

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES EN AGRICULTURE AU MAROC

Bilan de plusieurs années de recherche

The background of the slide features a dark blue gradient with several concentric, light blue circular ripples that resemble water droplets or raindrops, positioned primarily in the lower half of the frame.

Pourquoi réutiliser les eaux usées épurées au Maroc?

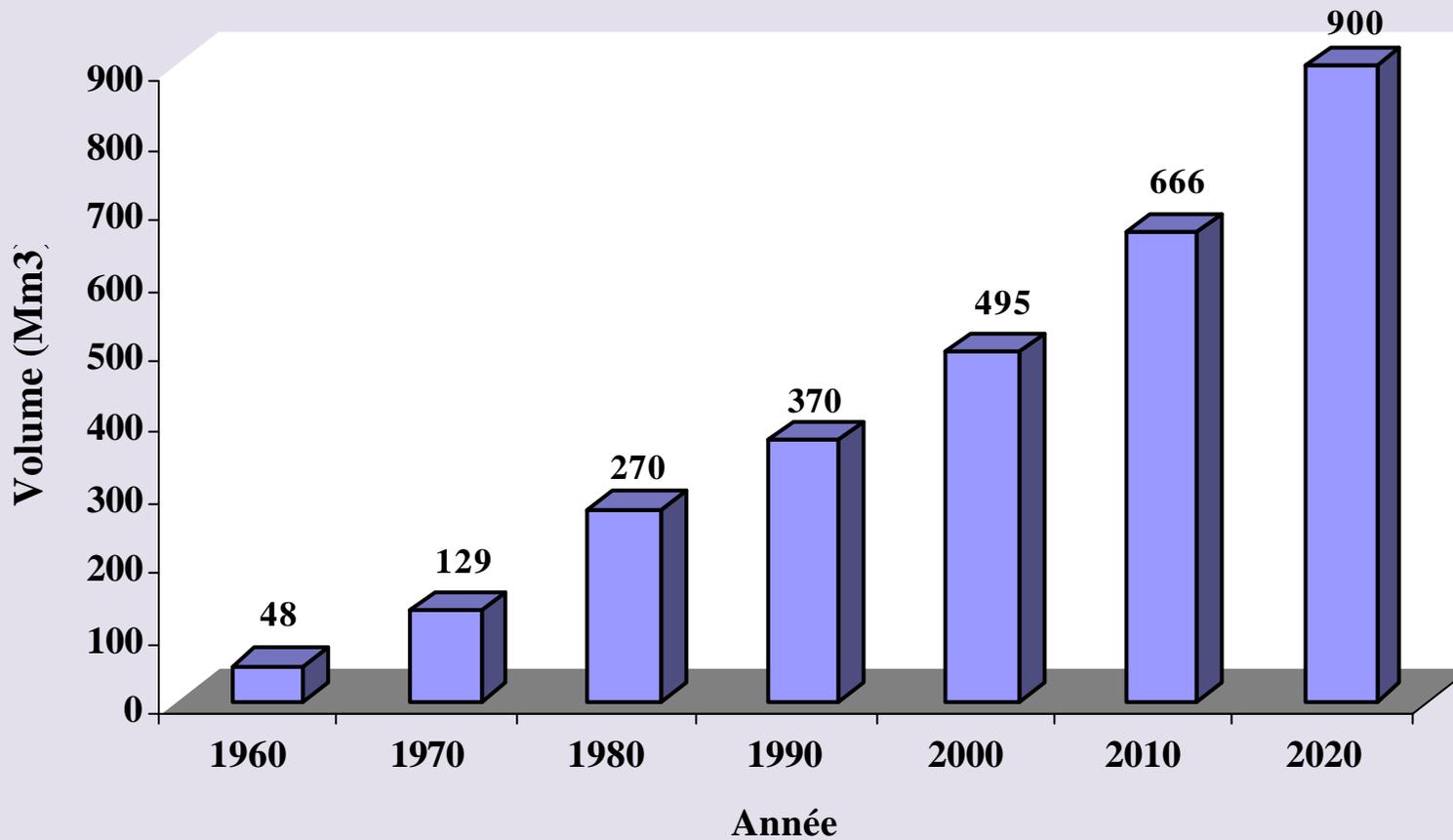
- ★ Conditions climatiques: climat aride, mauvaise répartition des précipitations, sécheresse
- ★ Développement socio-économique et accroissement démographique
- ★ Rareté des ressources et déficit croissant en eau
- ★ Classement du Maroc parmi les pays en situation de Stress hydrique chronique ($< 1000\text{m}^3/\text{hab./ an}$),

