

# LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES : UNE SOLUTION ALTERNATIVE POUR LIMITER LA PÉNURIE DE L'EAU

Préparé par: Dr. Lotfi ZEGHADNIA

Département de Génie Civil

Université Mohamed Cherif Messaâdia,

Souk-Ahras

Séminaire National Sur la Réutilisation des Eaux  
Dans le Développement Industriel.

25 Avril 2018 – Annaba Hôtel MIMOZA Palace

# DÉFINITION DE LA REU

La réutilisation des eaux usées, ou recyclage, consiste à récupérer les eaux usées après plusieurs traitements destinés à en éliminer les impuretés, afin de stocker et d'employer cette eau à nouveau. Ou bien c'est la production des quantités complémentaires en eau pour différents usages afin de combler des déficits hydriques

# POUR QUOI LA RÉUTILISATION DES EAUX USÉES?

# SITUATION HYDRIQUE

- ❑ Le cycle de l'eau représente un équilibre à l'échelle du globe; ainsi, la quantité évaporée 505 000 km<sup>3</sup> (434 000 km<sup>3</sup> d'eaux océaniques et 71 000 km<sup>3</sup> d'eaux continentales) **est la même que celle qui tombe sous forme de précipitations** (398 000 km<sup>3</sup> d'eaux océaniques et 107000 km<sup>3</sup> d'eaux continentales),
- ❑ Selon le Water Resources Industry (1992), 250 millions d'individus dans 26 pays se trouvent en pénurie d'eau et 400 millions vivent en stress hydrique,

# SITUATION HYDRIQUE

- ❑ La pénurie est définie lorsque la valeur des ressources renouvelables de l'eau par habitant et par an est inférieure à **1000 mètres cubes**, alors que le stress est défini si cette valeur est entre **1000 et 1700 mètres cubes/hab/année**.
- ❑ Selon le programme des Nations Unies pour l'environnement, actuellement **l'Afrique du Nord** et le Moyen Orient sont en **déficit hydrique (<1000M3/hab/année)**, d'ici 25 ans la moitié des pays en Afrique devraient manquer d'eau, tandis que la Chine et l'Inde seraient en stress hydrique

## EN ALGÉRIE, PLUSIEURS FACTEURS PEUVENT EXPLIQUER LA SITUATION DE STRESS HYDRIQUE:

- ⦿ le ratio ressources en eau par habitant et par an qui était de **1 500 m<sup>3</sup> en 1962** n'était plus que de **720 m<sup>3</sup> en 1990**, de **630 m<sup>3</sup> en 1998** et de **500 m<sup>3</sup> aujourd'hui**, traduisant ainsi le décalage par rapport à la croissance démographique,
- ⦿ La baisse de la pluviométrie depuis trois décennies, avec un pic de sécheresse en 2001-2002,
- ⦿ Le phénomène de désertification des sols qui accentue la menace de sécheresse ( et d'évapotranspiration ),
- ⦿ La croissance de la demande en eau ( multipliée par quatre en 40 ans ), notamment dans le Nord du pays et dans les zones urbaines
- ⦿ la surexploitation des eaux souterraines est souvent le seul moyen d'acquérir de l'eau douce dans la région, ce qui affecte la capacité productive et la durabilité des nappes aquifères

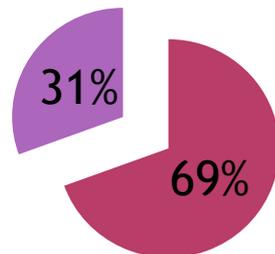
# RESSOURCES EN EAU EN ALGÉRIE

Les potentialités en eau sont estimées à **18 milliards de m<sup>3</sup>/an** répartis comme suit:

❖ **12,5 milliards de m<sup>3</sup>/an dans les régions Nord dont 10 milliards en écoulements superficiels et 2,5 milliards en ressources souterraines (renouvelables).**

❖ **5,5 milliards de m<sup>3</sup>/an dans les régions sahariennes dont 0,5 milliard en écoulements superficiels et 5 milliards en ressources souterraines ( fossiles ).**

■ les régions Nord      ■ les régions sahariennes



**Ressources en eau du pays**

# BESOIN EN EAU PAR SECTEUR

## Besoin en eau par secteur en Algérie

■ Irrigation ■ Industrie ■ Autres



LA SOLUTION?

