

*Les eaux destinées à la consommation humaine*

**TRAITEMENT DES EAUX CONTENANT  
DES NORMES  
Pour la PRODUCTION d'EAU POTABLE**

*Société Française de Radioprotection (SFRP)  
Eau, Radioactivité et Environnement  
3 et 4 décembre 2014*

# QUELLES FILIÈRES DE TRAITEMENT POUR LA MAÎTRISE DES NORMES ?



*NORMs, de quoi parlons-nous ?*

*Des unités fonctionnelles de traitement unitaires efficaces pour maîtriser le danger « radioactif »*

*Des filières de traitement spécifiques*

## NORM, de quoi parlons-nous ? : MRN

- Il s'agit des radionucléides des chaînes de désintégration de l'uranium et du thorium ainsi que du potassium-40
- Les **matériaux présentant une radioactivité naturelle** renforcée sont souvent désignés sous l'acronyme « NORM » (Naturally Occuring Radioactive Materials) ou « TENORM » (Technologically Enhanced Naturaly Occuring Radioactive Materials)
- La radioactivité naturelle dans les eaux est en relation directe avec la nature géologique des terrains qu'elles traversent, le temps de contact (âge de l'eau), la température, la solubilité des éléments rencontrés, etc.
- Principaux RNN retrouvés dans les eaux: Uranium, Thorium, Radium, Radon et Potassium (eaux de mer)

# Réglementation et recommandations: Rappel

	Activité $\alpha$ Bq/l	Activité $\beta$ Bq/l	Activité Tritium Bq/l	Dose Totale Indicative DTI mSv/an
Réglementation française	0,1	1	100	0,1
Directives OMS*	0,5*	1*	-	-

★ Si Dépassement alors analyse des différents RN

\* *Radioactifs naturels* « Uranium-238, Uranium-234, Thorium-230, Radium-226, Plomb-210, Polonium-210, Thorium-232, Radium-228, Thorium-228 et Carbone-14 »

\* *Isotopes radioactifs artificiels* « Césium-134, Césium-137, Strontium-90, Iode-131, Tritium, Plutonium-239 et Americium-241 »

# Traitement de la radioactivité des eaux. Distinguer les formes « particulières » et « dissoutes »

## ❖ Traitement de la radioactivité naturelle particulaire (observée dans les eaux de surface par lessivage des sols) :

- *Coagulation-floculation-décantation : particules piégées dans le floc hydroxyde*
- *Filtres et/ou Membranes MF-UF*

## ❖ Traitement de la radioactivité naturelle dissoute

- *Stripping à l'air du Radon*

- *Coagulation-floculation décantation :*

*adsorption sur les floes : 30% de rendement d'élimination Ra, U,*

- *Adsorption sur résines échangeuses d'ions: >90% d'élimination*

- Cationiques : Radium
- Anioniques : Uranium

- *Co-précipitation et adsorption: > 90% d'élimination*

- Radium sur oxy-hydroxyde de Mn (HMO)
- Uranium sur oxy-hydroxyde de Fe

## ❖ Traitement des Radionucléides artificiels ( $^{134}\text{Cs}$ , $^{137}\text{Cs}$ , $^{90}\text{Sr}$ ) : *traitement par co-précipitation ou/et par adsorption sur adsorbants spécifiques ou membranes NF-RO et/ou évapo-concentration*



Multiflo, Actiflo :  
+90% de  
rendement  
d'élimination de  
la radioactivité  $\alpha$   
(particulaire)

# Traitement de la radioactivité particulaire des eaux - Techniques de filtration

⇒ **Filtration classique (5 à 50 $\mu$ m)** sur matériau granulaire ou sur tamis(poche ou cartouches)