Population et disponibilité annuelle des ressources en eau au Maroc

<i>Année</i>	<i>1955</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>	<i>2025</i>	<i>2050</i>
<i>Population (Million)</i>	10,132	24,334	30,000	40,650	47,858
<i>Disponibilité (m³/hab.an)</i>	2764	1151	1000	689	585

Stress Hydraulique (1000m³/hab/an)
(varie de 180m³/hab.an – 2200m³/ hab .an)

EVOLUTION DU VOLUME DES EAUX USEES BRUTES URBAINES ENTRE 1960 ET 2020



REPARTITION DES EAUX USEES REJETEES SELON LE MILIEU RECEPTEUR

Milieu récepteur	Volume rejeté en Millions de m3	%
Littoral atlantique méditerranéen	316	57,8
Oueds et Talwegs	230	42,2
Total	546	100

- 8 % des eaux usées rejetées sont épurées

Impact de la situation actuelle



Réutilisation des eaux usées brutes



Maladies Hydriques (risques sanitaires)



Pollution des Eaux superficielles



Pollution des nappes souterraines



Coût d'amélioration des ressources en eau
(1,4 Milliards d'Euro en 1992)

« **Besoin en investissement: 4.3 Milliard d' Euro (d'ici 2015) »** »

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES AU MAROC



Variante importante

Pour faire face à la rareté des ressources hydriques en :

- * soulageant l'exploitation des ressources hydriques (ressource supplémentaire non négligeable)

- * Protégeant les ressources hydriques contre la pollution (REU contrôlée)

Démarrage des projets d'épuration réutilisation

Depuis les années 80 → Démarrage des premières expérimentations de traitement avec intégration de la réutilisation

- Traitement des eaux usées suivant des méthodes qui s'adaptent à une réutilisation et à coût faible
- Réutilisée les eaux usées épurées suivant : des normes sanitaires, des pratiques d'irrigation et en veillant à la protection de l'environnement

**EXPERIENCES MAROCAINES
DANS LE DOMAINE**

EPURATION - REUTILISATION

SITUATION DES STATIONS D'EPURATION DES EAUX USEES AU MAROC

STEP	Nombre	En Fonction	Hors Service	Non Raccordée	Pourcentage en Fonction
Boues activées	20	12	5	3	60
Lits bactériens	11	5	6	0	45,5
Décanteurs-Digesteurs	17	2	13	2	11,8
Egouttage	3	0	3	0	0
Lagunage	13	7	5	1	53,8
Infiltration-percolation	2	2	0	0	100
Chenal Algal	3	1	1	1	33,3
Total	69	29	33	7	42,0

SITUATION DES PROJETS D'EPURATION -REUTILISATION

Projet	Système de traitement	Démarrage	Capacité de traitement	Population raccordée
Marrakech	Lagunage Facultatif	1985	380 m ³ /j	3000
Ouarzazate	Lagunage	1989	430 m ³ /j	4 300
Ben Sergao	Infiltration-percolation	1990	750 m ³ /j	15 000
Ben Slimane	Lagunage aéré	1997	5 600 m ³ /j	37 000
Drargua	Infiltration - percolation	1999	600 m ³ /j	5 700

A rectangular area with a light blue background filled with numerous small, realistic water droplets of varying sizes. The droplets are rendered with highlights and shadows, giving them a three-dimensional appearance. This area is framed by a double-line border in a slightly darker shade of blue.

