

# DESSALEMENT DES EAUX : POINT SUR LES RECENTES EVOLUTIONS TECHNIQUES ET LE DEVELOPPEMENT DES APPLICATIONS EN PRODUCTION D'EAU POTABLE.

V. Bonnelye<sup>1</sup>

## Résumé

*Le rapide développement des applications de dessalement, et le repositionnement des procédés d'osmose inverse par rapport aux procédés thermiques permettent de dynamiser les innovations technologiques et procédé dans ce domaine.*

*Les procédés de dessalement évoluent pour faire face à la demande en eau croissante dans certaines parties du monde soumises au stress hydrique, et dont les ressources sont limitées en qualité et quantité, aboutissant à la mise en place de solution de traitement sur eau saumâtre et eau de mer. Les évolutions ont pour principal objectif une baisse de la consommation énergétique et des coûts d'investissement et d'exploitation : évolution des performances des membranes d'osmose inverse, pompage, systèmes de récupération d'énergie, matériaux et corrosion,....*

*Les filières de production doivent s'adapter à la qualité de la ressource en eau, mais aussi à l'évolution de la réglementation en matière d'eau potable et aux problématiques associées au dessalement (reminéralisation, bore, bromures).*

*La communication inclura deux études de cas illustrant l'application de ces évolutions en matière de procédé et de technologie : l'installation de Perth, en Australie, et celle de Barcelone en Espagne.*

*Pour chacune des deux installations, différentes informations sont données :*

- une vision globale de la problématique de la fourniture d'eau dans la région considérée,
- un schéma du projet mettant en avant le financement et les partenariats,
- un résumé de la filière de traitement, en mettant en avant les spécificités technologiques du projet,
- un point sur l'organisation de l'exploitation de l'installation, avec une présentation des coûts d'exploitation par poste.

## INTRODUCTION

Les installations de dessalement par osmose inverse se sont développées à partir de la fin des années 90, avec des capacités de production de plusieurs dizaines de m<sup>3</sup>/j, aboutissant à des débits pouvant atteindre 100.000, 200.000 jusqu'à 500.000 m<sup>3</sup>/j.

Durant ces 15 dernières années, les techniques ont évoluées, de même que les types de contrat.

La présente communication présente le cas de deux installations dimensionnées avec les dernières techniques de dessalement et de récupération d'énergie.

## 1. PERTH, AUSTRALIE

### 1.1. Le contexte

Ces dernières années, l'Australie a été soumise à des sécheresses répétées, impactant l'ensemble du réseau d'approvisionnement d'eau potable du sud de ce pays – continent. Dans ce contexte de stress hydrique, la production d'eau douce à partir d'eau de mer est apparue

comme une solution de ressource alternative pouvant intégrer le système d'alimentation en eau potable déjà existant, fait de pompage d'eaux souterraines et de réservoirs de stockage d'eau de surface.

Le projet de dessalement de Perth a débuté en 2005, et a été mené en urgence [1]. L'usine de dessalement est localisée au sud de Perth, capital et plus grande ville de l'état d'Australie de l'ouest. Avec un climat méditerranéen (850 mm de pluie par an) et une population de 1.6 millions d'habitants, l'agglomération de Perth est le lieu d'un développement rapide, avec une prévision de 2.9 millions d'habitant d'ici 2060 [2].

### 1.2. Le contrat

Le contrat est un projet de DBO (Design Build Operate) développé avec Western Australian Water Corporation sur la base d'un contrat en alliance public-privé. L'installation a été dimensionnée et construite par une Joint Venture 50-50% Degrémont & Multiplex avec un contrat d'exploitation de 25 ans assuré par Degrémont Australia.

1. Expert technique spécialisé dans le traitement d'eau potable, le dessalement et la réutilisation des eaux au sein de la Direction Technologie et Innovation de la Société Degrémont, France. E-mail : veronique.bonnelye@degremont.com

### 1.3. Description de l'installation

L'installation PSDP (Perth Seawater Desalination Plant) a une capacité de production de 143.700m<sup>3</sup>/j (45 millions de m<sup>3</sup> par an), ce qui représente 17% de la demande actuelle d'eau potable de l'agglomération de Perth (IWSS pour Integrated Water Supply System). PSDP forme une partie clé dans la stratégie du distributeur d'eau, la Water Corporation, organisme public assurant gestion et distribution de l'eau potable de l'agglomération.