⇒ **Filtration en continue sur membranes**

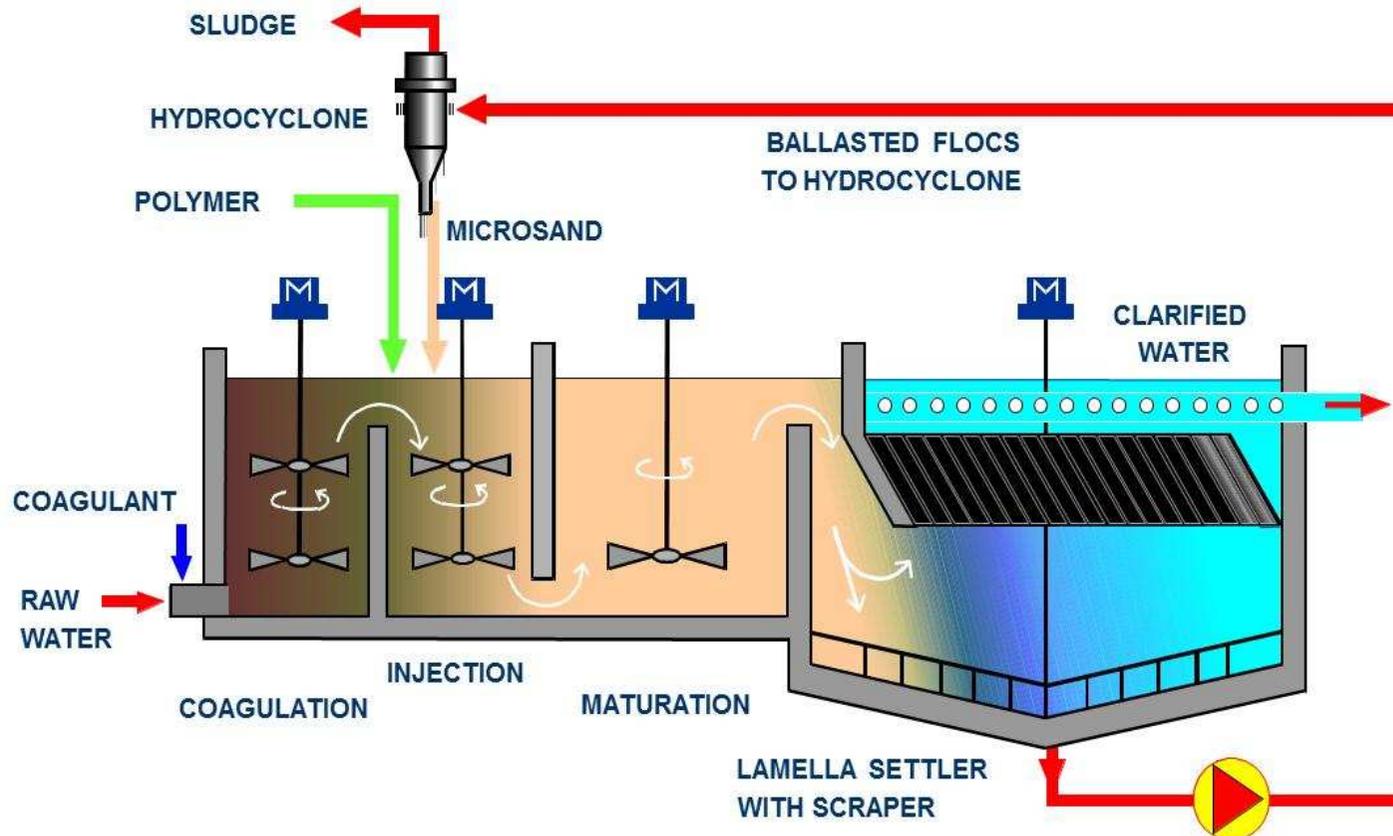
MF – Microfiltration (< 1  $\mu$ m )

UF – Ultrafiltration (< 0.05  $\mu$ m)



# Traitement de la radioactivité particulaire des eaux

## Techniques de coagulation-floculation-décantation



- **ACTIFLO®** . Solution compacte de séparation liquide/Solide
- Fonctionne sur le principe de la décantation lamellaire + floccs lestés (microsable)
- Adapté au traitement de flux liquides importants.

# Traitement simultanée des NORM particulières et solubles des eaux – Exemple du procédé ACTIFLO

## ACTIFLO Permet également l'élimination des RN solubles:

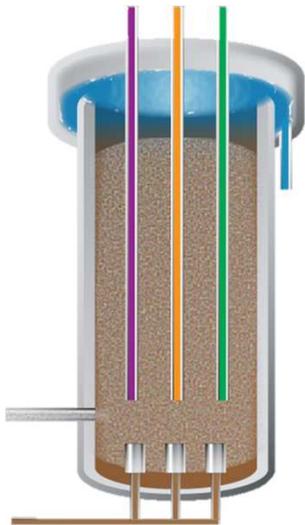
- ➔ Soit par co-précipitation avec des sels de Fe ou Al
- ➔ Soit par co-précipitation avec  $\text{CaCO}_3$
- ➔ Soit par adsorption sur adsorbant poudre (CAP, zéolithe.....) ou sur précipités préformés