CAS DE LA VILLE DE BEN SLIMANE

GENERALITES SUR LA VILLE DE BEN SLIMANE

- 👉 Situation géographique : 50Km au Sud Ouest de Rabat
- 👉 Population : 40 000 Habitants
- 👉 Raccordement au réseau
d'assainissement : 80 %
- 👉 Type du réseau : Unitaire

MONTAGE DU PROJET DE LA STEP DE BEN SLIMANE



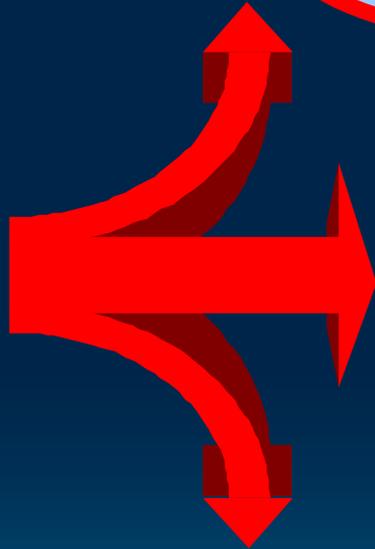
➤ Soutien Financier Canadien

OBJECTIFS DU PROJET

Epuration des eaux : Protection de l'environnement et de la santé publique

Economie de l'eau : Réutilisation en irrigation

Développement des potentialités touristiques de la région



TECHNOLOGIE DE POINTE DE LA STEP



basée sur une combinaison des techniques du lagunage naturel, améliorée par une légère aération et associée à un système d'affinage de la dépollution par des réservoirs profonds



STEP conçue pour un débit de 5600m³/j pour satisfaire les besoins de la ville au delà de l'horizon 2010

LES ETAPES D'EPURATION

La filière d'épuration comporte 4 étapes de dépollution :

