

CPET, Continued
Professional
Education
and Training



THE MIDDLE EAST DESALINATION RESEARCH CENTER

Estimation de coût d'usines de dessalement par SWRO

*1ère journée : Notions de base de coût
d'usine de dessalement*

25 juin 2013

15h45 - 16h30

*1.5 Coûts de construction
de traitement ultérieur, de
gestion des concentrés et
d'autres installations*



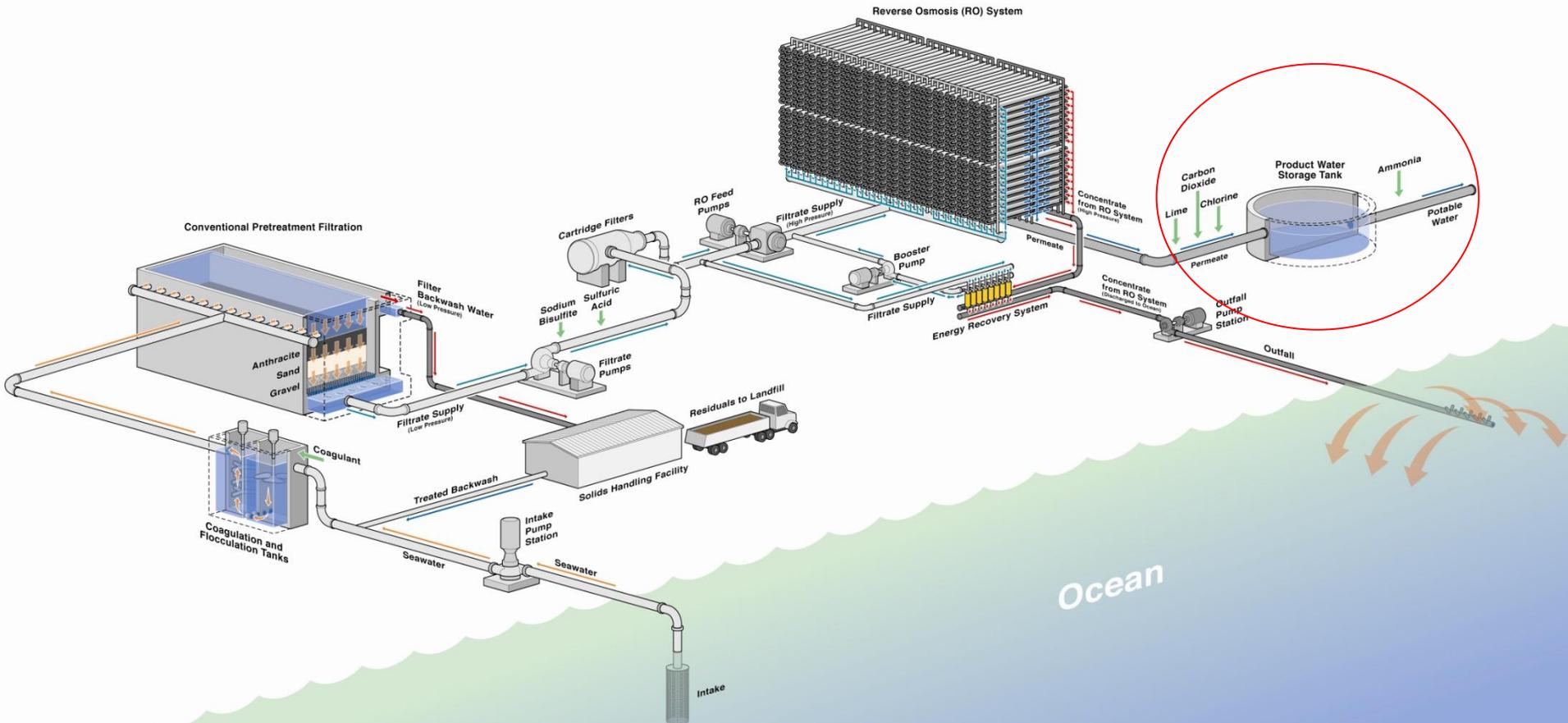
Water Globe Consulting

Nikolay Voutchkov, IP, ICCE

Coûts de construction d'autres installation - Aperçu

- Coûts de traitement ultérieur
- Coûts d'élimination des concentrés
- Coûts de manutention des déchets et des substances solides
- Coûts de système électrique et d'instrumentation
- Coûts des équipements et installations auxiliaires et de service
- Coûts des bâtiments
- Coûts d'essais de démarrage, de mise en service et d'acceptation

Traitement ultérieur du perméat



Traitement ultérieur

- Objectifs de contrôle de corrosion :

Alcalinité > 40 mg/L (en tant que CaCO_3) ;

Potentiel de précipitation maximale de carbonate de calcium (CCPP) – 4 à 10 mg/L en tant que CaCO_3 ;

Taux de Larson < 5 ;

Dureté > 50 mg/L en tant que CaCO_3 ;

pH – 8,3 à 8,8.

- Désinfection et qualité de l'eau traitée :

Chloration ;

Chloramination ;

Stabilité de chlore résiduel - effet de bromure.

Ajout d'alcalinité

➤ Alcalinité de carbonates & bicarbonates :

Apport de pouvoir tampon en vue de prévention de variations de pH dans le système de distribution .

➤ Ajout d'alcalinité :

Ajout de NaOH ou de Ca(OH)_2 au perméat contenant de l'acide carbonique ;

Ajout d'acide carbonique + chaux ;

Ajout de carbonate ou de bicarbonate de sodium ;

Carbonate de calcium (calcite) filtres de contact.

Traitement ultérieur – Ajout de chaux



Éléments clé du système :

1. Silos à chaux et système d'alimentation
2. Contacteurs de chaux
3. Système d'alimentation en CO₂
4. Système d'ajout d'acide
5. Système d'ajout de NaOH