Les eaux non conventionnelles

# LES EAUX NON CONVENTIONNELLES

On qualifie de ressources en **eau conventionnelles** :

- ◉ Les eaux superficielles, retenues par les barrages et les lacs collinaires.
- ◉ Les nappes d'eaux souterraines (phréatiques et profondes)

.

On qualifie de ressources en eau " **non conventionnelles** "

- ◉ Les eaux usées traitées,
- ◉ Les eaux saumâtres dessalées,
- ◉ Les eaux de recharge artificielle des nappes souterraines,
- ◉ Récupération des eaux pluviales des toitures des maisons.

# RESSOURCES EN EAU NON CONVENTIONNELLES DANS LE MONDE ARABE

Pays	Volume d'eaux usées produit (Mm <sup>3</sup> /an)	Volume d'eaux usées traité (Mm <sup>3</sup> /an)	Réutilisation des eaux usées traitées (Mm <sup>3</sup> /an)	Eau dessalée produite (Mm <sup>3</sup> /an)	Réutilisation des eaux de drainage (Mm <sup>3</sup> /an)
Algérie	820 (2002)	-	-	17,2 (2002)	-
Arabie saoudite	730 (2000)	547,5 (2002)	166 (2006)	1033 (2006)	-
Bahreïn	44,9 (1991)	61,9 (2005)	16,3 (2005)	102,4 (2003)	3 (2001)
Comores	-	-	-	-	-
Djibouti	-	0,14 (2000)	-	0,1 (1990)	-
Egypte	3760 (2001)	2971 (2001)	2971 (2000)	100 (2002)	10 967 (2001)

## Origines des eaux usées

Rejets  
domestiques

Rejets industriels

Eaux de  
ruissellement

## Origines des eaux usées

**Rejets  
domestiques**

**Rejets industriels**

**Eaux de  
ruissellement**

issues de  
l'utilisation de l'eau  
(potable dans la  
majorité des cas)  
par les particuliers  
pour satisfaire tous  
les usages  
ménagères

## Origines des eaux usées

Rejets  
domestiques

Rejets industriels

Eaux de  
ruissellement

2 Types

**les eaux vannes**, qui correspondent aux  
eaux de toilettes

**les eaux grises**, qui correspondent à tous  
les autres usages : lave-linge, lave-vaisselle,  
douche/bain, etc.

## Origines des eaux usées

### Rejets domestiques

issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers

### Rejets industriels

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels

### Eaux de ruissellement

## Origines des eaux usées

### Rejets domestiques

issues de l'utilisation de l'eau (potable dans la majorité des cas) par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers

### Rejets industriels

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels

### Eaux de ruissellement

Les eaux de pluie qui ruissellent sur les surfaces imperméabilisées, en général, en zone urbaine, sont collectées par un réseau qui peut-être le même que celui qui collecte les eaux usées, ou non.

# COMPOSITION DES EAUX USÉES

La composition des eaux usées est extrêmement variable en fonction de leur origine (industrielle, domestique, etc.). Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux micro-organismes. En fonction de leurs caractéristiques : physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes :

- *Les micro-organismes,*
- *Les matières en suspension,*
- *Les éléments traces minéraux ou organiques,*
- *Et les substances nutritives.*

# RÉUTILISATION DES EAUX USÉES TRAITÉES

## Historique:

- ◉ l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1989) a rapporté qu'à la fin du 19ème siècle, sans traitement préalable, ont été utilisés pour la production agricole, en particulier en Angleterre, en Allemagne, en Australie, aux Etats-Unis, en Inde et en France, et en 1904 au Mexique.
- ◉ 1856, en France -Paris- pour éviter les rejets dans la Seine, Paris adopta un programme d'épandage sur des champs agricoles dans la région parisienne,
- ◉ La Tunisie est le premier pays de l'Ouest méditerranéen à avoir adopté des réglementations en 1989 pour la réutilisation de l'eau,
- ◉ Le plus ancien périmètre irrigué au monde se trouve à Melbourne-Australie (créé en 1897) et il comporte 4000 ha