PRETRAITEMENT



TRAITEMENT PRIMAIRE

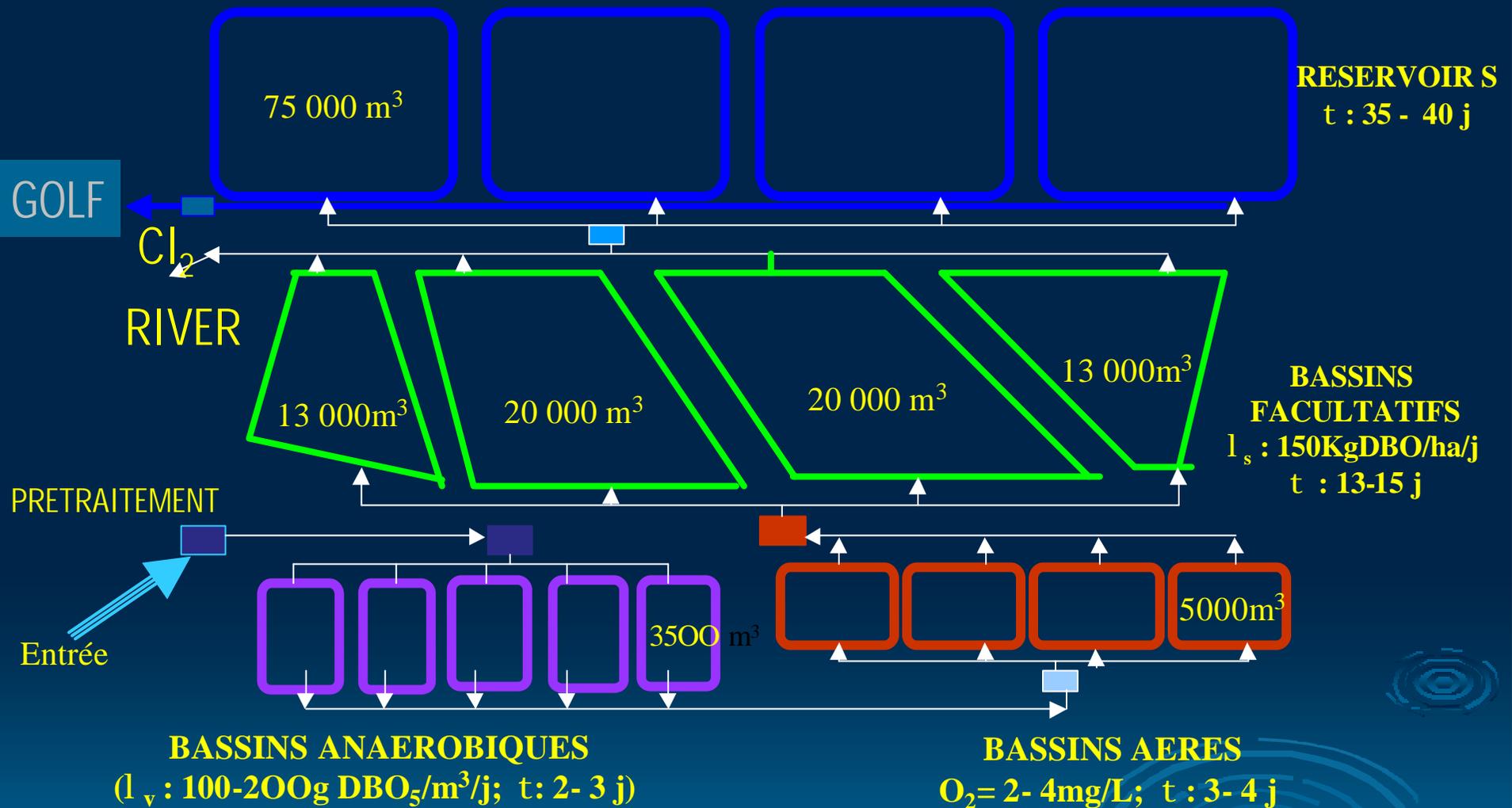


TRAITEMENT SECONDAIRE



TRAITEMENT TERTIAIRE

SCHEMAS DE PRESENTATION DE LA STEP DE BEN SLIMANE



PARTICULARITES

- LA MISE EN PLACE D'UNE LEGERE AÉRATION AU NIVEAU SECONDAIRE
 - L'ORIENTATION BIZARROÏDE(MAIS ESTHETIQUES) DES B.F. / VENTS DOMINANTS .
 - DISPONIBILITÉ D'UNE GRANDE FLEXIBILITÉ D'EXPLOITATION :
 - PRÉSENCE ENTRE CHAQUE ÉTAPE DES VASQUES D'HOMOGENÉISATION
 - STOKAGE DE GRANDES QUANTITES D'EAU
- 

PROTOCOLE D'INTERVENTION

Elaboré en commun accord entre les différents intervenant dans le cadre de ce partenariat

Points de prélèvement : 8 points

Fréquence de contrôle :

2 à 4 fois / mois durant le premier semestre 98

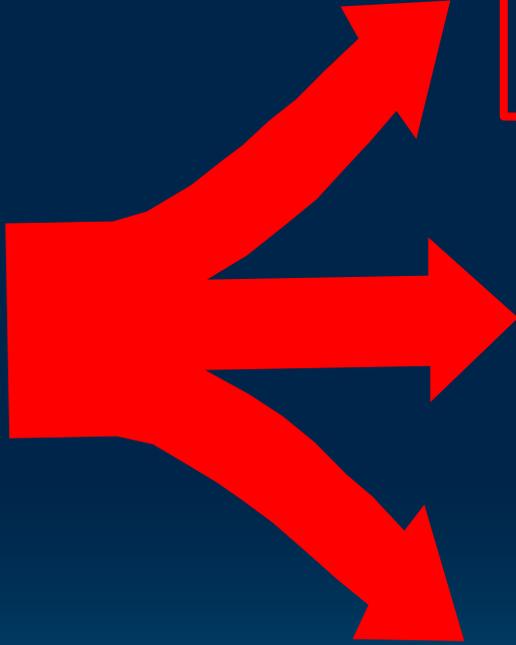
1 fois / mois durant entre 1998 et 2003

Paramètres contrôlés : Charge hydraulique, indicateurs de pollution physico-chimiques et biologiques

RENDEMENTS EPURATOIRES DE LA STATION DE BENSLIMANE DURANT 2000-2002

Paramètres	Entrée	Sortie	Rendement en %	Prescription CEE 1991
DBO5(mg O2/L)	135	23	83	79-90
DCO(mg O2/L)	365	63	83	75
MES(mg /L)	148	14	91	90
NTK(mg N/L)	56.11	24.43	56	70-80
P tot (mg P/L)	6.71	4.02	40	80
Coliformes Fécaux(germes/100m)	6Ulog	220	100	-
Œufs d'helminthes (nombre/L)	9	0	100	-