Traitement ultérieur – filtres à calcite

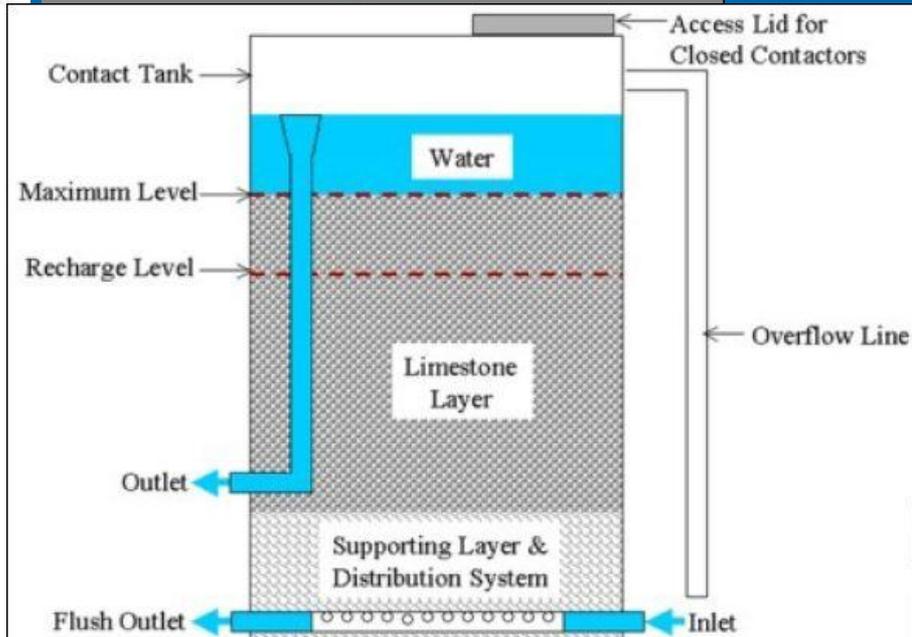
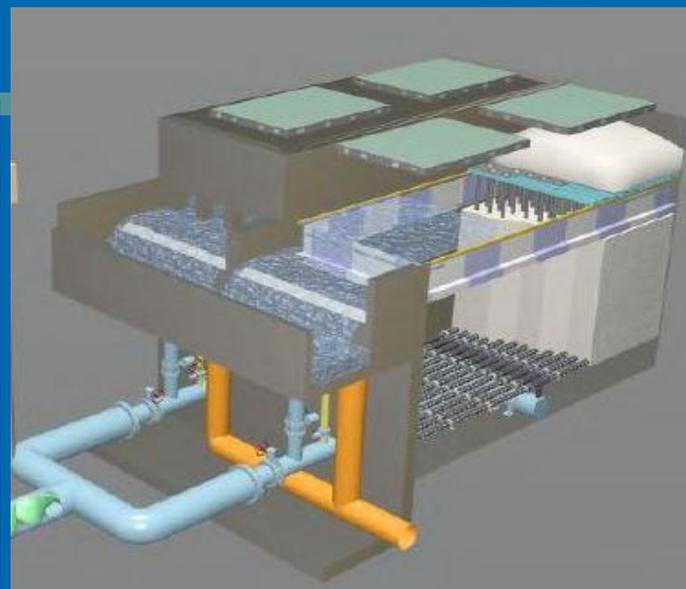
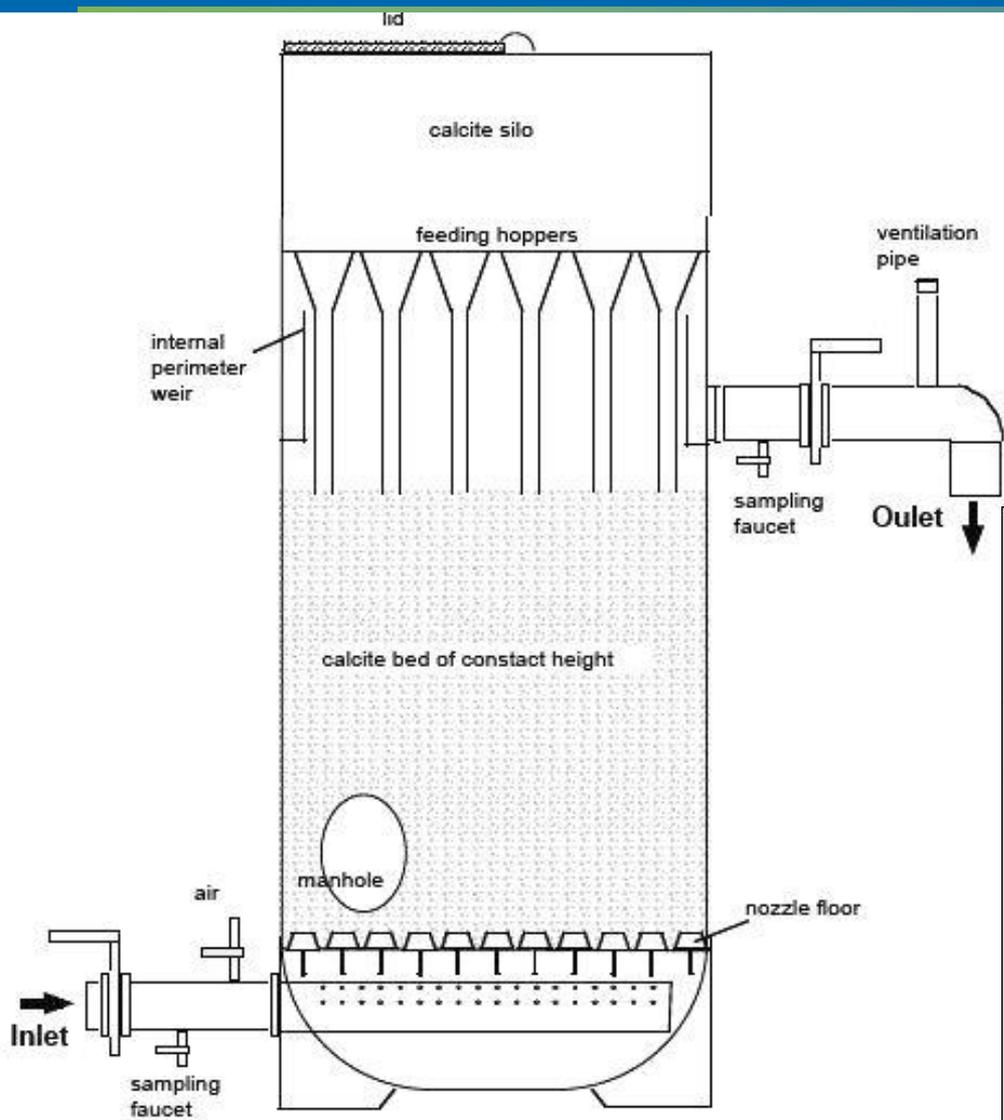
- Vérification de qualité du perméat en vue de conductivité ;
- Comparaison de qualité d'eau de trains d'OI individuels ;
- Vérification de qualité et de quantité d'alimentation chimique et de systèmes de mélange - chaux/calcite ;
- Vérification de turbidité de l'eau traitée –
La chaux est susceptible d'ajouter de la turbidité.