L'installation comprend (Figure 1) :

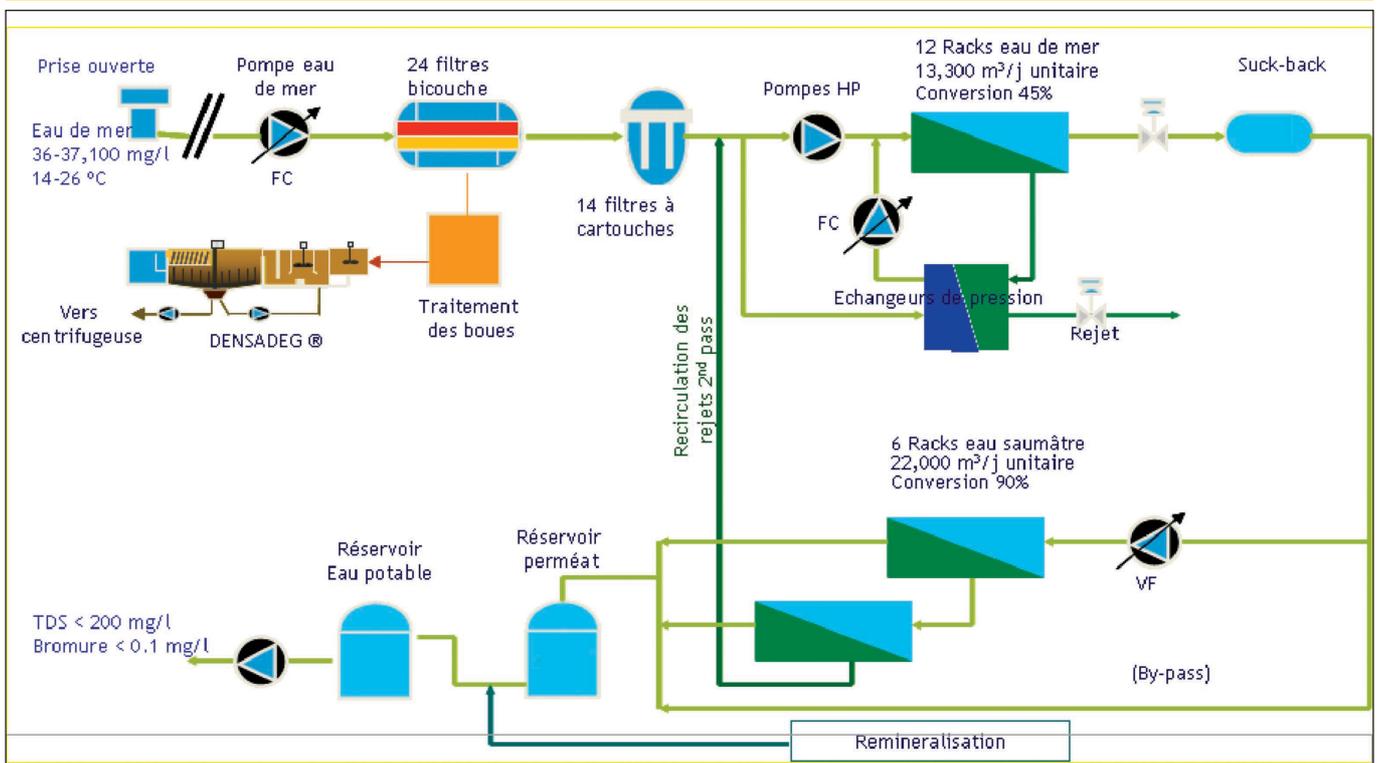
- une prise en mer d'une capacité d'environ 350 000 m<sup>3</sup>/j équipée d'une tour d'alimentation, d'une conduite de 200 m et d'une bache d'eau brute équipée d'un tamisage,
- le pompage d'eau brute constitué de 6 pompes alimentant 2 lignes de prétraitement en parallèle,
- un prétraitement, coagulation sur 2 groupes de 12 filtres bicouches sous pression (figure 2)
- une filtration sur filtres à cartouches de seuil de coupure 5 µm,
- 12 racks de dessalement d'eau de mer, alimentés par des pompes haute pression dédiées, et équipés de système de récupération d'énergie de type échangeur de pression ERI (figure 3).
- 6 racks eau saumâtre alimentés par le perméat produit sur la première passe, et permettant d'atteindre les objectifs de salinité et de bromures.