# DOMAINE D'UTILISATION

## **Utilisations urbaines :**

- ✓ Arrosage des espaces verts,
- ✓ Lavage des rues,
- ✓ Les chasses d'eau,

fontaines, auxquelles on peut ajouter une utilisation périurbaine qui se développe : arrosage des terrains de golfs, la lutte contre les incendies...Etc;

## **Eau Potable:**

La ville de Windhoek, en Namibie, est l'unique exemple de production directe d'eau potable à partir des eaux usées

# DOMAINE D'UTILISATION

## Utilisations agricoles – irrigation:

Les principaux bénéfices de la REUT pour l'agriculture sont :

- ❑ Une conservation des ressources en eau douce et leur allocation plus rationnelle, en particulier dans les pays en pénurie d'eau ;
- ❑ Un moyen d'éviter la pollution des eaux de surface en évitant le déversement d'eaux usées dans les plans d'eau ;
- ❑ Un apport naturel en nutriments (notamment azote, phosphore et potassium), donc des besoins en engrais artificiels réduits ;
- ❑ Amélioration des caractéristiques physiques des sols grâce à l'apport de matières organiques : prévention de l'érosion.

# DOMAINE D'UTILISATION

## **Utilisations industrielles :**

cette réutilisation est importante en raison du recyclage fréquent des eaux de processus qui est souvent justifié par la réduction des consommations.

Les secteurs les plus grands consommateurs en eau sont les centrales thermiques , centrales nucléaires (eau de refroidissement) et les papeteries, Les tannerie,

Aux Etats-Unis, par exemple, le volume des eaux résiduaires réutilisées en industrie est d'environ 790 000 m<sup>3</sup>/jour, dont 68% pour le refroidissement.

# DOMAINE D'UTILISATION

- ❑ la production d'énergie:

Avant toute épuration, la matière organique contenue dans les eaux usées peut ainsi être valorisée dans des digesteurs pour produire du biogaz, une énergie renouvelable issue de la biomasse.

- ❑ le nettoyage des équipements et le transport de matériaux

## **Autres:**

- ❑ recharge des nappes,
- ❑ protéger les nappes **contre l'intrusion marine**

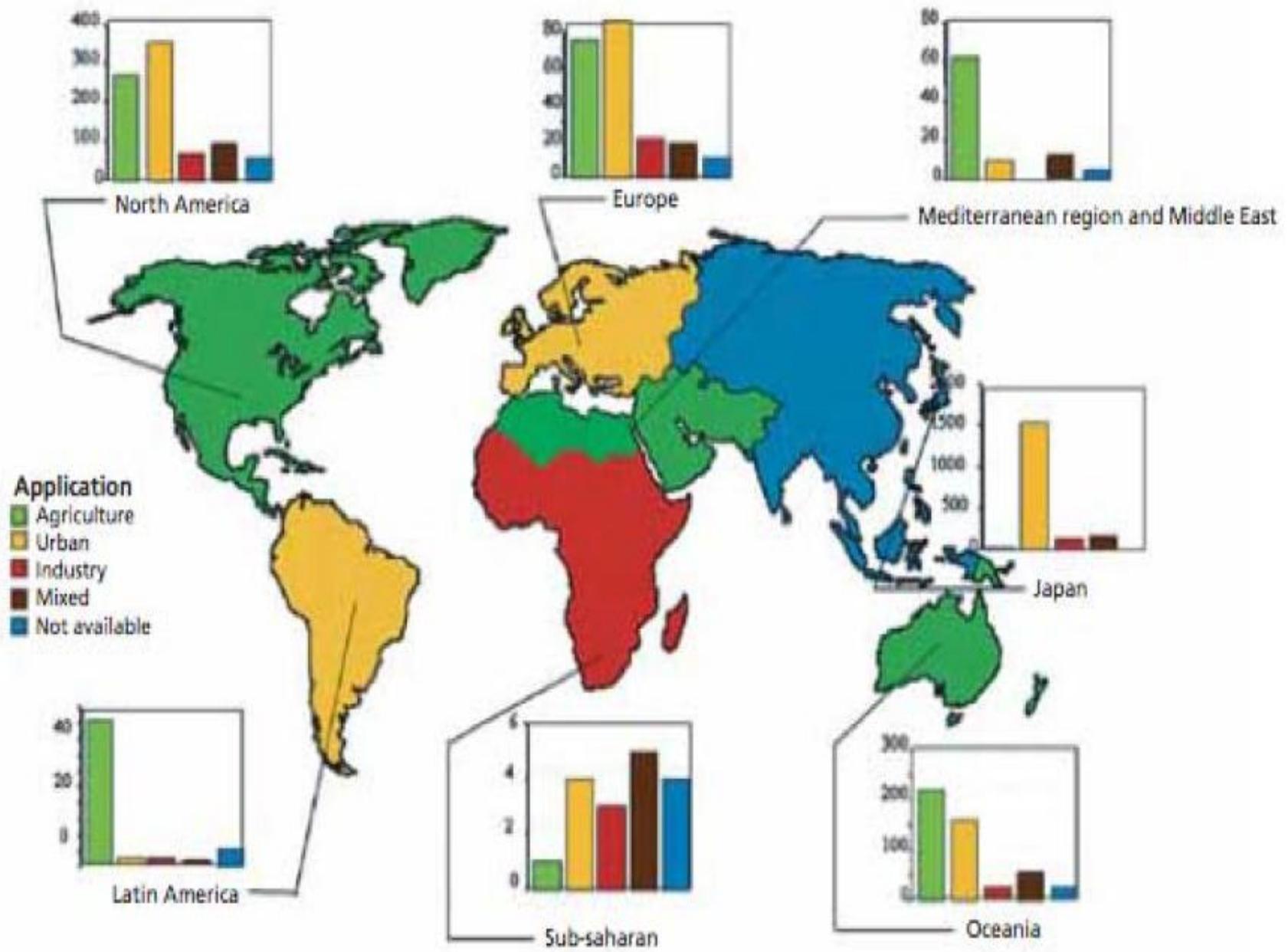
## Les 20 pays présentant les plus importants volumes d'eau usée utilisée pour l'irrigation agricole (Banque Mondiale, 2010)

