines for drinking-water quality, 2004, 22 p. Pages consultées le 16/05/2012.

Langue anglaise

Suite au dossier de K. Kozisek sur les risques encourus par l'être humain après avoir bu de l'eau déminéralisée, voici les décisions prises par l'Organisation mondiale de la santé.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/nutrconsensusrep.pdf

Health risks from drinking demineralised water / F. Kozisek

in : Rolling revision of the WHO (World Health Organization) Guidelines for drinking-water quality, 2004, 22 p. Pages consultées le 16/05/2012

Langue anglaise.

Ce dossier, écrit par un membre de l'Organisation mondiale de la santé traite des risques liés à l'ingestion d'eau déminéralisée par l'être humain.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/nutdemineralized.pdf

JEUNESSE

LIVRES

Zoom sur l'eau / textes de Patrick Pasques. - Paris : Hachette Jeunesse, 2003. - 48 p.- (Zoom sur...).

Ce livre explique le cycle de l'eau, son rôle et son importance pour l'homme. Il montre qu'elle est devenue un enjeu stratégique de premier plan et que sa bonne gestion commence au niveau de chaque citoyen.

REVUES

Quelle eau pour demain ? / Nathalie Tordjman.

in : Images Doc. - Paris : Bayard jeunesse, 2006. - N° 208 : Léonard de Vinci, peintre et inventeur de génie (Avril 2006).

La même eau circule depuis toujours sur Terre, entre le sol, les océans et le ciel. Sa quantité est énorme. Pourtant, l'eau n'est pas toujours utilisable. Alors, pour être nombreux à en profiter chacun doit éviter de la gaspiller.

L'eau, trésor de vie.

in : Wapiti. - Toulouse : Milan presses, 2006. - N° 228 : L'eau, trésor de vie (Mars 2006).

Sans eau pas de vie ! Alors vite, réfléchissons pour mieux la préserver et mieux la partager.

De l'eau qui vaudra de l'or / Jérôme Blanchart.

in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2005. - N° 190 : Le monde en 2005 (Juillet 2005).

Selon l'Unesco, 4 milliards de personnes pourraient manquer d'eau en 2050, car ils vivent avec moins de 1700 m³ d'eau (par an et par personne).

LE DESSALEMENT

ADULTE

ARTICLES DE PERIODIQUES

Du solaire pour dessaler l'eau de mer.

in : Sciences Ouest. - Rennes : Espace des sciences, Centre de culture scientifique et industrielle, 2011. - N° 291 : Biologie environnement, société : ce qui nous donne un genre (Octobre 2011).

p.5.

L'équipe Thermique de l'IUT de Saint Malo en partenariat avec L'Ecole polytechnique de Thiès (Sénégal) et la faculté des sciences de Monastir (Tunisie), travaille à la mise au point d'un système de dessalement de l'eau de mer fonctionnant à l'énergie solaire.

Une grande usine de dessalement de l'eau de mer / Pierre Destruel.

in : Adit.fr. - 2010. - (25 juin 2010).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Japon n°543)

17 entreprises (dont Hitachi et Toshiba), 10 universités (dont l'Université de Tokyo) et divers organismes impliqués dans le traitement de l'eau (dont l'Agence des Eaux Usées de Tokyo) lanceront conjointement un projet de développement d'une grande usine de dessalement de l'eau de mer. Celle-ci pourra produire un million de tonnes d'eau douce par jour, soit un volume deux fois plus important que celui traité par la meilleure usine actuellement en activité dans le monde.

Tianjin désalinise l'eau de mer pour sa consommation courante / Zoé Lombard.

in : Adit.fr. - 2010. - (17 juin 2010).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Chine n°94)

Afin d'alléger la pénurie d'eau qui pèse sur la ville, la Municipalité de Tianjin, dans le Nord de la Chine, a annoncé le 3 juin dernier l'utilisation dès juin 2010, pour ses usages domestiques, d'eau produite par dessalement de l'eau de mer. Cette initiative est un projet majeur, d'envergure nationale.

La Chine étudie la possibilité de dessalement des glaces de mer / Zoé Lombard.

in : Adit.fr. - 2010. - (22 avril 2010).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Chine n°90)

Les trois quarts de la surface de notre planète sont recouverts d'eau salée. Bien qu'un peu moins de 1% de l'eau potable consommée dans le monde soit produite à partir du dessalement, les

perspectives offertes par cette technologie sont grandissantes. La Chine est un pays pour lequel le dessalement est devenu une nécessité vitale. En effet, si la population chinoise représente environ 20% de la population mondiale, le pays ne dispose que de 7% des ressources en eau douce de la planète. La mer de Bohai, qui constitue un bras de la mer Jaune, a été frappée cette année par les pires glaces depuis 30 ans début 2010. La glace de mer, perçue comme une catastrophe, a toutefois attiré l'attention des scientifiques chinois comme une précieuse ressource alternative d'eau douce. En effet, leurs derniers travaux de recherches montrent la faisabilité des technologies chinoises de désalinisation des glaces de mer pour une production de masse.