- une système de reminéralisation comprenant un injection de CO<sup>2</sup> (stockage sur site en silo sous pression) et d'eau de chaux (production d'eau de chaux par un saturateur à recirculation de boues),
- une désinfection finale au chlore avant stockage (capacité de stockage sur site de 3 heures à capacité de production nominale) (figure 4).

**Figure 2:** Installation PSDP (Perth, Australie) – Filtres bicouches sous pression Mediazur FH



**Figure 1 :** Installation PSDP (Perth, Australie) – Filière de traitement



**Figure 3:** Installation PSDP (Perth, Australie) – Vue de la salle d'osmose inverse, racks eau de mer.



**Figure 4:** Installation PSDP (Perth, Australie) – Vue globale du site



## 2. BARCELONE (ESPAGNE)

### 2.1. Le contexte

ATLL (Aigües Ter Llobregat) est une société publique, dépendant du département environnement du gouvernement de Catalogne. ATLL a en charge l'alimentation en eau potable de plus de 100 municipalités de l'agglomération de Barcelone (plus de 4.5 millions d'habitants)(Figure 5). L'approvisionnement en eau est principalement assurée par deux installation de production d'eau potable: Cardedeu et Abrera

(respectivement 8 et 4 m<sup>3</sup>/sec., production à partir des rivières Ter et Llobregat).

La région de Barcelone fait face depuis plusieurs années à une baisse de sa ressource d'eau disponible pour la production d'eau potable. Le fleuve Llobregat voit son débit baisser, alors que la salinité et la dureté de son eau augmentent. La salinité de l'eau de nappe augmente. ATLL a des difficultés à approvisionner en eau l'agglomération et à faire face à l'augmentation de la demande liée à un développement économique intense.

Plusieurs solutions ont été étudiées, comme de transport d'eau de régions du Nord de l'Espagne, voir de France,

le transport d'eau en barge, et la construction d'une installation de dessalement.

C'est cette dernière solution qui a été retenue, avec pour objectifs :

- une augmentation de la ressource en eau potable,
- garantir l'approvisionnement en eau potable de la