Pays	Volume d'eau usée (m <sup>3</sup> /jour)	Pays	Volume d'eau usée (m <sup>3</sup> /jour)
Mexique	4 493 000	Iran	422 000
Egypte	1 918 000	Chili	380 000
Chine	1 239 000	Jordanie	225 000
Syrie	1 182 000	EAU	200 000
Espagne	932 000	Turquie	137 000
USA*	911 000	Argentine	130 000
Israël	767 000	Tunisie	118 000
Italie	741 000	Libye	110 000
Arabie Saoudite	595 000	Qatar	80 000
Koweït	432 000	Chypre	68 000

Préparé par: Dr. Lotfi ZEGHADNIA

\*Californie et Floride

# SCHÉMAS DE RÉUTILISATION D'EAUX USÉES MUNICIPALES, SELON LE TYPE D'APPLICATIONS



Préparé par: Dr. Lotfi ZEGHADNIA

# DES EXPERIENCES

- ❖ C'est dans les pays où les ressources en eau sont les plus faibles que cette pratique est la plus courante. À titre d'exemple, la ville de Mexico réutilise presque 100 % de ses eaux usées pour irriguer près de 85.000 hectares de cultures.
- ❖ En Italie, en 2005, la ville de Milan a démarré la plus grande usine de réutilisation des eaux usées en Europe avec une capacité de plus de 1 million d'équivalent habitants (capacité moyenne de traitement 345 000 m<sup>3</sup>/jour)
- ❖ Aux Etats-Unis, la réutilisation agricole est une pratique très répandue. Trente-quatre états disposent de réglementations ou de recommandations, souvent très sévères.

# LES LIMITES D'UTILISATION

Dans de nombreux pays les eaux usées dans le domaine agricole sont encore utilisées sans traitement, comme par exemple en Chine, 700 000 ha de terres irriguées par ces eaux sont pollués.

Au Mexique, en 1996 une étude épidémiologique réalisée dans cette région a mis en évidence une augmentation des maladies intestinales liées à l'irrigation par ces eaux brutes.