Contact à calcite
Filtres – Larnaca,
Chypre



L'usine de SWRO de Barcelone possède une des technologies de filtration de calcite les plus élaborées

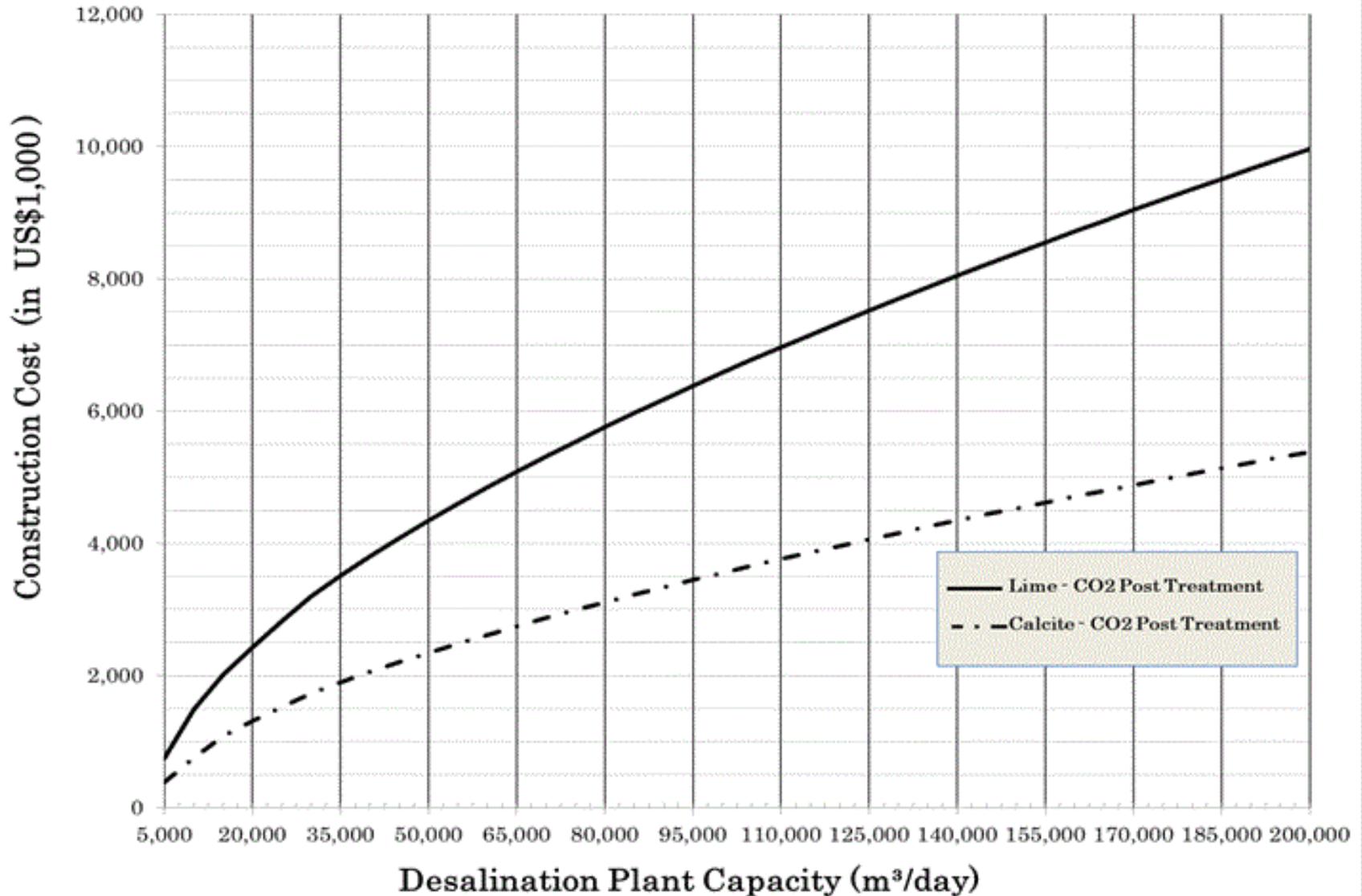


Traitement ultérieur

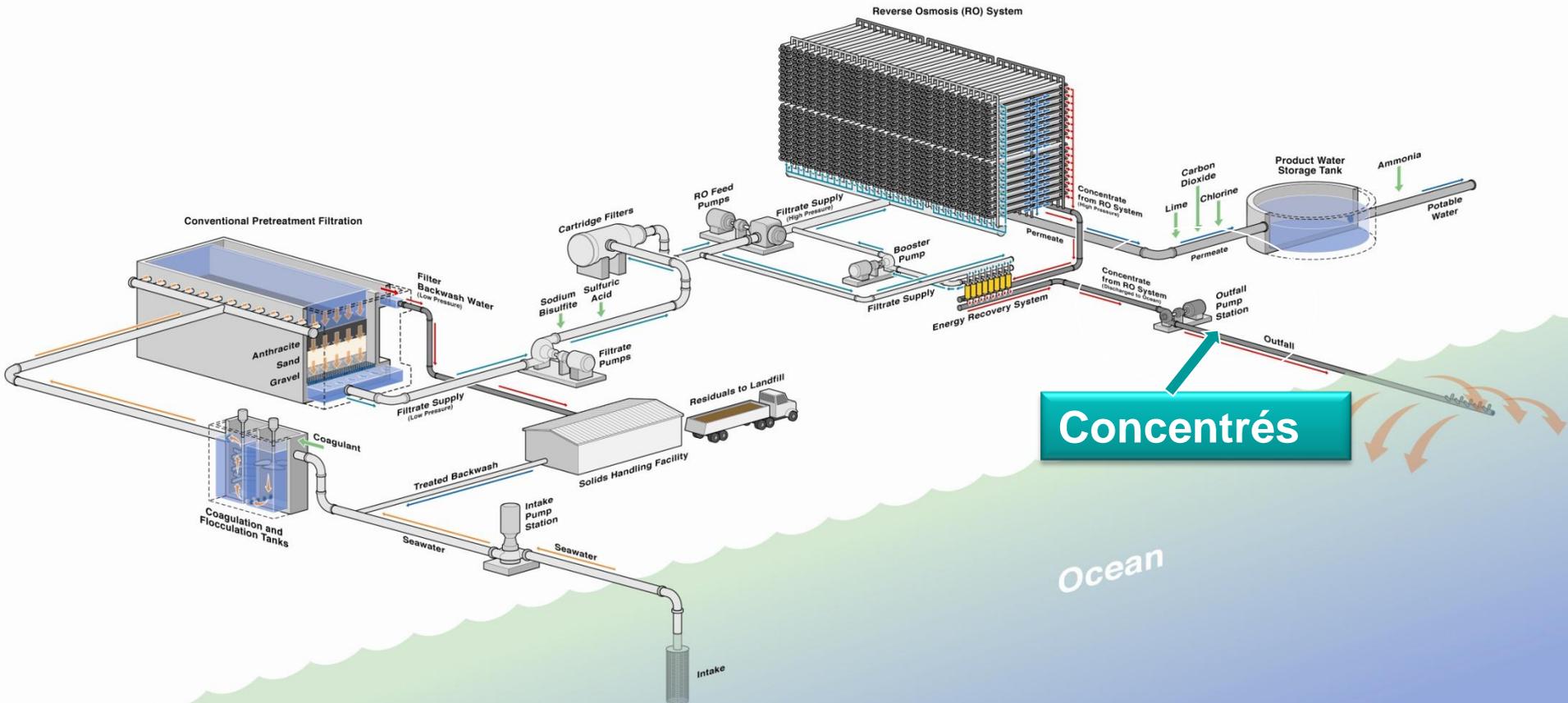
Coûts de construction

- Dépendants de la qualité de l'eau à sa sortie :
 - Dureté
 - Alcalinité
 - pH
 - Besoin en ajout d'inhibiteurs de corrosion
 - Type de désinfection
 - Besoin en ajout de fluorure et de magnésium dans l'eau potable
- Habituellement entre US\$80 et 275/m³/jour