Des électrodes de carbones nanoporeuses pour purifier et dessaler l'eau / Julien Kieffer.
in : **Adit.fr. - 2009. - (13 octobre 2009).**

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com>

Une nouvelle technologie a été mise au point en Israël pour dessaler l'eau de mer rapidement et à faible coût sans en retirer les ions nécessaires à notre organisme.

Des nanotubes de nitrure de bore pour la désalinisation de l'eau de mer / Maïté Le Gleuher.
in : **Adit.fr. - 2009. - (2 septembre 2009).**

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com>

Une étude réalisée par des chercheurs de l'Université Australienne Nationale (ANU) suggère que les nanotubes de nitrure de bore pourraient améliorer l'efficacité des systèmes de désalinisation de l'eau de mer et de déminéralisation.

Dessaler sans polluer / Sabine Lattemann.

in : **La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2009. - Les dossiers - N°36 : La Mer : Océan primordial, reliefs abyssaux, ressources vivantes, climat (Août 2009).**

p. 64-67.

À l'instar du golfe Persique, de plus en plus de pays s'intéressent au dessalement de l'eau de mer, comme solution à la sécheresse des zones côtières. Séduisante, cette technique utilise pourtant des procédés énergivores et n'est pas sans risque pour l'environnement : si c'est la seule source d'eau douce, le dessalement peut accroître de 15% la consommation énergétique.

Dans cet article, une carte des productions d'eau douce par dessalement sur le pourtour de la Méditerranée.

UCLA met au point un nouveau système de dessalement / Agathe Dumas.

in : **Adit.fr. - 2009. - (17 juillet 2009).**

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Etats-Unis n°174)

Des chercheurs de l'Université de Californie à Los Angeles (UCLA) ont mis au point un nouveau système de filtration et de dessalement des eaux salines : le M3 (en anglais "Mini-Mobile-Modular").

Les technologies chinoises en matière de dessalement de l'eau de mer.

in : **Adit.fr. - 2009. - (1 juin 2009).**

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com>

Suite à un travail engagé par le Service pour la Science et la Technologie (SST) de l'Ambassade de France en Chine, relatif au contrôle de la pollution et de la qualité des environnements aqueux, une mission a été mise en place plus spécifiquement axée sur les activités de recherche et de développement et les techniques de dessalement mises en œuvre par les laboratoires, entreprises et autorités chinoises.

Le rapport est disponible à l'url suivant :

http://www.bulletins-electroniques.com/rapports/smm09_042.htm.

Le feu vert donné à la plus grande usine de dessalement de l'hémisphère nord laisse un goût saumâtre aux environnementalistes / Agathe Dumas.

in : **Adit.fr. - 2009. - (22 mai 2009).**

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.fr> (BE Etats-Unis n° 166)

Le 13 mai 2009, le conseil régional de San Diego aux États-Unis (responsable de la qualité de l'eau) s'est prononcé à l'unanimité en faveur du projet "Poseidon" consistant en la construction d'une usine de dessalement de grande capacité. Ce vote, ayant pour objectif de statuer sur l'impact environnemental du projet, met ainsi un terme à 6 années de procédures réglementaires. La construction de l'usine devrait démarrer fin 2009 pour une ouverture prévue en 2012. Ce projet a fait l'objet de nombreuses critiques en raison des coûts de construction et de fonctionnement ainsi que de son impact sur l'environnement côtier, l'usine fonctionnant avec le procédé de filtration dit "d'osmose inverse" qui nécessite des quantités importantes d'énergie. A cela s'ajoute le problème des rejets de la filtration qui présentent une forte concentration en sel. Selon plusieurs associations de protection de la nature, ces rejets seraient susceptibles de fragiliser les habitats en milieu côtier et d'accroître la mortalité des espèces maritimes (larves, œufs de poissons,...).

Dessalement d'eau de mer : la déferlante.

in : **Alternatives. - Paris : Publicorp, 2008. - N° 19 : Les pétroles de l'extrême (Octobre-Décembre 2008).**

p. 18.

D'ici un an, une immense usine de dessalement d'eau de mer sera construite par Degremont (Suez Environnement) pour alimenter 1,3 million de personnes habitant la région de Barcelone.

