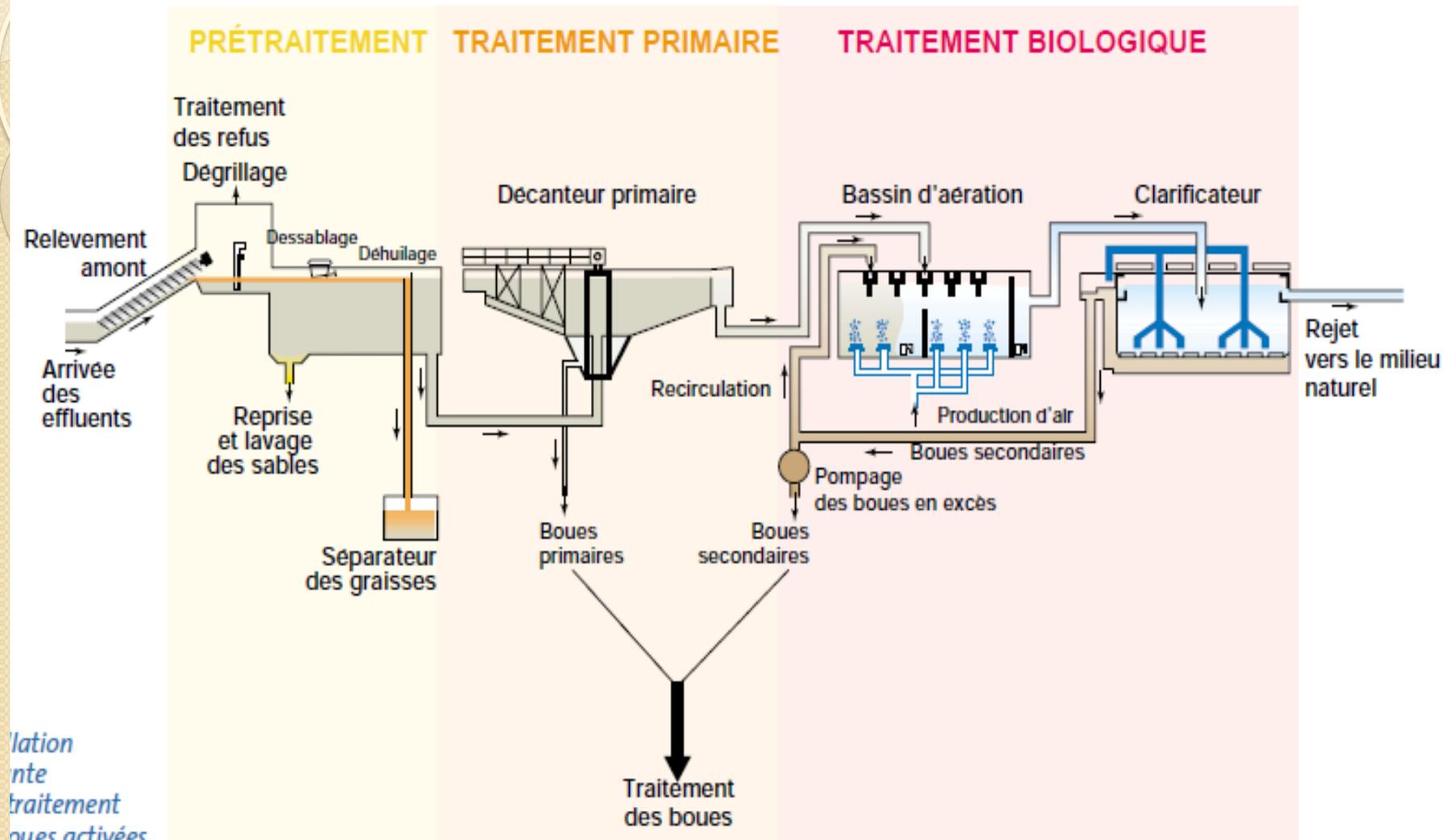


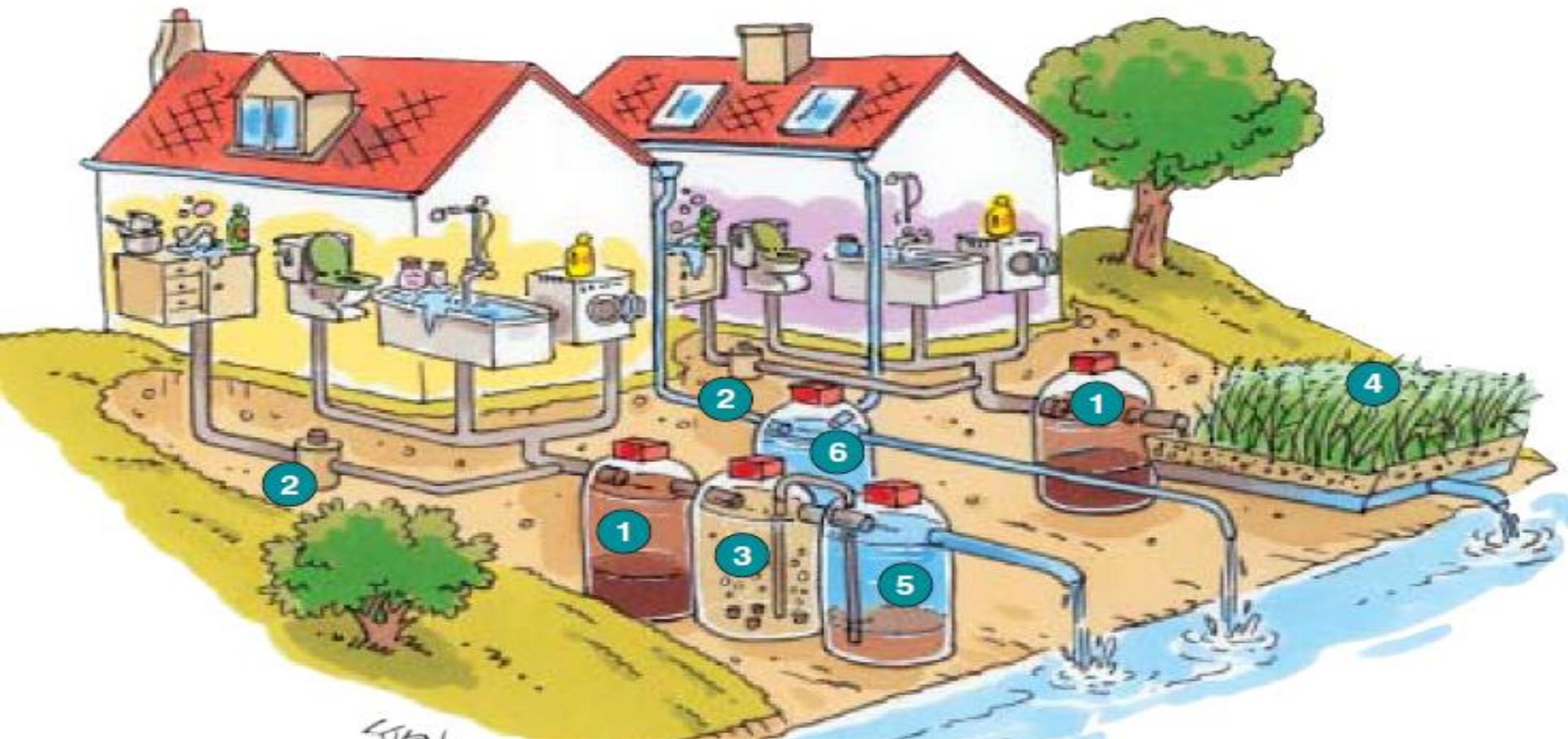


Traitement des eaux usées



ation
nte
traitement
oues activées

Installation courante avec traitement par boues activées



l'été

Epurations primaire ou pré-traitement	Epurations secondaire ou biologique		Epurations tertiaire
<ul style="list-style-type: none"> • Fosse de décantation ① • Dégraisseur ② • Fosse septique 	Micro-stations ③	<ul style="list-style-type: none"> • Biodisques • Lit bactérien aérobie • Boues activées • Biomasse fixée 	<ul style="list-style-type: none"> • Fosse de décantation secondaire ⑤ • Filtre
	Epuration par lagunage ④	<ul style="list-style-type: none"> • Filtre planté de roseaux • Roselière à écoulement horizontal • Lagune à macrophytes • Marais reconstitués 	