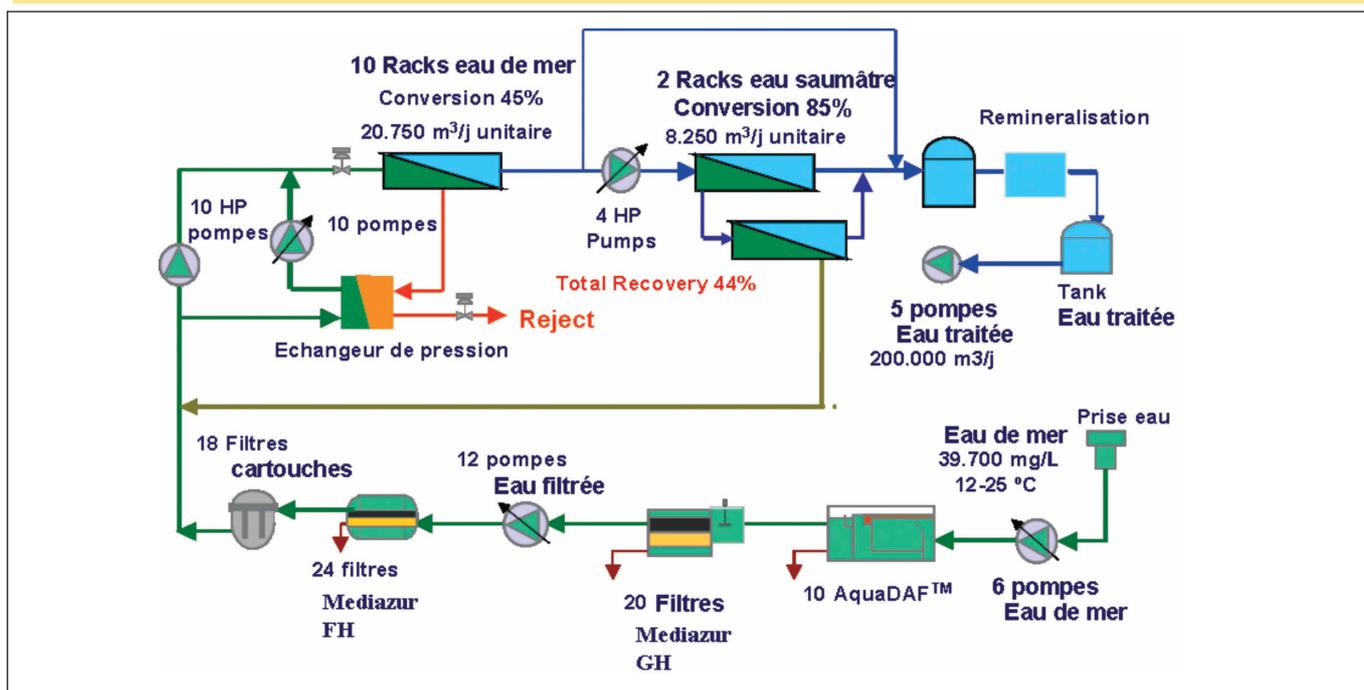
population : l'installation, avec une capacité de 60 millions de m<sup>3</sup>/j (2.3 m<sup>3</sup>/sec. au maximum) représentera 15 à 20% de la demande en eau de la région,

- une amélioration de la qualité de l'eau distribuée en termes de salinité et de concentration de matières organiques.

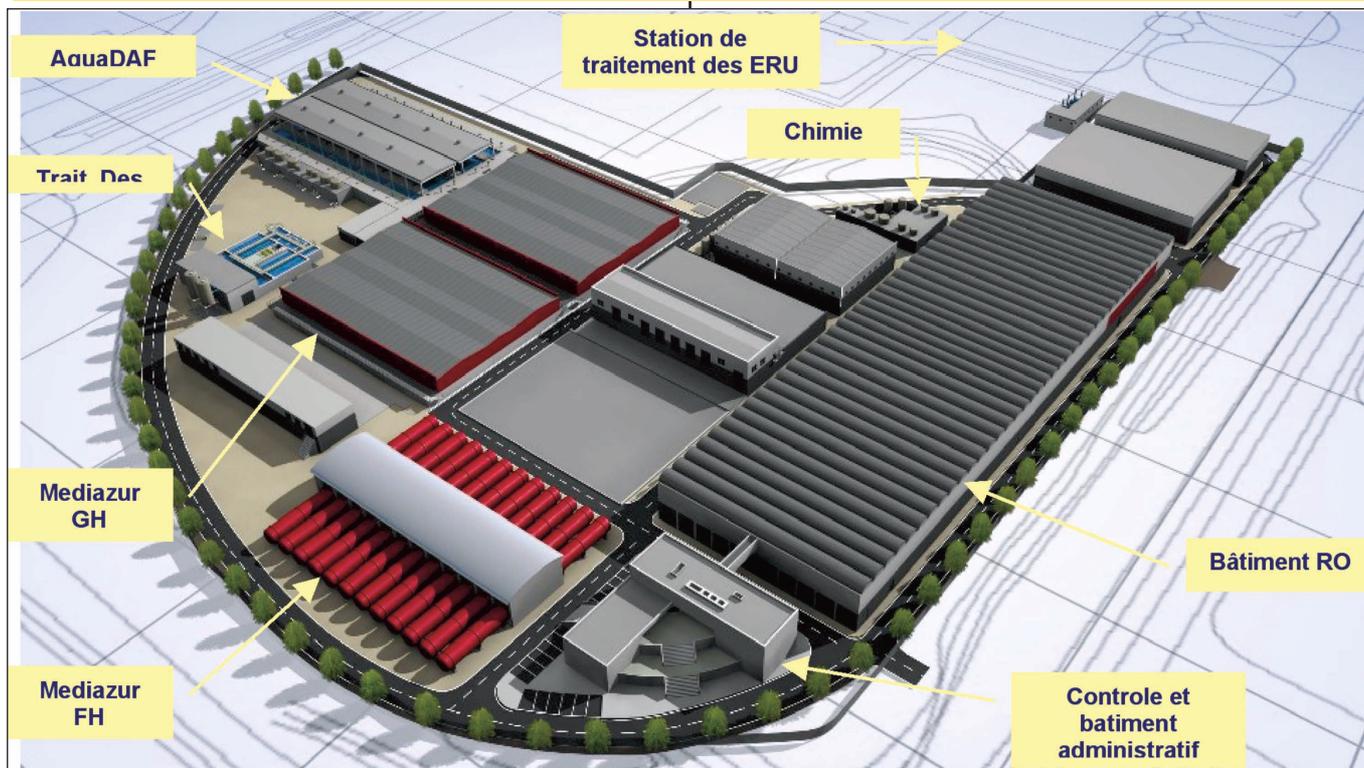
**Figure 5 :** Barcelone (Espagne) – Région gérée par ATLL