Veolia Environnement en piste pour le projet de désalinisation israélien Soreq / Sarah Lawan Gana.

in : **Adit.fr. - 2008. - (29 septembre 2008).**

Article extrait du site Internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Israël n°65)

Au moins 4 ou 5 consortia devraient répondre à l'appel d'offres pour la construction et le fonctionnement de la quatrième usine de désalinisation d'Israël, l'usine de Soreq prévue pour 2012.

Le dessalement est-il écologique ? / Sabine Lattemann.

in : **La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2008. - N° 421 : Spécial L'eau (Juillet-Août 2008).**

p. 62.

En pleine expansion, le dessalement de l'eau de mer apporte une solution aux régions côtières victimes de la sécheresse. Mais tous les procédés sont gourmands en énergie, et non sans risque pour le milieu marin environnant.

Dessaler l'eau de mer est-il une vraie solution ? / Marine Cygler.

in : **Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2008. - N° 1090 : Et si la mer montait de 3 mètres (Juillet 2008).**

p. 42 à 47.

Face à la croissance démographique et à la multiplication des épisodes de sécheresse augmentant les besoins en eau, de plus en plus de pays misent sur le dessalement de l'eau de mer. Réalisé en usines, le dessalement peut s'effectuer selon 2 technologies, dont les progrès ont permis un engouement récent. Mais ce procédé a un coût encore élevé et peut poser des problèmes environnementaux. Un historique du dessalement, des schémas expliquant les différentes techniques utilisées, ainsi que des cartes géographiques indiquant la disponibilité de l'eau douce dans le monde et les régions où le dessalement est le plus développé complètent cet article.

Le sauvetage de la mer Morte par la mer Rouge à l'étude / Marielle Court.

in : Le Figaro. - Paris, 2008. - (9 juin 2008).

Article extrait du site internet <http://www.lefigaro.fr>

Les études de faisabilité sur la création d'un canal reliant la mer Rouge à la mer Morte sont sur le point de débiter. Ce projet soutenu par la France via l'Agence française de développement, pourrait sauver la mer Morte de disparition et alimenter en eau la population de cette région, grâce à l'installation d'une usine de désalinisation.

Des pétroliers purifient l'eau de mer pour la région du Golfe Persique / Saïd Mammar.

in : Adit.fr. - 2008. - (28 avril 2008).

- URL <http://www.royalhaskoning.com>

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Pays-Bas n°28)

Grâce à l'installation d'un système de purification d'une capacité de 500 mètres cubes à bord, un pétrolier pourrait produire de l'eau potable durant les 2 ou 3 semaines que dure le voyage de retour entre la région du Golfe et l'Occident et approvisionner ainsi les pays du Golfe Persique. Ce procédé pourrait être une alternative à la désalinisation d'eau de mer dont le coût est élevé.

Un nouveau processus pour ajouter du magnésium à l'eau dessalée / Camille Bex.

in : Adit.fr. - 2008. - (24 avril 2008).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Israël n°63)

Les chercheurs de Technion ont mis au point un post-traitement peu coûteux et environnementaliste pour ajouter du magnésium à l'eau dessalée selon les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé. Cette méthode basée sur l'échange d'ions a prouvé une amélioration significative de la qualité de l'eau.

Géopolitique du dessalement / Franck Galland.

in : Bulletin d'études de la marine. - Centre d'Enseignement Supérieur de la Marine, 2008. - N° 41 : Histoires d'eaux (Mars 2008).

p. 19.

Le dessalement est en l'espace de 40 ans, un mythe devenu réalité. Si les hommes ont toujours pensé, dans leur imaginaire collectif, pouvoir étancher leur soif, la technologie a permis ce miracle à un coût devenu aujourd'hui acceptable.

Retour sur les 2 technologies de dessalement (la distillation et la filtration membranaire) et présentation des enjeux de cette technique en Arabie saoudite et en Chine.

La désalinisation de l'eau néfaste pour l'agriculture ? / Sarah Lawan Gana.

in : Adit.fr. - 2008. - (18 janvier 2008).

Article extrait du site Internet <http://www.bulletins-électroniques.com> (BE Israël n°61)

Le déficit en eau de pluie et la pollution des ressources naturelles donne toute son importance à la désalinisation de l'eau en Israël. Cependant des scientifiques de l'Université Ben-Gurion (Israël) ont montré que le manque de nutriments essentiels pour les plantes dans l'eau désalinisée était dommageable pour l'irrigation de certaines cultures.

Boire les océans.

in : La Recherche. - Paris : Financière Tallandier, 2008. - Cahier spécial n°415 : Objectif Terre 2050 (Janvier 2008).

p. 66.