# Traitement de la radioactivité « dissoute » des eaux-

## Elimination des NORM solubles: Quelles technologies Veolia ?

Co-precipitation  
adsorption



**METCLEAN™**

Echange  
d'ions



**URANEX®**

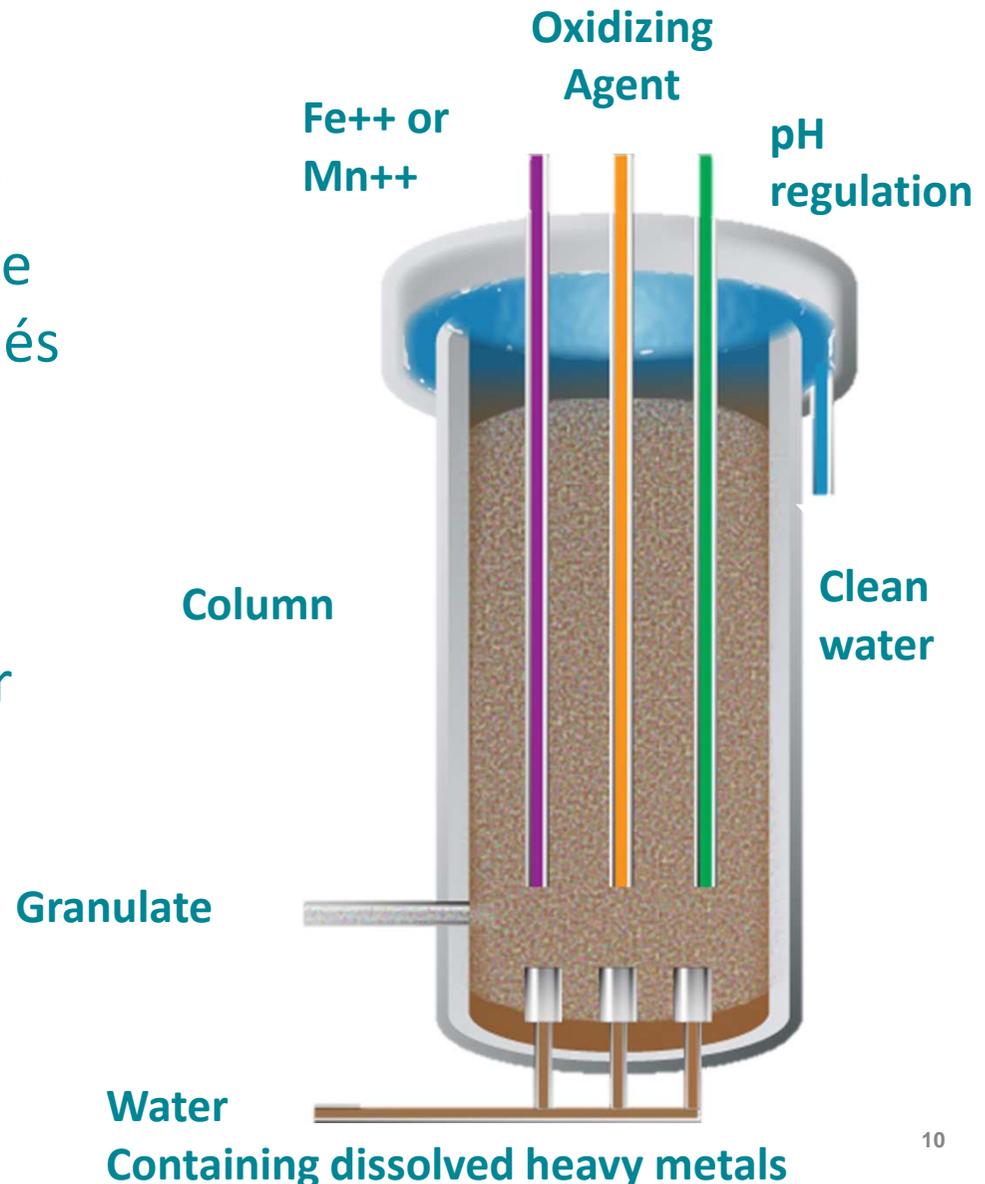
Séparation  
Membranaire  