**Figure 6 :** Barcelone (Espagne) – Vue de la filière de traitement



**Figure 5 : Barcelone (Espagne) – Région gérée par ATLL**



## 2.2. Le contrat

L'installation a été conçue et construite par une joint venture Degrémont, Aigües de Barcelona et Dragados-Drace, contrat de construction associé à 2 ans d'exploitation qui seront assurés par Degrémont.

## 2.3. Description de l'installation

L'installation de dessalement d'eau de mer est située dans la zone industrielle El Prat, à côté de l'aéroport de Barcelone, en bordure de l'installation d'eau résiduaire de la ville. La prise d'eau est sous influence du port de Barcelone et du fleuve Llobregat. Pour cette raison, la prise a été positionnée à 2 km en mer, sous sur fond de 25 m. Une étude avait préalablement comparé cette solution avec des forages directionnels drainant radian de 300 m de long, mais qui avaient donné une qualité d'eau assez dégradée et aléatoire car plus exposée à l'eau du fleuve.

La filière de traitement comprend (Figure 6) :

- une flottation sur AquaDAF, la ressource étant sujette à des blooms d'algues périodiques,
- une double filtration sur filtre bicouche Mediazur successivement gravitaire puis sous pression,
- une filtration de sécurité sur cartouches 5  $\mu$ m,
- 10 racks d'osmose inverse eau de mer fonctionnant à un taux de conversion de 45%,
- une second passe partielle permet d'atteindre l'objectif de bore de 1 mg/L conformément à la réglementation européenne et espagnole.

## 3. RESUMES DES POINTS CLES DE LA CONCEPTION D'UNE INSTALLATION DE DESSALEMENT PAR OSMOSE INVERSE

Le procédé de dessalement pas osmose inverse a considérablement amélioré ses performances en matière de consommation d'énergie et pression de fonctionnement, qualité de perméat.

La définition des points d'entrée est une phase importante de l'optimisation du dimensionnement :

- caractéristiques de la ressource : température minimum et maximum, salinité,
- plage de débit, production annuelle,
- qualité de l'eau traitée : salinité, bore.

A partir de ces données, le dimensionnement de l'osmose inverse peut être optimisé: une ou deux passes, taux de conversion et choix des membranes.

Le second point clé, clé du design et d'une exploitation optimisée, est le prétraitement, qui doit être conçu en adéquation avec la qualité de l'eau de mer à traiter :

- turbidité, matières en suspensions, exposition aux vents de sable
- risque de blooms d'algues,
- matières organiques.