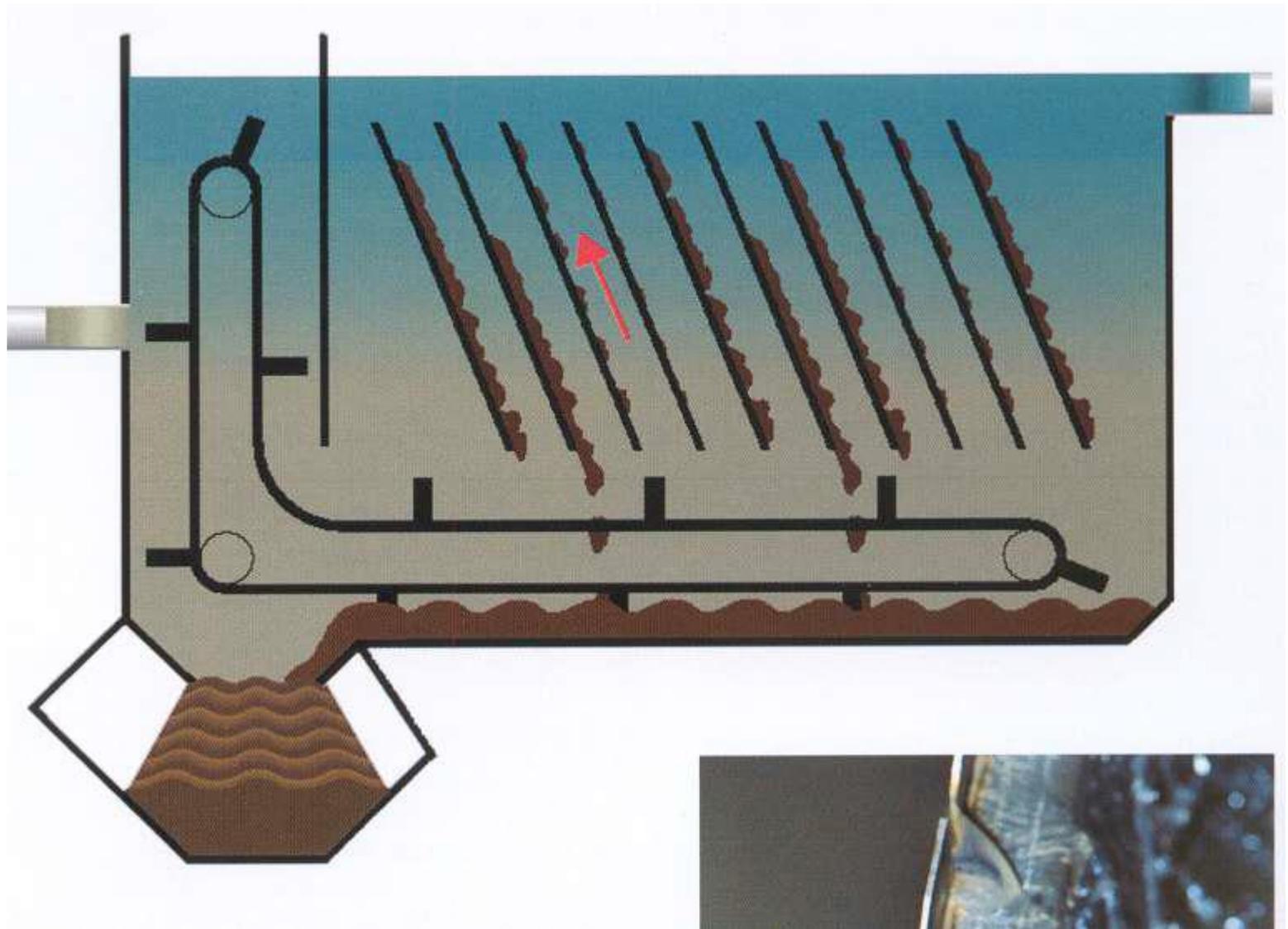
L'illustration présente également une citerne à eau de pluie ⑥

Type de traitement	Actions	Processus mis en place
Pré traitements	Sur les matières grossières et les sables (Protection des appareillages électromécaniques) et sur les matières graisseuses (flottants)	Physique (mécanique)
Traitement primaire	Sur les matières décantables et colloïdales (si traitement chimique)	Physique (décantation) associé ou non à des réactifs chimiques
Traitement secondaire	Sur les matières particulaires, colloïdales et dissoutes	Biologique
Traitement tertiaire	Compléments de traitement, affinage du traitement : carbone, azote, phosphore et/ou bactéries	Biologique ou autres : physique (décantation, UV,..), chimiques (phosphore, désinfection)