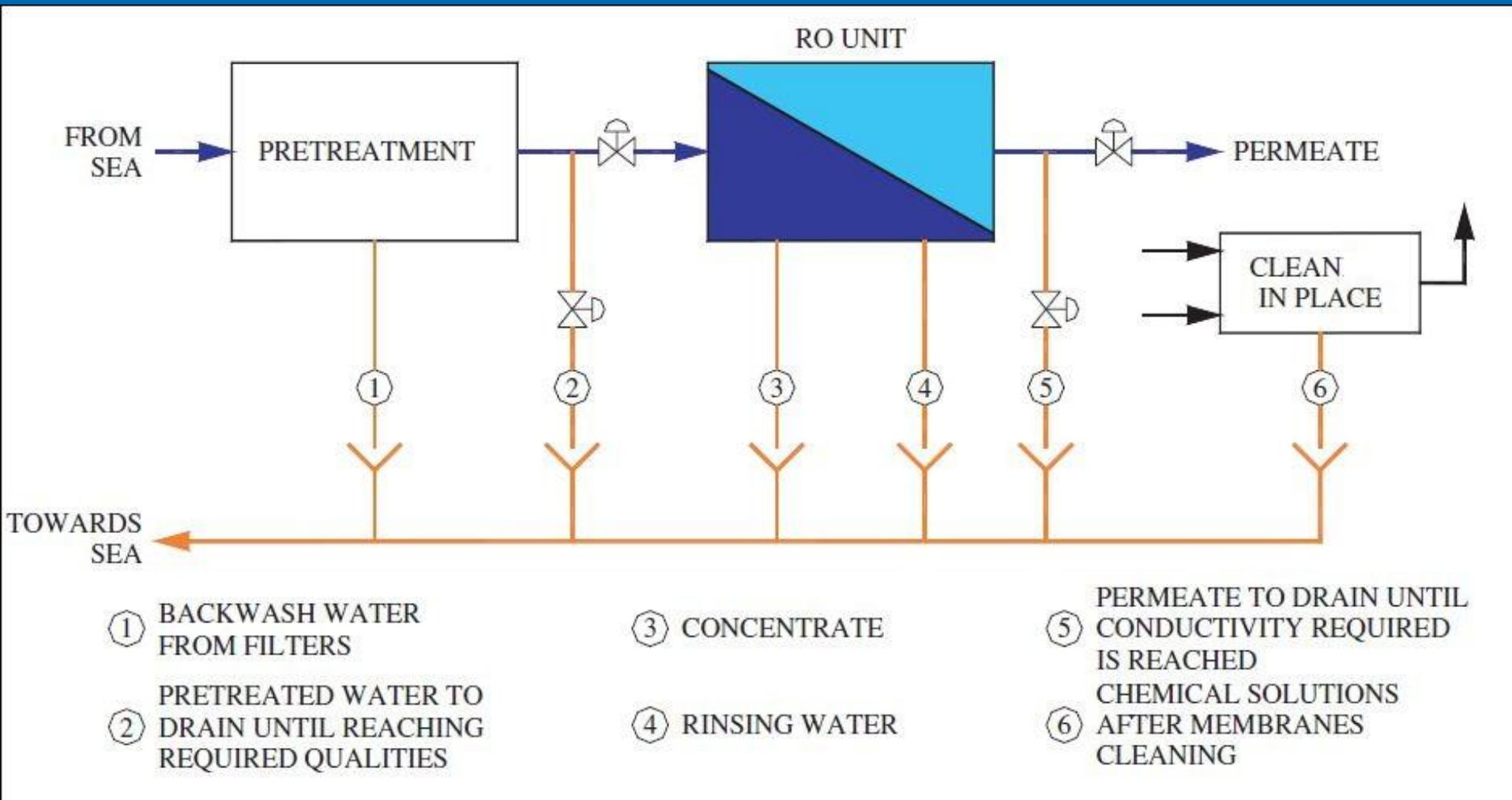
Coûts de construction de système à chaux et calcite/CO₂



Usine SWRO – Concentrés



Flux de déchets d'usine de dessalement



Salinité et flux de concentrés

$$\text{TDS}_{\text{concentrate}} = \text{TDS}_{\text{feed}} \left(\frac{1}{1 - Y} \right) - \frac{Y \times \text{TDS}_{\text{permeate}}}{100(1 - Y)}$$

$$Y = \frac{\text{Permeate flow rate}}{\text{Feed flow rate}}$$

$$Q_{\text{concentrés}} = Q_{\text{perméat}} (1/Y - 1)$$

Y- Taux de récupération de l'usine (%)

Exemple :

Capacité de production de l'usine, $Q_{\text{perméat}} = 2,0 \text{ ML/j}$;

Récupération de l'usine, $Y = 45 \%$ (c.à.d., 0,45) ;

$$Q_{\text{concentrés}} = 2,0 \text{ ML/j} (1/0,45 - 1) = 2,4 \text{ ML/j}$$

Concentrés – Solutions d'élimination alternatives les plus largement utilisées

- Rejet direct en mer par conduit d'évacuation
- Rejet à l'égout sanitaire
- Rejet commun avec l'eau de refroidissement de l'usine



Rejet direct en mer par conduit d'évacuation

- Utilisé dans de grandes installations – Toutes les usines de SWRO australiennes ; à Ashkelon, en Israël ; à Point Lisas, sur l'île de la Trinité ; les usines de dessalement à Chypre et la plupart des usines en Espagne.
- Questions clé – Lieu convenant au mélange et à la dilution
- Difficile d'obtenir un permis environnemental
- Coûteux pour les grandes installations – nécessite généralement la construction d'une structure de conduit

Solutions alternatives en vue de dispersion de rejets salins

- Utilisation de mix énergétique & capacité de transport en zone de marée – rejet près des côtes ;
- Mise à profit de la flottabilité de déversements d'eaux douces existantes (conduit d'évacuation de station d'épuration existant) ;
- Mise à profit de la flottabilité de déversements thermiques existants (conduits d'évacuation d'eaux de refroidissement de centrale électrique) ;