UF+OI



**Filière BURAYDAH**

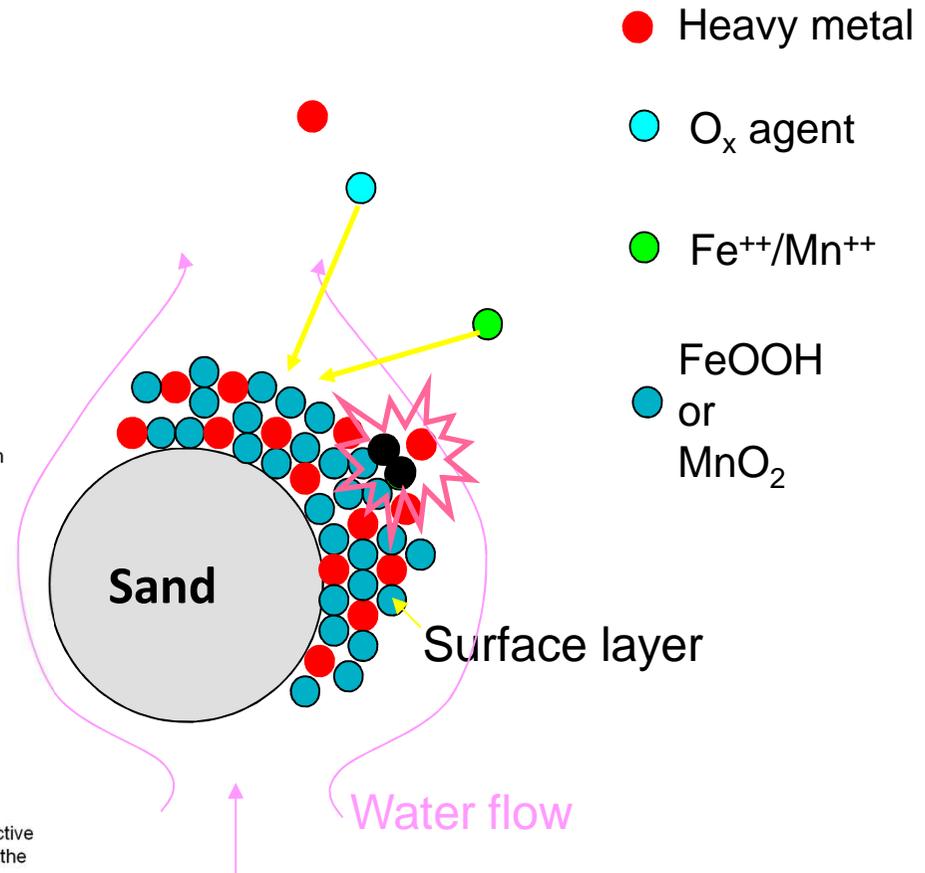
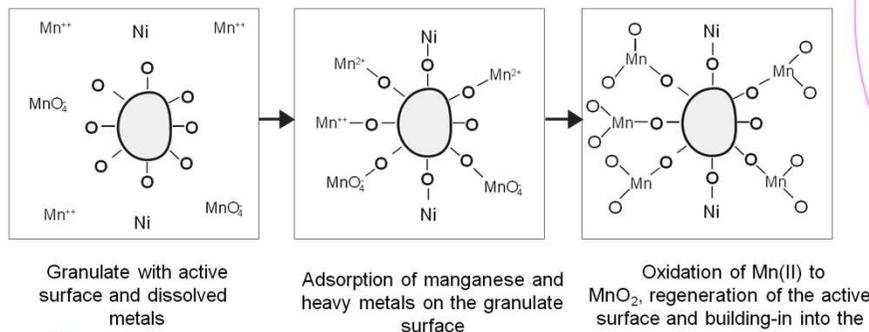
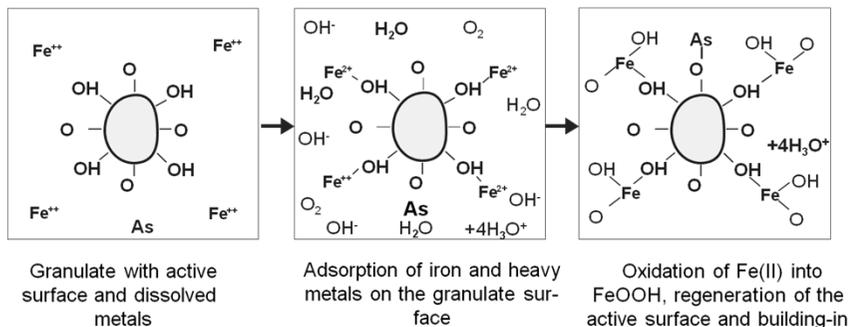
# Brevet « MetClean » (co-précipitation sur adsorbants d'oxyhydroxyde de fer/manganèse préformés in situ)