L'eau de mer est une ressource alternative abondante. Dans certaines régions, le dessalement est la seule source d'eau potable. Plusieurs techniques industrielles sont mises en œuvre pour produire de l'eau douce à partir de la mer.

La pénurie d'eau potable menace Malte / Stéphane Kovacs.

in : **Le Figaro**. - Paris, 2007. - (31 août 2007).

Article extrait du site internet <http://www.lefigaro.fr>

Cinquième reportage d'une série consacrée aux conséquences du réchauffement climatique. À Malte, la nappe phréatique diminue et l'île recourt de plus en plus au dessalement d'eau de mer pour produire son eau potable.

Le dessalement peut être moins coûteux.

in : **Science et vie**. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 1078 : **Que reste-il à découvrir ? (Juillet 2007)**.

p. 36.

Réduire de 80% l'énergie nécessaire au dessalement de l'eau de mer. C'est ce que promet la technologie de distillation et de filtration sur membrane Memstill, développée par un consortium néerlandais. Cet article nous en explique le principe.

Le WWF rappelle la nécessité d'une utilisation raisonnée du dessalement de l'eau de mer / F. Roussel-Laby.

in : **Actu-environnement.com**. - 2007. - (22 juin 2007).

Article extrait du site internet <http://www.actu-environnement.com>

Dans une étude intitulée "Dessalement : option ou distraction dans un monde assoiffé ?", le Fond Mondial pour la Nature (WWF), s'inquiète de l'impact de la technologie du dessalement sur l'environnement et sur l'écosystème marin. Ainsi, l'ONG rappelle que les usines de dessalement consomment beaucoup d'énergie et émettent donc des gaz à effet de serre. Par ailleurs, les usines de dessalement d'eau de mer entraîneraient le déploiement d'installations de production d'énergie nucléaire et/ou issues de combustibles fossiles.

Nouvelle usine de dessalement en Terre Sainte.

in : **Adit.fr**. - 2007. - (7 juin 2007).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Israël n°58)

Après celle d'Ashkelon, une nouvelle usine de dessalement d'eau de mer a été inaugurée au sud de Tel-Aviv. Cette usine fournira 30 millions de mètres cube d'eau douce par an.

Dessalement. Usine géante en Australie / Bernard Jégou.

in : **Le Marin**. - Rennes : Infomer, 2007. - N° 3123 : **Procès de l'Erika : le Rina charge le commandant (18 mai 2007)**.

p. 4.

Description d'une nouvelle usine de dessalement de l'eau de mer, construite à Kwinana en Australie. L'usine utilisera la technique de l'osmose inverse.

Suez Environnement, pionnier du dessalement de l'eau en Australie / Julie Chauveau.

in : **Les Échos**. - 2007. - (23 avril 2007).

Suez Environnement vient d'inaugurer la première usine de dessalement d'eau de mer en Australie, à Perth. Celle-ci est capable de fournir 17% des besoins en eau des habitants de la ville. Le groupe espère emporter l'appel d'offres pour Sydney

Un canal pour sauver la mer Morte.

in : **Thalassa magazine**. - Anglet, 2007. - N° 6 : **L'anglaise préférée des français : Ellen MacArthur (Mars - Avril 2007)**.

La mer Morte pourrait disparaître dans les cinquante prochaines années. Pour y remédier, l'idée d'un canal la reliant à la mer Rouge est à l'étude. Ce canal permettrait également la construction d'une centrale hydroélectrique et d'une usine de dessalement de l'eau en Jordanie.

À Oman, le français transforme l'eau de mer en eau potable / Laurence Bollack.

in : Les Échos. - 2007. - (13 mars 2007).

Le groupe français qui a installé une usine de dessalement d'eau de mer couplée à une centrale électrique de 585 mégawatts, participe au développement d'un pays grand comme l'Allemagne.

Usine de dessalement solaire en Australie méridionale.

in : Adit.fr. - 2007. - (06 mars 2007).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Australie n°50)

La firme Acquasol Pty de l'État du Victoria (Australie), a annoncé son intention de construire la première usine solaire de dessalement d'eau de mer du pays. Elle sera située à Point Paterson, et permettra d'alimenter en eau douce la ville de Port Augusta.

La deuxième plus grande station de dessalement du monde se construira à Torre Vieja / Tiphaine Lebreton Cluzel.

in : Adit.fr. - 2007. - (18 janvier 2007).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Espagne n°59)

La deuxième plus grande station de dessalement du monde se construira à Torre Vieja (Espagne) et utilisera l'osmose inverse comme technologie pour produire 80 hectomètres cubes d'eau annuels. La moitié de cette production sera destinée à l'irrigation et l'autre moitié à l'alimentation en eau potable.