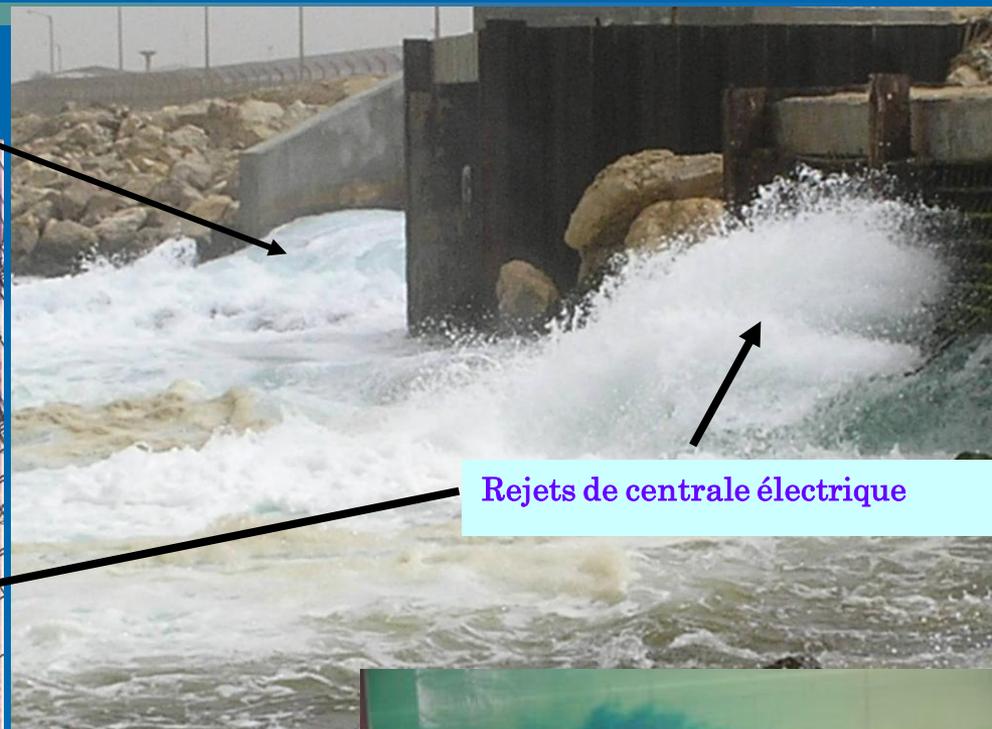
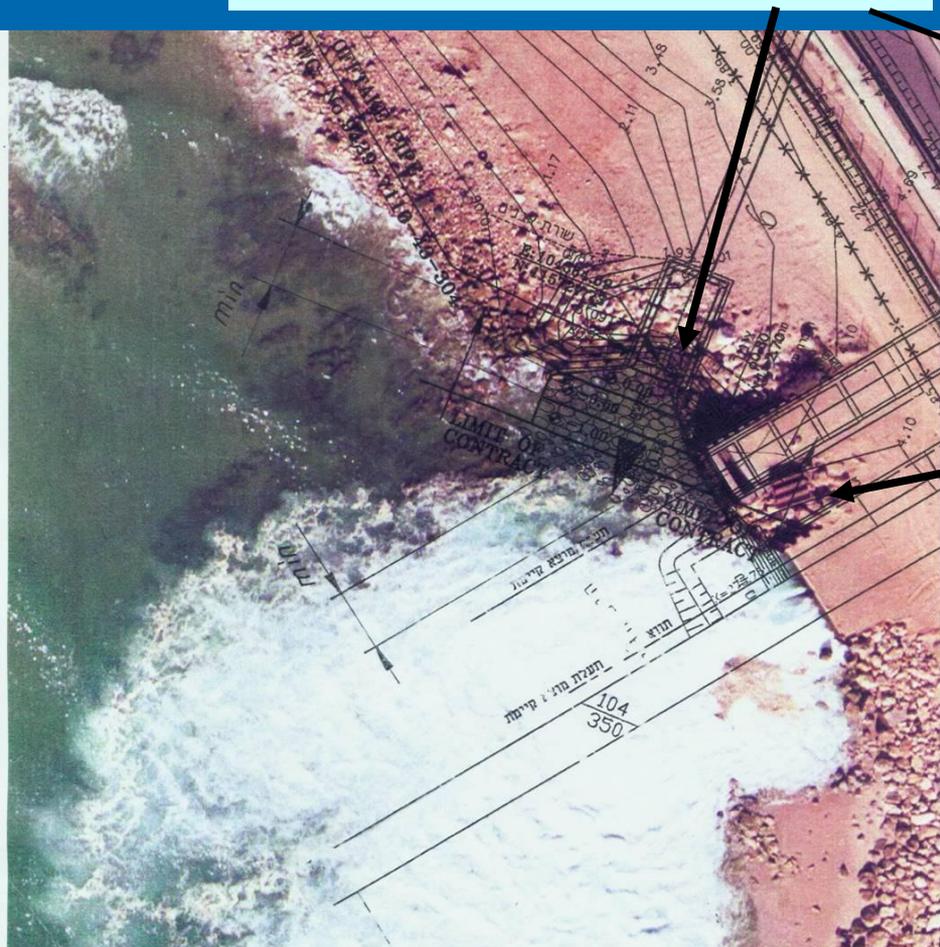
Rejet près des côtes – Option à coûts limités courante

- Les structures de rejet près des côtes sont habituellement plus aisées à construire et à exploiter que les systèmes d'évacuation longue distance