- Co-précipitation sélective sur adsorbants d'oxyhydroxyde de fer et de manganèse préformés in situ
- Eau produite de très grande qualité
- Séparation Liquide/Solide par décantation (flocs 0.5-1mm)
- Gestion des boues facilitée



# Brevet « MetClean » (co-précipitation sur adsorbants d'oxyhydroxyde de fer/manganèse préformés in situ)

The Iron process	The Manganese process
As(III), As(V), Cr(III), Cr(VI), Mo, Se(IV), Se(VI), <u>U</u> and V	Al, Ba, Cd, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, <u>Ra</u> , Sr and Zn



# Procédé URANEX® - le principe de l'échange d'ions (résines cationiques et anioniques)



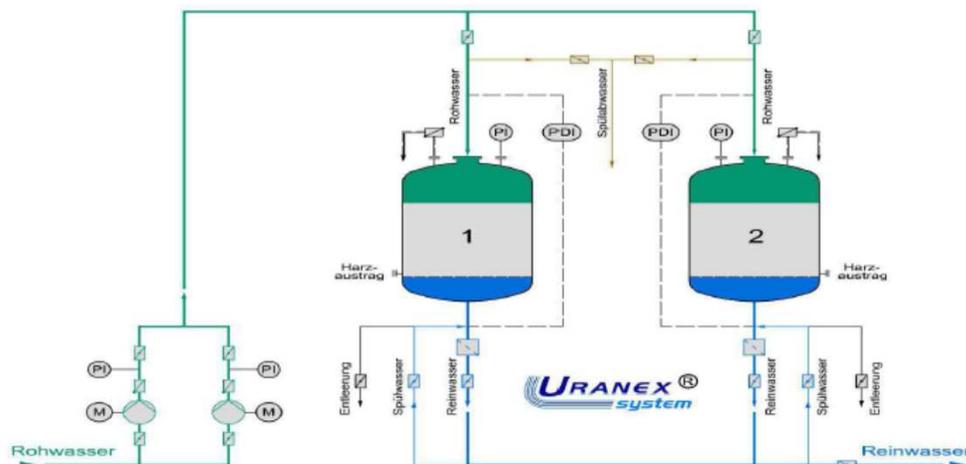
Très faibles concentrations en uranium dans l'eau traitée

Procédé très sélectif

Technologie non complexe

Exploitation automatique

Régénération possible des lits de résines



# Procédé URANEX® - le principe de l'échange d'ions (résines cationiques et anioniques)

REFERENCES	CONCENTRATION EN URANIUM EAU BRUTE	CAPACITE NOMINALE	DATES DE CONSTRUCTION
14 (Allemagne, Autriche, Italie et Suède)	10 – 140 µg/l	3 – 400 m <sup>3</sup> /h	2004 – 2012