RENDEMENTS EPURATOIRES DE LA STEP AU NIVEAU DES BASSINS ANAÉROBIES



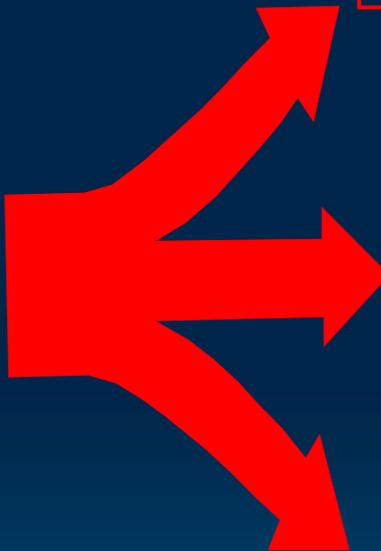
Sédimentation importante des œufs
d'Helminthes avec 90% d'élimination

Abattement des paramètres globaux de
pollution (MES, DB05, DCO) de l'ordre
50 à 60 %

Réduction bactériologique
négligeable

RENDEMENTS EPURATOIRES DE LA STEP

Au niveau du traitement secondaire



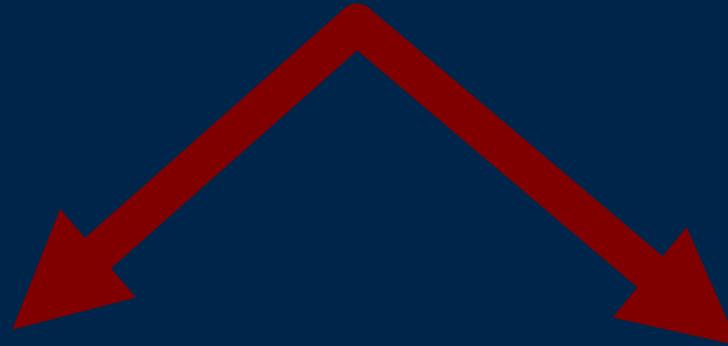
Elimination complète des parasites

Abattement des MES, DCO et DB05 de l'ordre de 10 à 20 %

Abattement des Coliformes Fécaux de 2Ulog (soit 50% des performances)

RENDEMENTS EPURATOIRES DE LA STEP

Au niveau des réservoirs opérationnels



**Abattement des
Coliformes Fécaux
excellent (5ULog)
avec absence totale
des germes**

**Abattement en DCO
et DBO insignifiant**

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION AU MAROC

CAS DE BEN SLIMANE (1997)

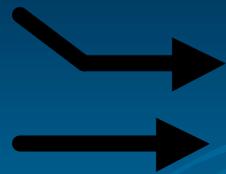
- ➡ **Techniques d'irrigation :** Irrigation par aspersion
 - ➡ **Zone d'Irrigation :** Terrains du Golf (100 ha)
 - ➡ **Résultats :** - Eaux usées épurées conformes aux directives OMS
 - importante valeur fertilisante (Apport d'environ 308 Kg/ ha d'Azote)
- ➡ (Intérêt manifeste du gestionnaire à réutiliser l'eau épurée)

REUTILISATION DES EAUX EPUREES DE LA STATION DE BEN SLIMANE POUR L'IRRIGATION DE PARCOURS DU GOLF

Aspect économique

Economie d'eau potable

- Economie sur l'eau potable
- Besoins en eau pour le golf: environ 3000 à 5000m³/j
- en 1998 on utilise au moyenne 1000m³/j