Rejet près des côtes par rapport au rejet par diffuseur

Rejets d'usine de dessalement



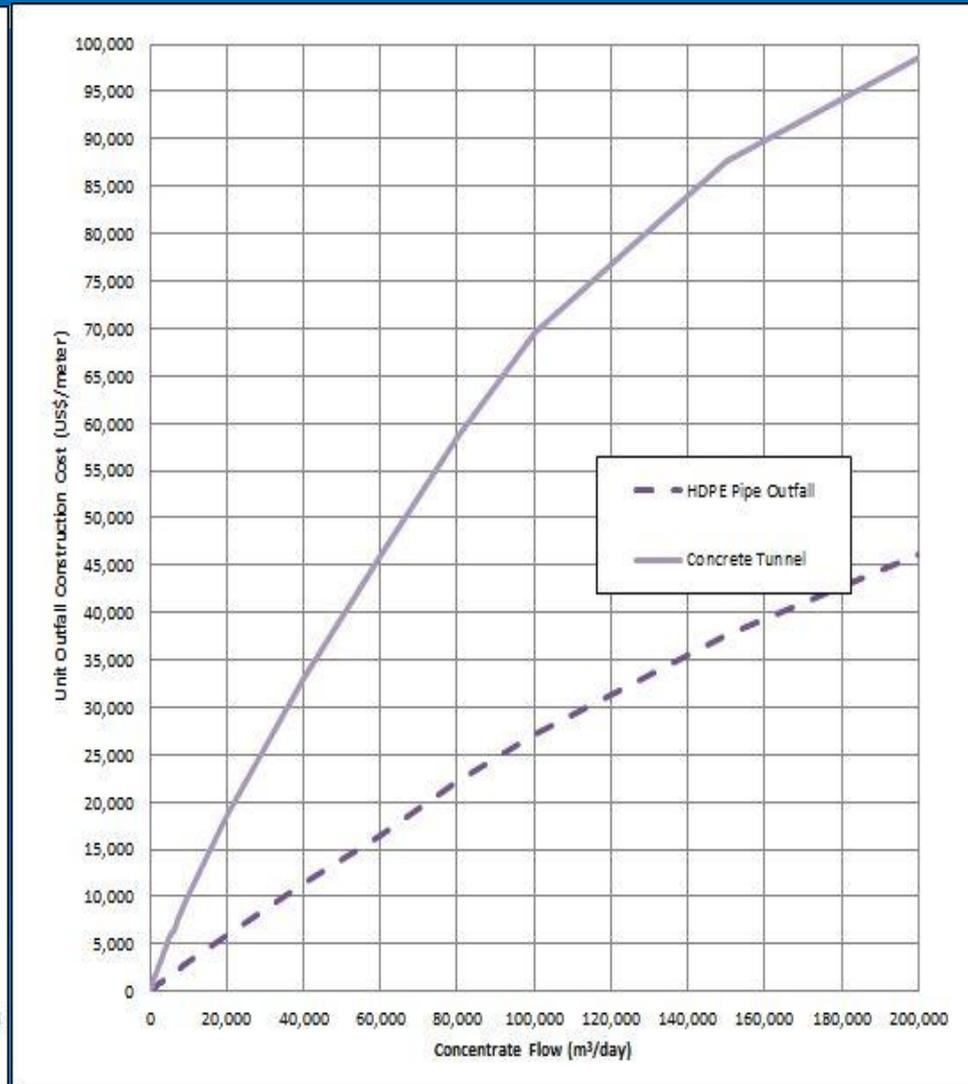
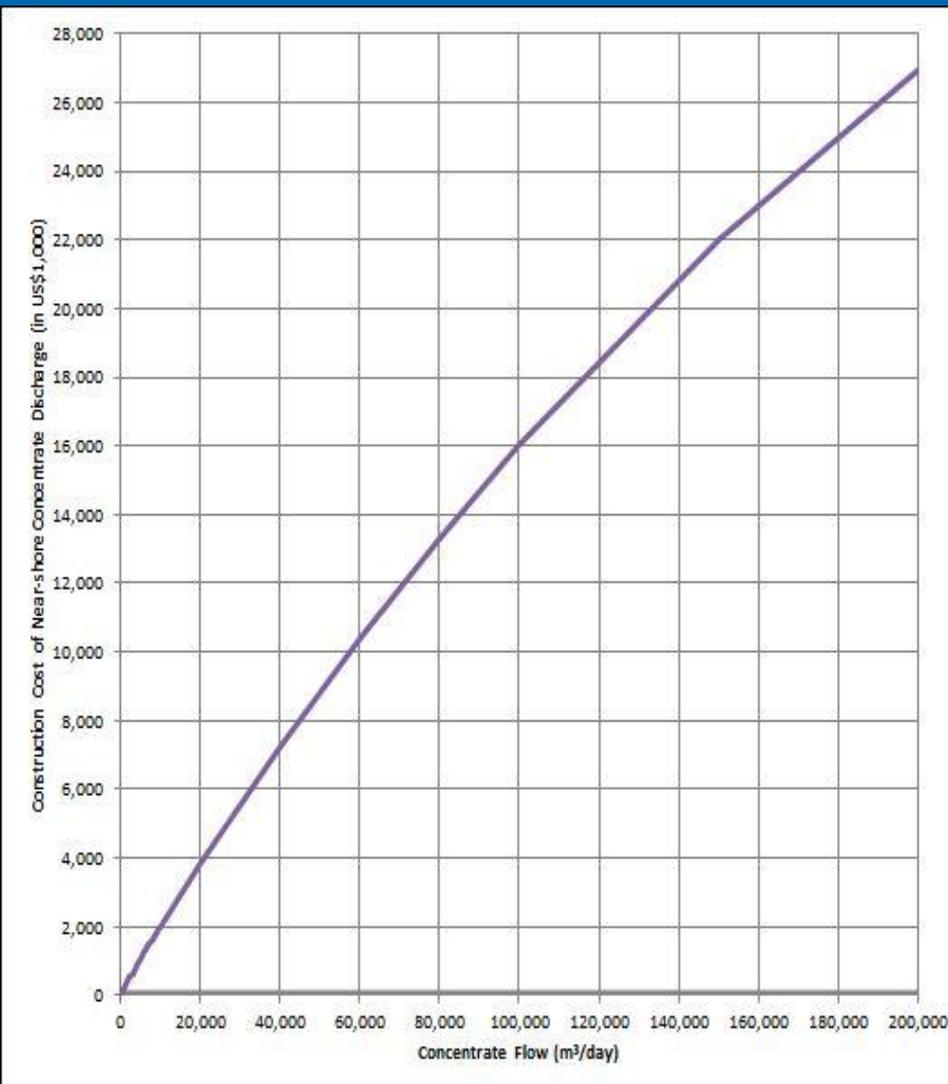
Rejets de centrale électrique