## Valeurs limites de la qualité des eaux réutilisées

Paramètres	Niveau de qualité			
	A	B	C*	D*
<b>Type d'usage</b>	Cultures maraîchères consommées crues; Arbres fruitiers et pâturages irrigués par aspersion; Espaces verts ouverts au public	Cultures maraîchères consommées après cuisson; Céréales et fourrages; Cultures florales, arbustes et pépinières avec aspersion	Cultures céréalières et fourragères; Cultures florales, pépinières et arboriculture fruitière sans aspersion	Forêt d'exploitation avec accès contrôlé du public
<b>MES, mg/L</b>				
<i>Si lagunage naturel</i>	35 ≤ 150	35 ≤ 150	35 ≤ 150	35 ≤ 150
<b>DCO**, mg/L</b>	125	≤ 125	≤ 125	≤ 125
<b>E.coli/100 mL</b>	≤ 1.000	≤ 1.000	≤ 10.000	-
<b>Salmonelles/L</b>	Absence	-	-	-
<b>Œufs de ténia/L</b>	Absence	-	-	-
<b>Autres restrictions</b>	Distance < 50 m des habitations, voies de circulation, conchyliculture et baignade et < 20 m des lacs et rivières	Distances de < 50 m à < 200 m en fonction de la nature des activités à protéger	Distances de < 100 m des lacs et rivières, < 200 m des baignades, < 300 m des lieux de conchyliculture	

\*Ce niveau ne permet pas l'aspersion

\*\*Dans le cas des lagunages, la DCO est réalisée sur effluent filtré

Préparé par: Dr. Lotfi ZEGHADNIA

# MODES DE TRAITEMENT RECOMMANDÉS EN FONCTION DU TYPE DE RÉUTILISATION DES EAUX USÉES

Mode de réutilisation	Traitement extensif	Traitement intensif
<b>1. Irrigation de cultures bien définies (arbres fruitiers, forêts, prairies)</b>	E.1. Bassins de stabilisation en série ou lagunes aérées; marais; infiltration-percolation	I.1. Traitement secondaire par boues activées ou filtre biologique, avec ou sans désinfection
<b>2. Irrigation de cultures sans restrictions, légumes consommés crus</b>	E.2. Même chose que E.1, avec étapes de désinfection finale réservoirs de stockage	I.2. Même chose que I.1 avec filtration et désinfection
<b>3. Utilisation urbaine pour l'irrigation de parcs, de terrains de sport, de terrains de golf</b>	E.3. Même chose que E.2	I.3. Même chose que I.2, l'étape de filtration est recommandée en cas d'accès libre pour le public
<b>4. Restauration des nappes phréatiques</b>	E.4. Même chose que E.2, et filtration dans le sol vers l'aquifère	I.4. Même chose que I.2 avec élimination des nutriments (si nécessaire)
<b>5. Réseaux doubles pour recyclage des eaux grises en immeubles</b>	E.5. Non applicable	I.5. Même chose que I.3 avec filtration sur charbon actif (si nécessaire) ou filtration sur membrane et désinfection
<b>6. Utilisation directe ou indirecte dans le réseau d'eau potable</b>	E.6. Non applicable	I.6. Traitement secondaire, tertiaire et quaternaire, avec charbon actif, filtration sur membrane et désinfection poussée

# COMMENT RÉUSSIR LA RÉUTILISATION EN ALGÉRIE?

- ◉ *L'ASPECT INSTITUTIONNEL ET LEGISLATIF*: élaboration de normes algériennes et d'un guide technique pour les bonnes pratiques de la réutilisation des eaux usées ,
- ◉ *DISPOSITIONS FINANCIERES*: établir des tarifs applicables pour la fourniture d'eau usée épurée,
- ◉ *l'innovation technologique*: introduit des exigences technologiques et de contrôle pour fiabiliser les filières de traitement et mieux assurer la protection de la santé publique, et le développement de l'infrastructure d'assainissement

# CONCLUSION

Pour réussir la réutilisation en Algérie le facteur le plus important est la mobilisation et la collaboration des parties prenantes pour mettre en place de nouveaux mécanismes de réutilisation. Ces mécanismes devront être accompagnés d'un programme d'évaluation des risques sanitaires potentiels, de la viabilité socio-économique et des bénéfices de la réutilisation. Il faut avoir en vue que le suivi des microorganismes pathogènes, des entérovirus et des micropolluants émergents nécessite des investissements conséquents et le développement de nouvelles techniques analytiques.



**Merci de Votre  
Attention**

**Préparé par: Dr. Lotfi ZEGHADNIA**