**Economie de 1000m³/j (98-2000)
environ 3000 à 5000 m³ /j 2000-2005)
(quantité non négligeable)**

REUTILISATION DES EAUX EPUREES DE LA STATION DE BEN SLIMANE POUR L'IRRIGATION DE PARCOURS DU GOLF

Aspect économique

Estimation de coût

- Coût d'investissement : 96.44 MDH (~ 10 M US DOLLARS)
- coût d'exploitation : 935,784 DH/ an (~ 97,322 US DOLLARS)
- coût de l'eau épurée produite : ~1.45 DH/m³ (~0.1508 US DOLLARS)
- prix de vente de l'eau épurée: 2 DH/m³ (~ 0.208 US DOLLARS)
- Prix d'eau potable : 4 DH/m³ (~ 0.416 US DOLLARS)

Conclusion sur les projets d'épuration réutilisation de Ben Slimane

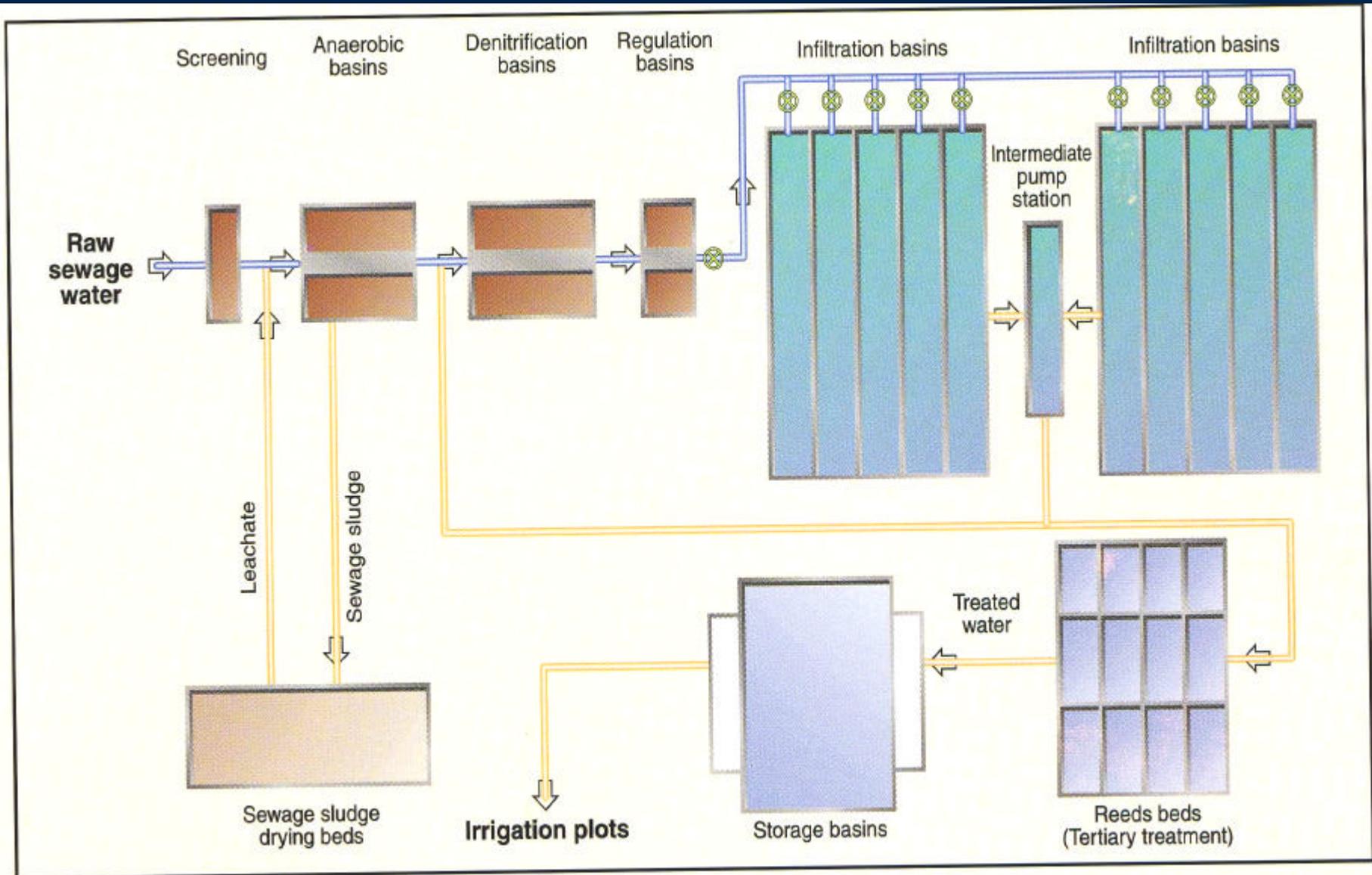
- 💧 Bonnes performances épuratoires quant à l'abattement de la pollution organique et microbiologique
- 💧 Atteintes des objectifs fixés : Protection du milieu et réutilisation des eaux épurées pour l'irrigation du Golf.
- 💧 La généralisation de ce système pourrait représenter une bonne alternative de gestion dans des endroits à situation similaire.