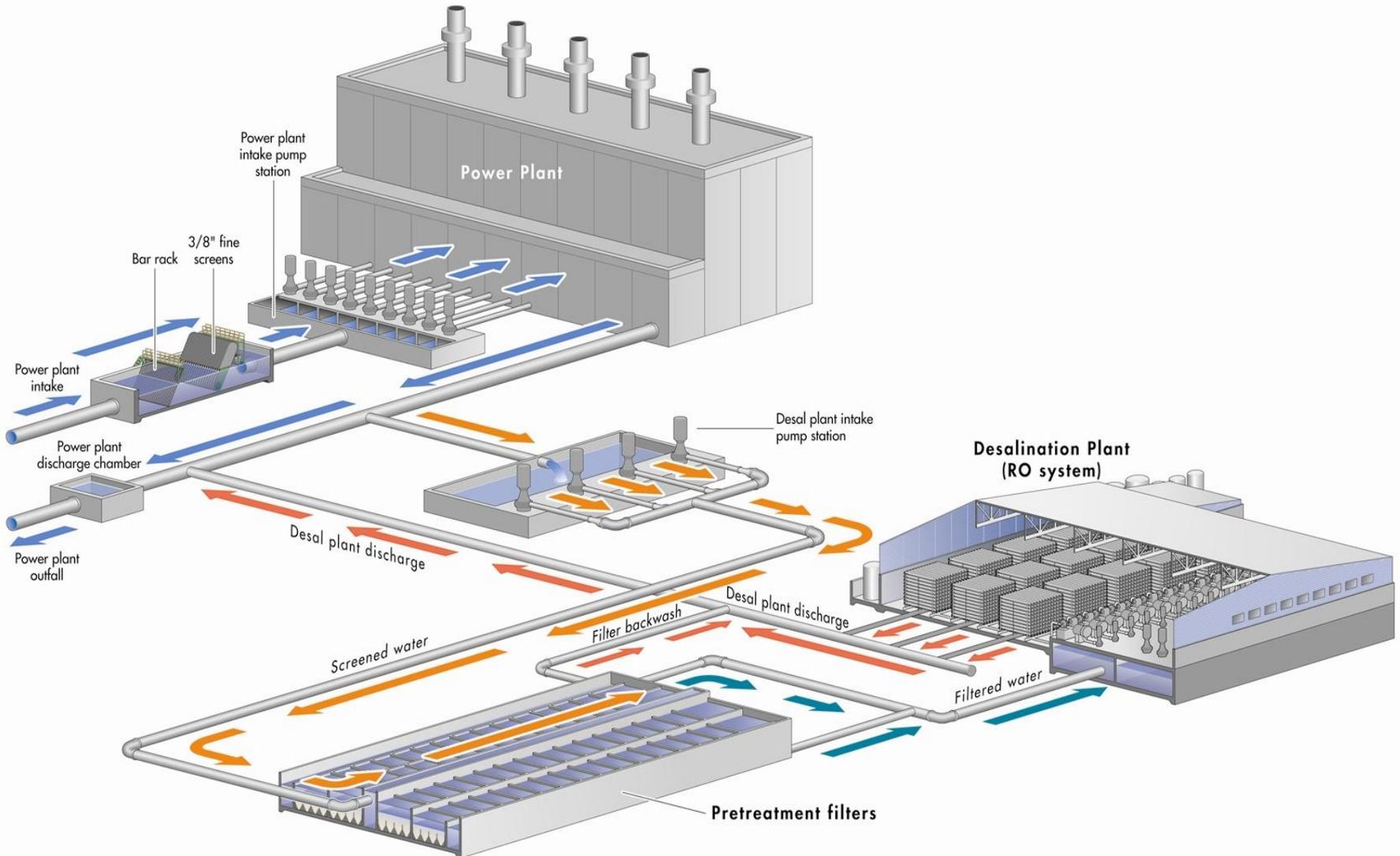
Rejets par diffuseur

USINE DE DESSALEMENT D'ASHKELON

Coûts de rejets près des côtes par rapport aux rejets en mer



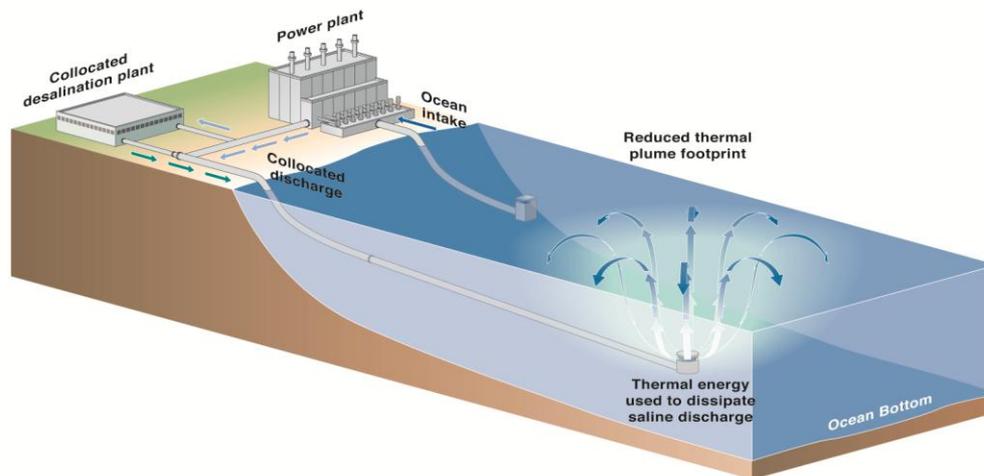
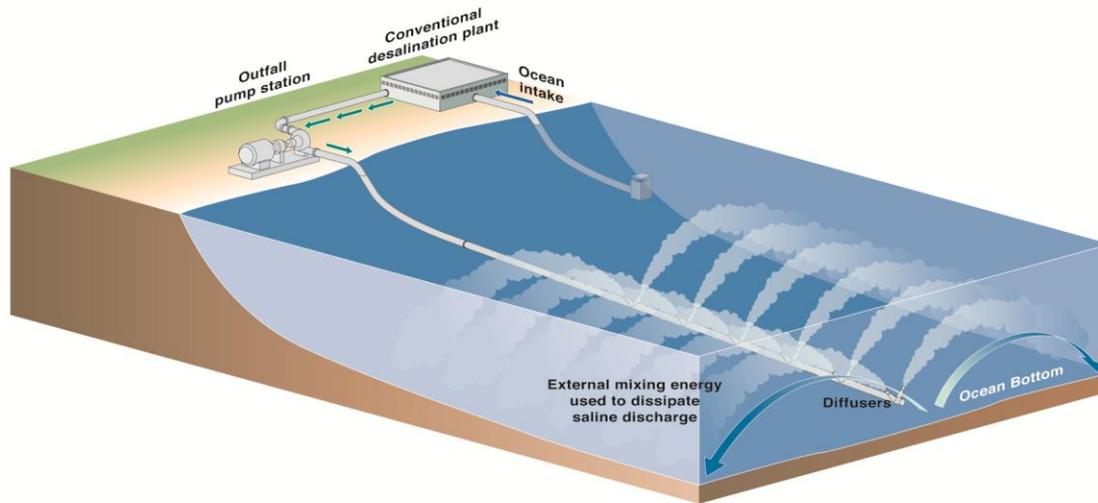
Concept de collocation avec centrale électrique



Avantages principaux de la collocation avec centrale électrique

- Dissipation mutuelle accélérée de salinité et de panaches thermiques.
- Construction de système d'évacuation distinct non nécessaire – 10 à 30 % d'économies de coûts de construction.
- Impact environnemental minimal :
 - Aucune perturbation de l'habitat côtier ni des fonds marin ;
 - Aucune source nouvelle d'eau de mer recueillie – entraînement minimisé.
- Économies de coûts de source d'énergie.