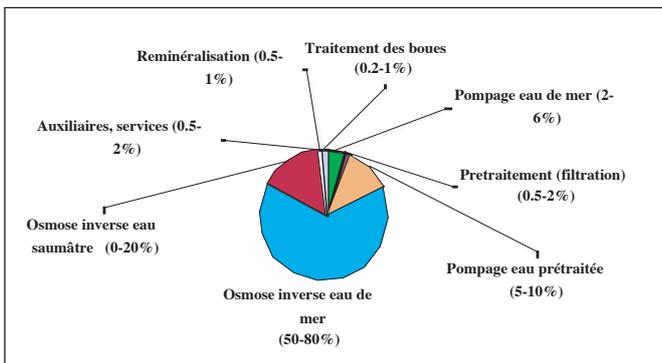
La position et le dimensionnement de la prise d'eau impactent de façon significative la qualité de l'eau arrivant à l'usine de dessalement.

Le prétraitement sélectionné sera plus ou moins complexe, mais devra assurer la production d'une eau compatible avec un fonctionnement stable de l'osmose inverse.

#### 4. ORDRE DE GRANDEUR DE COÛT DE FONCTIONNEMENT

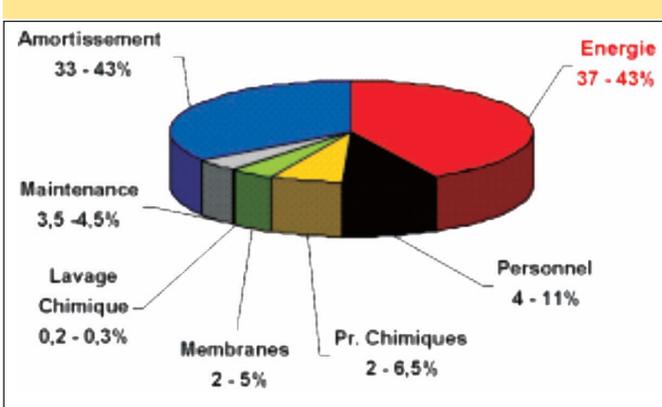
La répartition des coûts de fonctionnement sont principalement dominés par le poste énergie. La figure 8 présente une répartition des principaux postes consommateur d'énergie sur une usine de ce type.

**Figure 8 :** Principaux postes de consommation d'énergie sur une installation de dessalement



La figure 9 confirme le poids représenté par le poste énergie sur le coût de l'eau.

**Figure 9:** Coût d'exploitation répartie par poste



Le coût de construction est lui fortement impacté par les postes suivants :

- génie civil, lié à la position de l'installation,
- prise d'eau: suivant le type de côte et la capacité de production de l'installation, prise d'eau par puits côtiers, forage directionnel, micro-tunnel, tunnel ou simple pose d'un tuyaux en polyéthylène sur le fond marin,
- le prétraitement sera plus ou moins complexe, allant d'une simple filtration sur sable de protection à un traitement multi-étagé,

- l'étagé d'osmose inverse eau de mer est le principale poste de dépense, avec des équipements particuliers, pompes haute pression, tuyaux haute pression en métallurgie résistante à la corrosion de l'eau de mer,
- une seconde passe partielle ou totale sera nécessaire pour atteindre les objectifs de traitement,
- enfin de traitement de potabilisation sera dimensionné en fonction des objectifs de reminéralisation (et de la protection associée du réseau de distribution d'eau potable).

#### CONCLUSION

Les deux exemples présentés permettent d'avoir une vue globale de l'état de la technologie de dessalement utilisés dans les projets de production d'eau potable à partir d'eau de mer.

Simple contrat de construction, associé à des contrats d'exploitation courts terme, à des contrats long terme pouvant dépasser 25 ans, les schémas sont nombreux et doivent être adaptés aux contraintes locales, et optimisés projet par projet.

#### Références Bibliographiques

1. V. Bonnelye, G. Mercer, L. Daniel, S. Sibma, N. Winsor, G. Crisp, Perth reverse osmosis facility: an environmentally integrated desalination plant, 2nd IWA- ASPIRE Conference & Exhibition, Perth, Oct. 2007.
2. Miguel Angel Sanz, Ignacio del Campo, Gerardo Cremer, Veronique Bonnelye, Francisco Beltrán, Tomás Cazorra, Carlos Miguel, Barcelona: 200,000 m3/day of Potable Water coming from Mediterranean Sea, IDA international congress, Maspalomas, Canaries island, Sept 2007.