Nouvelle usine de dessalement pour Suez au Moyen-Orient.

in : Les Échos. - 2006. - (12 décembre 2006).

Le sultanat d'Oman a commandé une centrale thermique et une nouvelle usine de dessalement d'eau de mer. Ce contrat traduit la synergie entre les activités de production d'électricité et d'eau potable grâce aux techniques d'osmose inverse. Cette technique produit à peu près 1% de l'eau potable dans le monde.

Les projets californiens de dessalement d'eau sont prématurés / Elodie Pasco.

in : Adit.fr. - 2006. - (31 août 2006).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Etats-Unis n°45)

Le Pacific Institute, un groupe de réflexion à but non lucratif spécialisé dans les domaines de l'environnement et du développement, a analysé les 21 principaux projets d'usine de dessalement d'eau présentés ces dernières années. D'après leur analyse, la plupart de ces projets ne prennent pas suffisamment en compte les réalités économiques ainsi que les impacts environnementaux et sociaux.

Deux usines de dessalement de l'eau près de Chennai / Adrien Carpentier.

in : Adit.fr. - 2006. - (4 mai 2006).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Inde n°17)

Le gouvernement indien a décidé d'installer 2 usines de dessalement de l'eau de mer près de Chennai (Madras).

La plateforme de Tabernas est équipée d'une usine de dessalement solaire unique au monde / Glenn Jaouen.

in : Adit.fr. - 2006. - (11 avril 2006).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Espagne n°51)

La plateforme solaire de Tabernas (province d'Almeria) est le site d'un projet pilote d'usine de dessalement unique au monde, qui permet d'obtenir de l'énergie, aussi bien grâce à la lumière solaire qu'à l'aide d'une pompe à chaleur.

À partir de 2010, une nouvelle usine de dessalement sera requise tous les deux ans.

in : Adit.fr. - 2006. - (8 mars 2006).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Israël n°45)

Selon le commissaire à l'eau, Shimon Tal, à partir de 2010, il faudra construire une nouvelle usine de dessalement tous les 2 ans en Israël.

Une super usine va dessaler l'eau de mer.

in : Science et vie. - Paris : Excelsior Publications, 2006. - N° 1061 : Climat, l'équilibre est rompu (Février 2006).

A Ashkelon, en Israël, la plus grande usine au monde de dessalement d'eau de mer va être mise en service.

IDE Technologies fournira plusieurs unités de dessalement au Mexique et à l'Espagne.

in : Adit.fr. - 2006. - (3 janvier 2006).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Israël n°43)

La compagnie israélienne IDE Technologies, spécialisée dans le traitement de l'eau, a signé 3 nouveaux contrats pour installer 2 unités de dessalement au Mexique et une unité en Espagne.

Désalinisation de l'eau de mer.

in : Adit.fr. - 2005. - (10 juin 2005).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Australie n°40)

La désalinisation de l'eau de mer est un sujet d'actualité en Australie où une sécheresse sévère sévit depuis plusieurs années dans certaines régions.

Usine de dessalement flottante utilisant l'énergie éolienne / Camille Joret.

in : Adit.fr. - 2005. - (7 avril 2005).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Espagne n°39)

La ville de Murcie pourrait héberger la première usine flottante de dessalement d'Espagne, alimentée par énergie éolienne.

L'or bleu de la discorde / Virginie Sandrock.

in : Armées d'aujourd'hui. - 2005. - N° 298/S : DGSE : le service action recrute (Mars 2005).

Aujourd'hui, 1 personne sur 5 n'a pas accès à l'eau potable. D'ici 2025, les deux tiers de la population mondiale seront en situation de "stress hydrique" (ressources en eau inférieures à 1700 mètre cube par an et par personne). Et l'eau, plus encore que le pétrole, deviendra un motif de guerre.

La mer à boire / Frédéric Lewino.

in : Le Point. - 2005. - (24 février 2005).

Arabie Saoudite, Espagne, Algérie accélèrent le dessalement de l'eau de mer pour leur consommation d'eau potable. La Chine songe à plonger...

Aux Émirats, une immense usine d'osmose inverse.

in : Les Échos. - 2005. - (23 février 2005).

A quelques heures de route de Dubaï s'étend la plus grande installation au monde de traitement de l'eau par osmose inverse.

Le dessalement de l'eau de mer et des eaux saumâtres / Viviane Renaudin

In : Culture Sciences chimie : site de ressources scientifiques pour les enseignants en chimie. -2003 (18 novembre 2003).