Comparaison entre rejets basés sur la diffusion et rejets en collocation



Coûts de construction de méthodes principales d'élimination des concentrés

Méthode d'élimination de concentrés	Coût de construction d'élimination (US\$/m ³ .jour)
Nouveau rejet d'eau en surface (nouvelle conduite d'évacuation dotée de diffuseurs)	50-750
Rejet d'usine de dessalement et de centrale électrique en collocation	10-30
Rejet d'eaux usées de traitement d'usine en co-élimination	30-150
Rejet en égout sanitaire	5-150
Injection en puits profond/plage	200-625
Bassins d'évaporation	300-4500
Micro-irrigation	200-1000
aucun rejet de liquide	1500-5000

Note: US\$1/m³/jour=US\$3785/MGD

Coûts de manutention des déchets et des substances solides

- Dépendants de :
 - La concentration totale de solide en suspension de l'eau à sa source
 - L'acceptabilité de décharge de solides en mer de la part de l'organisme de réglementation environnementale
- Habituellement entre US\$15 et 75/m³.jour en vue de construction de bassin de rétention et d'égalisation et
US\$20 – 180/m³.jour en vue de système de manutention mécanique par déshydratation

Coûts de système électrique et d'instrumentation

- Dépendants de :
 - La salinité
 - La température
 - Le nombres d'étapes & de passages RO
 - Le niveau d'automatisation de l'usine
 - La distance de l'usine par rapport à la source d'alimentation en électricité à haute tension
- Habituellement entre US\$100 et 250/m³/jour

Coûts de construction des équipements et installations auxiliaires et de service

➤ Dépendants de :

- La qualité de l'eau à sa source
- Le volume de personnel
- La capacité de l'usine

➤ Habituellement entre US\$30 et 150/m³/jour

Coûts de construction de bâtiments

- Dépendants de :
 - La qualité de l'eau à sa source
 - Le volume de personnel
 - La capacité de l'usine
- Habituellement entre US\$50 et 100/m³/jour

Coûts de construction associés aux essais de démarrage, de mise en service et d'acceptation

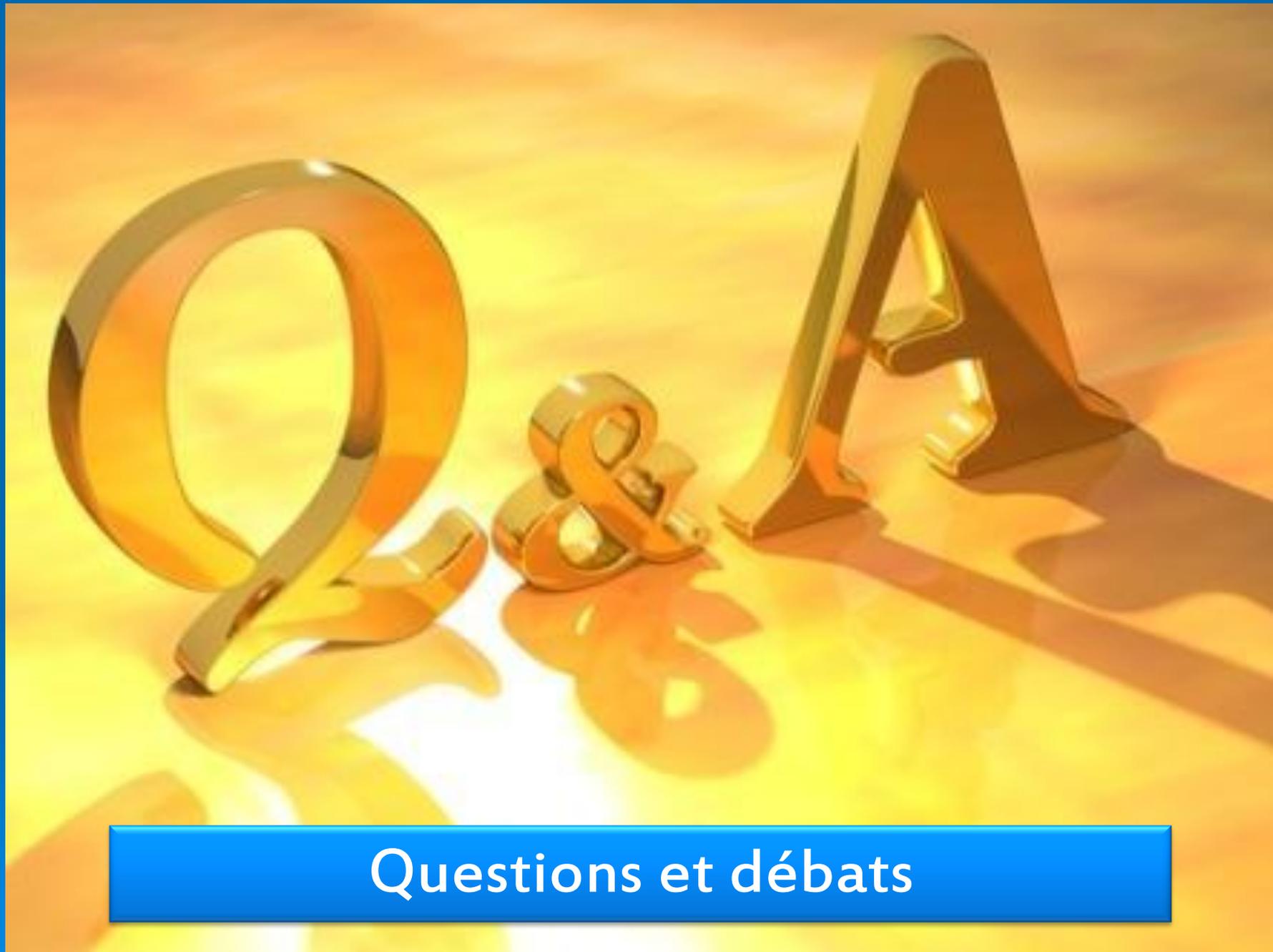
- Dépendants de :
 - La qualité de l'eau à sa source
 - La capacité de l'usine
 - La complexité de l'usine
 - Les exigences réglementaires
- Habituellement entre US\$40 et 80/m³/jour

Récapitulation des coûts d'investissement (directs) de construction

Poste de coût	Pourcentage de coût total d'investissement (%)	
	Projet de moindre complexité	projet de haute complexité

Coûts d'investissement directs (construction)

12. Préparation du site, routes et parking	1,5-2,0	0,6-1,0
13. Adduction	4,5-6,0	3,0-5,0
14. Prétraitement	8,5-9,5	6,0-8,0
15. Équipement de système d'OI	38,0-44,0	30,5-36,0
16. Traitement ultérieur	1,5-2,5	1,0-2,0
17. Élimination de concentrés	3,0-4,0	1,5-3,0
18. Manutention des déchets et substances solides	2,0-2,5	1,0-1,5
19. Systèmes électrique et d'instrumentation	2,5-3,5	1,5-2,5
20. Auxiliaires et Équipement et Utilitaires	2,5-3,0	1,0-2,0
21. Bâtiments	4,5-5,5	3,0-5,0
22. Essais de démarrage, de mise en service et d'acceptation	1,5-2,5	1,0-2,0
Sous total de coûts d'investissement direct (construction) (% du total des coûts d'investissement)	70,0-85,0	50,0-68,0



Questions et débats