## Performances:

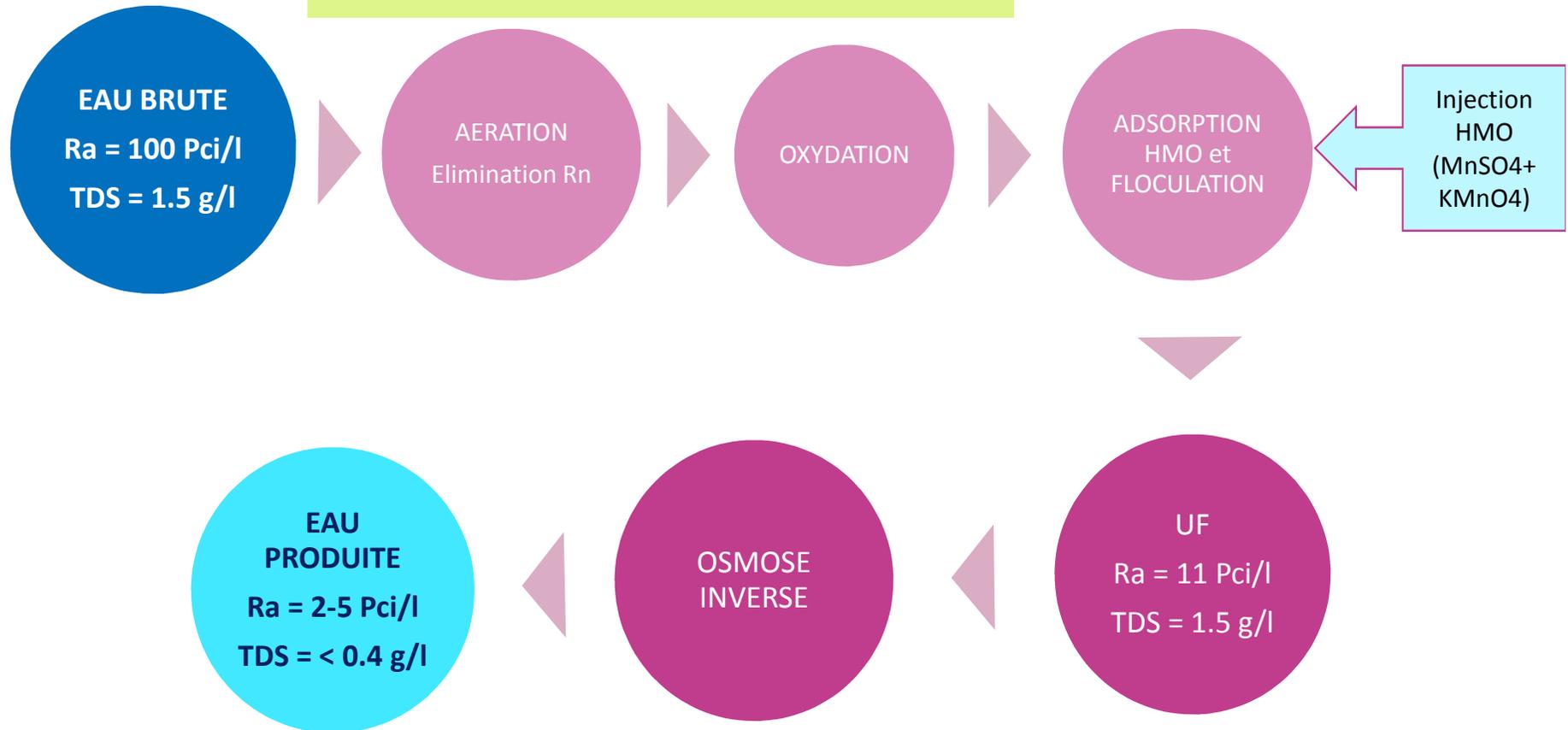
- ➔ U < 0,1 µg/l eau traitée
- ➔ 40 000 bed volumes
- ➔ Régénération tous les 1 à 2 mois

PARAMETRE	UNITE	EAU BRUTE	EAU TRAITEE
Date	-	10.02.2005	10.02.2005
Conductivité (°C)	µS/cm	789 (9.5°C)	792 (9.5°C)
pH	Unité pH	7.2 (9.5°C)	7.1 (9.5°C)
<b>Uranium</b>	<b>µg/l</b>	<b>12</b>	<b>0.07</b>
Nitrates	mg/l	16	16
Nitrites	mg/l	< 0.01	0.01
Chlorures	mg/l	84	83
Sulfates	mg/l	65	66
Phosphates	mg/l	0.05	0.05

# Elimination des NORM par membranes UF-OI

## La filière « Buraydah » (Royaume d'Arabie saoudite)

Capacité de production: 50 000 m<sup>3</sup>/jour  
NORM à éliminer: Rn et Ra



# Conclusions / Questions

## ELIMINATION des NORM en production EP

- Les outils existent et leur efficacité est prouvée à l'échelle industrielle
- Plusieurs références en fonctionnement

## ELIMINATION des NORM PARTICULAIRES

- Les équipements classiques de potabilisation des eaux éliminent les NORM particulaires.

## ELIMINATION des NORM SOLUBLES

- Technologies de co-précipitation efficaces mais forte production de boues
- Technologies d'adsorption spécifiques (HMO, Résines EI) très efficaces avec gestion des concentrats et boues plus simples.
- Filières multi-barrières combinant adsorption et membranes = sécurité renforcée