Article extrait du site internet <http://culturesciences.chimie.ens.fr>

Cet article rédigé par Viviane Renaudin (Maître de conférences au Département Génie Chimique, Génie des Procédés de l'IUT de Nancy Brabois, Université Henri Poincaré et chercheur au LSGC (Laboratoire des Sciences du Génie Chimique), CNRS, Nancy) traite du dessalement de l'eau de mer

et des eaux saumâtres. Une première partie présente les caractéristiques de ces eaux, une seconde présente les principales technologies de dessalement. Cet article fait partie du dossier pluridisciplinaire sur l'eau.

Dessalement de l'eau de mer / Patrick Danis.

In : Techniques de l'ingénieur. – 2003 (10 juin 2003)

Article extrait du site : <http://www.techniques-ingenieur.fr>

Ce dossier très complet traite des différentes possibilités qui s'offrent à l'homme en matière de dessalement de l'eau de mer.

Dossier - L'or bleu.

in : Pour la science. - 2001. - N° 282 : L'eau : les risques de pénurie (Avril 2001).

97% de l'eau terrestre est salée, et une grande partie des 3% restant est emprisonnée dans les glaces. Aussi l'approvisionnement en eau douce stimule-t-il l'ingéniosité humaine.

Contre le manque d'eau, la mer à boire / France Bequette.

in : Géo. - Paris : Prisma Presse, 2000. - HORS-SERIE : Spécial Mer (Juin 2000).

Plus d'un milliard d'entre nous n'ont pas accès à l'eau potable. Solution : le dessalement de la mer.

Submarine seawater reverse osmosis desalination system / Paolo Pacenti, Mario de Gerloni, Mario Reali... (et al)

In : Desalination, 1999. – N°126

Langue anglaise

Article extrait du site <http://www.desline.com/articoli/3797.pdf>

p. 213-218.

Ce projet traite du dessalement d'eau de mer via une technologie sous-marine très économe en énergie et aux coûts compétitifs, afin de fournir de l'eau potable propre à la consommation humaine et à la culture. Cette approche économise environ 50 % de la consommation d'électricité en ce qui concerne une usine de dessalement conventionnelle efficace.

SITES WEB

IDA (International Desalination Association). Site consulté le 19/05/2012.

Site en anglais.

L'Association Internationale de Dessalement Internationale est une organisation mondiale consacrée au dessalement (technologies de dessalement et réutilisation de l'eau). Centre d'expertise, d'informations et de développement professionnel pour l'industrie de dessalement mondiale, IDA compte plus de 2 400 membres dans 60 pays.

<http://www.idadesal.org/>

Desware. Encyclopedia of desalination and water resources. Site consulté le 19/05/2012.

Site en anglais.

L'Encyclopédie de Dessalement et des Ressources en eau (DESWARE) traite du dessalement et met à disposition des articles détaillés sur les ressources en eau. Ce site couvre la science, la technologie, des méthodologies, l'expérience et la gestion de la désalination.

<http://www.desware.net/>

MEDR - Middle East Desalination Research Center. Site consulté le 19/05/2012.

Site en anglais.

MEDRC est un Centre d'Excellence dans le dessalement et les technologies de réutilisation de l'eau, établi à Mascate, le Sultanat de l'Oman depuis décembre 1996.

La mission de MEDRC est de contribuer à l'accomplissement de paix et à la stabilité en Afrique du Nord et au Moyen-Orient en promouvant et soutenant l'utilisation de dessalement pour satisfaire les

besoins de cette région en eau douce disponible, abordable, propre pour l'utilisation humaine et le développement économique.

<http://www.medrc.org/>

Rolling revision of the WHO (World Health Organization) Guidelines for drinking-water quality - Desalination Guidelines Development for Drinking Water: Background / Joseph A. Cotruvo.

Pages consultées le 19/05/2012.

Pages en anglais.

Plus de 11 000 usines de dessalement fonctionnent dans le monde entier produisant plus de 20 millions de mètres cubes d'eau par jour. Environ 63 % de ses usines se situent en Asie et au Moyen-Orient. L'Amérique du Nord en détient environ 11 % et l'Afrique du Nord et l'Europe environ 7 % chacune.

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/en/nutdesalination.pdf

Sandia water initiative - Review of water resources and desalination technologies /James E. Miller (2003, mars). Pages consultées le 19/05/2012.