Problèmes négligés et rencontrés

- 💧 Système d'irrigation non bien adapté
- 💧 Sensibilisation non faite de manière suffisante
- 💧 Suivi de l'impact de la réutilisation avec les eaux usées épurées sur l'environnement non bien étudié
- 💧 Détection d'un vide sur le plan organisationnel du à un manque de coordination

A rectangular area with a light blue background filled with numerous water droplets of varying sizes. The droplets are rendered with soft shadows and highlights, giving them a three-dimensional appearance. This area is framed by a double-line border in a slightly darker shade of blue.

CAS DE LA VILLE DE DRARGUA



REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION AU MAROC

CAS DE DRARGUA (2000)

Performances épuratoires :

Paramètres	Rendement en %	Prescription CEE 1991
DBO5(mg O2/L)	98	79-90
DCO(mg O2/L)	94	75
MES(mg /L)	99	90
NTK(mg N/L)	96	70-80
P tot (mg P/L)	72	80
Coliformes	99,9	-
Fécaux(germes/100m)		
Œufs d'helminthes (nombre/L)	100	-

Résultats : Bonnes performances épuratoires

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION AU MAROC – Cas de Drargua-

Systèmes d'irrigations utilisées :

☞ **Irrigation localisée**

Superficie irriguée :

☞ **8 ha (environ 16 ha vers 2010)**

Cultures irriguées :

☞ **Céréales- cultures fourragères- cultures maraichères**

REUTILISATION DES EAUX USEES EPUREES POUR L'IRRIGATION AU MAROC – Cas de Drargua-

Aspect agronomique et économique

- ➡ **Gain net sur l'eau : environ 61 – 159 Euro/ha**
- ➡ **Gain en fertilisants : 120- 361 Euro/ ha**
- ➡ **Acroissement du rendement des cultures (Double)**

Conclusion sur les projets d'épuration réutilisation de Drargua

Particularités du système

- système performant et à coût raisonnable,
- Variante dénitrification qui réduit les taux de nitrates produits suite au système infiltration percolation,
- Recouvrement total des coûts

Problèmes rencontrés

- Problèmes ponctuels de gestion,
- Institutionnel

CONCLUSION

✓ Réalisation des projets pilotes d'épuration et de réutilisation des eaux usées qui ont permis :

- Conformité des effluents avec les Directives OMS
- protection de l'environnement et de la santé de la population,
- Disponibilité d'une ressource hydrique additionnelle,
- nouvelles perspectives d'épuration et de réutilisation des eaux usées (Irrigation des parcours du Golf , espaces verts ou autres produits),
- Renforcement du contrôle de la qualité des eaux usées réutilisées
- Etude des aspects agronomiques,
- Elaboration des normes de la réutilisation des eaux
- Inclusion du volet réutilisation des eaux dans le Schéma Directeur d'Assainissement Liquide

PERSPECTIVES

- ✓ Réalisation et Généralisation des systèmes d'épuration et de réutilisation à grande nature et l'échelle nationale avec mise en place d'une gestion intégrée
- ✓ Amélioration de la coordination entre les intervenants
- ✓ Respect des textes législatifs
- ✓ Renforcement des capacités financières des communes
- ✓ Mise en place des dispositifs techniques et financières assurant une réutilisation sanitaire, contrôlée et pérenne
- ✓ Acceptation de la réutilisation par le Public