Pages en anglais

Le manque d'eau affecte 88 pays en voie de développement qui abritent la moitié de la population du monde. En ces endroits, 80-90 % des maladies et 30 % des morts résultent de la faible qualité de l'eau. En outre, durant les 25 prochaines années, on s'attend à une multiplication par 4 du nombre de personnes affecté par de graves manques d'eau. Des méthodes bon marché de dessaler l'eau saumâtre d'eau et de mer peuvent aider à renverser cette tendance de déstabilisation.

http://www.sandia.gov/water/docs/MillerSAND2003_0800.pdf

Technologies propres et eau dans l'industrie / ARIST Bourgogne (2004, juin). Pages consultées le 19/05/2012.

Ce dossier présente les différentes technologies utilisées pour le dessalement de l'eau.

http://www.technologies-propres.com/pdf/livret_fiches_papier.pdf

Osmose inverse / Bernard Pironin. Pages consultées le 24/01/2008.

Cette page concerne les technologies de l'osmose et de l'osmose inverse. Des schémas permettent d'illustrer le sujet.

<http://perso.wanadoo.fr/bernard.pironin/aquatech/osmose.htm>

CNRS (Centre National de la recherche Scientifique) - Le dessalement de l'eau de mer.

Le CNRS est un organisme public de recherche (Établissement public à caractère scientifique et technologique, placé sous la tutelle du Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche). Il produit du savoir et met ce savoir au service de la société.

Cet article présente les différentes techniques de dessalement qui peuvent être utilisées. En lien sur cette page, un lien vers un autre article de septembre 1999 consacré à une nouvelle technique de dessalement, plus économique que celles utilisées à l'époque.

<http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/doseau/decouv/potable/dessalEau.html>

JEUNESSE

REVUES

Dessaler l'eau de mer / Jérôme Blanchart.

in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 215 : Les 10 inventions qui vont changer la vie (Août 2007).

p. 48.

En 2025, de nombreux territoires des 5 continents ne disposeront plus de l'eau potable nécessaire à la vie. Une solution existe, le dessalement de l'eau de mer. Le processus de l'osmose inverse, qui

consiste à faire passer l'eau de mer à travers une membrane, est moins coûteux et dépense moins d'énergie que la technique de chauffage de l'eau.

Mer Rouge - Mer Morte. Le canal de l'espoir / Anne Bernard.

in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2007. - N° 214 : La science des rêves (Juillet 2007).

p. 16.

Dossier de 5 pages sur la mer Morte, qui depuis 1960, a perdu plus d'un tiers de sa superficie. L'évaporation de l'eau est importante et le fleuve Jourdain, principal "remplisseur" de cette mer, est désormais pompé par les populations locales. Puisque la mer Morte a perdu le gros de ses ressources naturelles, les pays riverains se sont dit qu'il fallait en amener d'autres. L'idée d'un canal qui la relierait à la mer Rouge a été suggérée par des ingénieurs dès 1850. Ce n'est encore qu'un projet mais il pourrait sauver la plus étrange des mers, et obliger des peuples qui se combattent à travailler ensemble. Ce canal permettrait également la construction d'une centrale hydroélectrique et d'une usine de dessalement de l'eau.

Un petit coup d'eau de mer ?

in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2006. - N° 204 : Fantômes : qu'en pense la science ? (Septembre 2006).

Dessaler l'eau de mer pour faire face à la pénurie d'eau douce ? Jusque-là on croyait le procédé réservé aux richissimes émirs arabes. Mais depuis peu, de nouvelles méthodes permettent d'obtenir de l'eau potable à des prix très intéressants, et sans gaspiller trop d'énergie.

Les solutions pour ne pas finir à sec / Jérôme Blanchart.

in : Science et vie junior. - Paris : Excelsior Publications, 2005. - N° 190 : Le monde en 2005 (Juillet 2005).

L'auteur propose des solutions pour contrer ce manque d'eau, notamment le dessalement de l'eau de mer.

EAU PROFONDE

ADULTE

REVUES

Investissements pour la promotion de l'industrie de l'eau profonde minérale / Guillaume Colleu.

in : Adit.fr. - 2007. - (3 avril 2007).

Article extrait du site internet <http://www.bulletins-electroniques.com> (BE Taiwan n°2)

Après un succès au Japon, les autorités taiwanaises investissent elles aussi dans l'industrie de l'eau profonde minérale (Deep Ocean Water DOW).

Deep-Sea Water Suction Technology / Takumi Yamaguchi.

in: Furukawa Review, 2003. - N° 24.

URL http://www.furukawa.co.jp/review/fr024/fr24_15.pdf

p. 75-80

Langue anglaise.

Cet article, issu de la revue produite par Furukawa Electric, vante les travaux effectués par la société en termes de conduites de récupération d'eau de mer profonde. Les propos, étayés par des schémas et photographies, expliquent les technologies utilisées par Furukawa Electric.

SITES INTERNET

NELHA (Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority). Site consulté le 19/05/2012.

Site en anglais.

Le laboratoire d'énergie naturelle d'Hawaï a été fondé en 1974. Il administre le Hawaii Ocean Science and Technology Park (Parc HOST), qui avec ses 870 hectares, est peut-être le plus grand projet de développement économique écologique dans le monde exclusivement consacré à la croissance d'une économie verte. La mission initiale de Nelha est la recherche sur les utilisations de l'eau de mer profonde dans la conversion énergie thermique des mers (ETM), l'énergie renouvelable dans la production et dans l'aquaculture. Plus tard, a été ajouté la recherche sur les utilisations durables des sources d'énergie naturelles telles que l'énergie solaire .

<http://www.nelha.org/>

UJNR (United States Japan Cooperative Program in Natural Resources) - The application of deep sea water in Japan / Takuma Nakasone, Sadamitsu Akeda. Pages consultées le 19/05/2012.

Pages en anglais.

Ce document traite de l'utilisation au Japon de l'eau de mer profonde.

<http://www.lib.noaa.gov/retiredsites/japan/aquaculture/proceedings/report28/Nakasone.pdf>

LES SOURCES D'EAU DOUCE

ADULTE

REVUES

Étrange accumulation d'eau douce dans l'Arctique / Fabienne Lemarchand.

in : **La Recherche.** - Paris : Financière Tallandier, 2012. - N° 462 : **Vaincre la douleur (Mars 2012).**

p.16-17.

L'Océan Arctique est couvert d'une fine couche d'eau froide et très peu salée alimentée par la fonte des glaces de mer, les eaux du Pacifique, les précipitations et surtout les fleuves russes et canadiens. Mais cette couche est plus épaisse dans l'ouest. Un phénomène attribué au gyre de Beaufort, sorte de tourbillon où les vents soufflant dans le sens des aiguilles d'une montre "aspirent" les eaux de surface et les entraînent vers son cœur.

Les promesses déçues des sources marines / Michel Bakalowicz, fotogr. de Pascal Brunet.

in : **La Recherche.** - Paris : Financière Tallandier, 2008. - N° 421 : **Spécial L'eau (Juillet-Août 2008).**

p. 58.

Les sources karstiques sous-marines déversent de l'eau douce en milieu marin. Au cours des 40 dernières années, des études ont été menées pour connaître leur débit et examiner les possibilités d'exploitation. Les nouveaux débits mesurés au Liban, en Syrie et Turquie sont néanmoins décevants par rapport aux précédentes estimations : de 2.5 à 7 mètres cubes mesurés contre des dizaines de mètres cubes estimés...

Capter l'eau douce sous la mer / Michel Deuff.

in : **Le Marin.** - Rennes : Infomer, 2003. - N° 2938 : **Cotonou, un port qui manque de place (31 Octobre 2003).**

Nymphaea Water, filiale du groupe Géocéan a, cet été, capté une source d'eau douce située sous la mer, au large de la Côte d'Azur.

Une manne sortie des eaux / Stéphanie Belaud.

in : Le journal du CNRS. - Paris : Citizen Press, 2003. - N° 164/165 (Septembre-octobre 2003).

Article extrait du site internet <http://www2.cnrs.fr>

À Montpellier, des chercheurs plongent à la découverte d'un trésor potentiel : des panaches d'eau douce en pleine mer. Jusqu'à lors très peu connus, on leur imagine déjà un avenir prometteur : combler les besoins en eau potable dans les pays méditerranéens.

SITES INTERNET

Nymphea Environnement. Site consulté le 19/05/2012.

Créée pour développer des technologies de pointe respectueuses de l'environnement, la société Nymphea Environnement possède un savoir-faire exclusif dans le domaine de la mer : études océanographiques, recherche de sources d'eau douce sous-marines, détection et lutte contre les pollutions marines.

En consacrant une importante partie de son budget à la Recherche et au Développement, Nymphea Environnement s'implique dans des innovations industrielles et technologiques performantes.

<http://www.nymphea.fr/fr>

Coastal Aquifers intrusion technology : Mediterranean countries - Coastal karst aquifers in mediterranean regions. A valuable ground water resource in complex aquifers / Michel Bakalowicz (2003). Pages consultées le 19/05/2012.

Langue anglaise

Dans les pays méditerranéens, l'augmentation de la population et de la consommation d'eau exige des enquêtes pour exploiter d'une façon la plus efficace possible la ressource connue et pour en explorer de nouvelles. Dans ces régions, les karsts des aquifères sont une des ressources potentielles les plus intéressantes

<http://aguas.igme.es/igme/publica/tiac-01/Area%20I-15.pdf>