Nouveaux décanteurs circulaires raclés



Thévenot
04



Décanteur lamellaire à contre-courant



Insufflation d'air

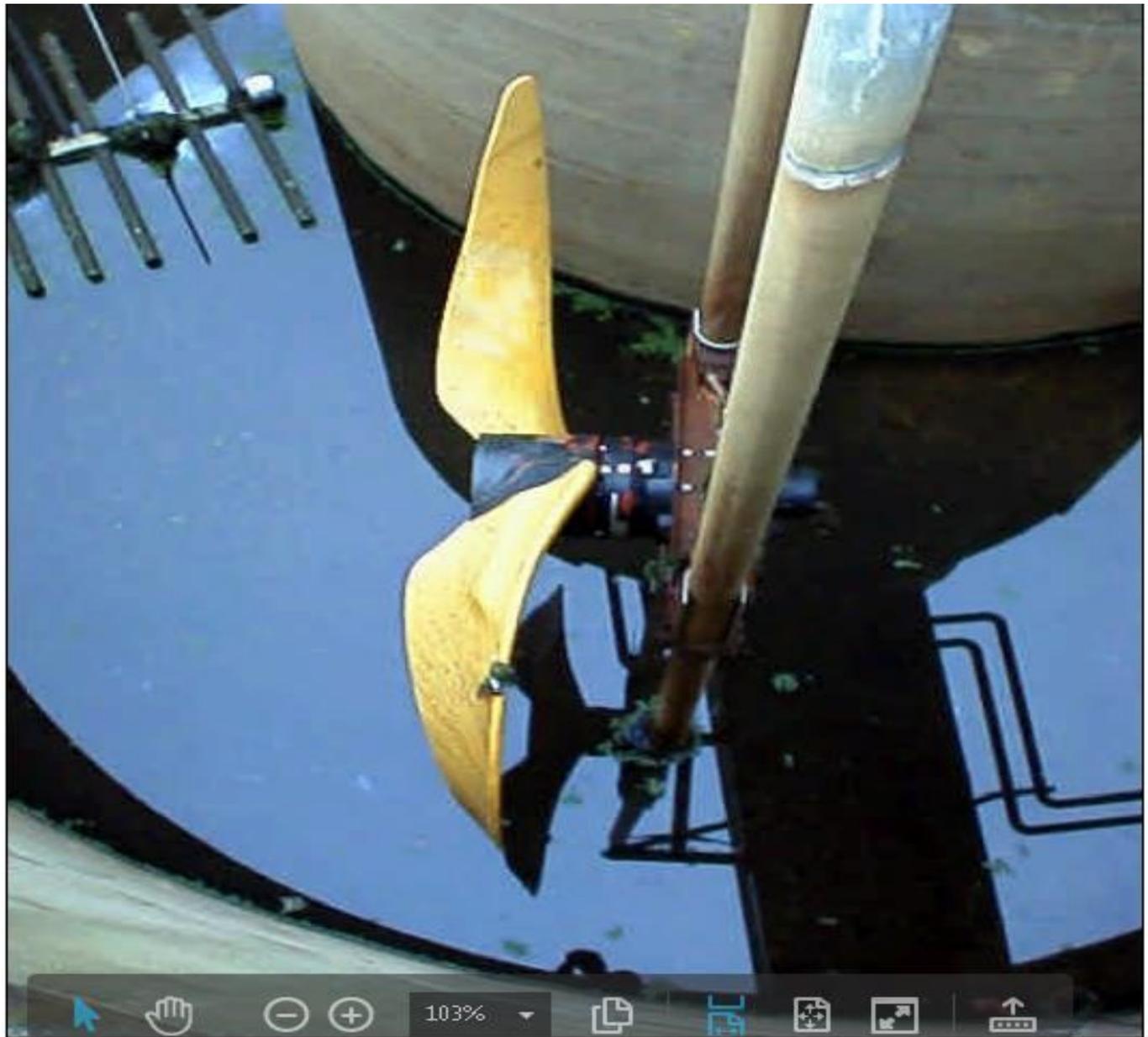


Figure 2: Etape de dégrillage



Clarificateur - type SEA 29





hoto 11 : Aération et brassage séparées dans un bassin d'aération



aérateur à axe horizontal



aérateur à turbine lente



aérateur à turbine rapide

Photo 4 : Différents types de mobiles d'aération/agitation

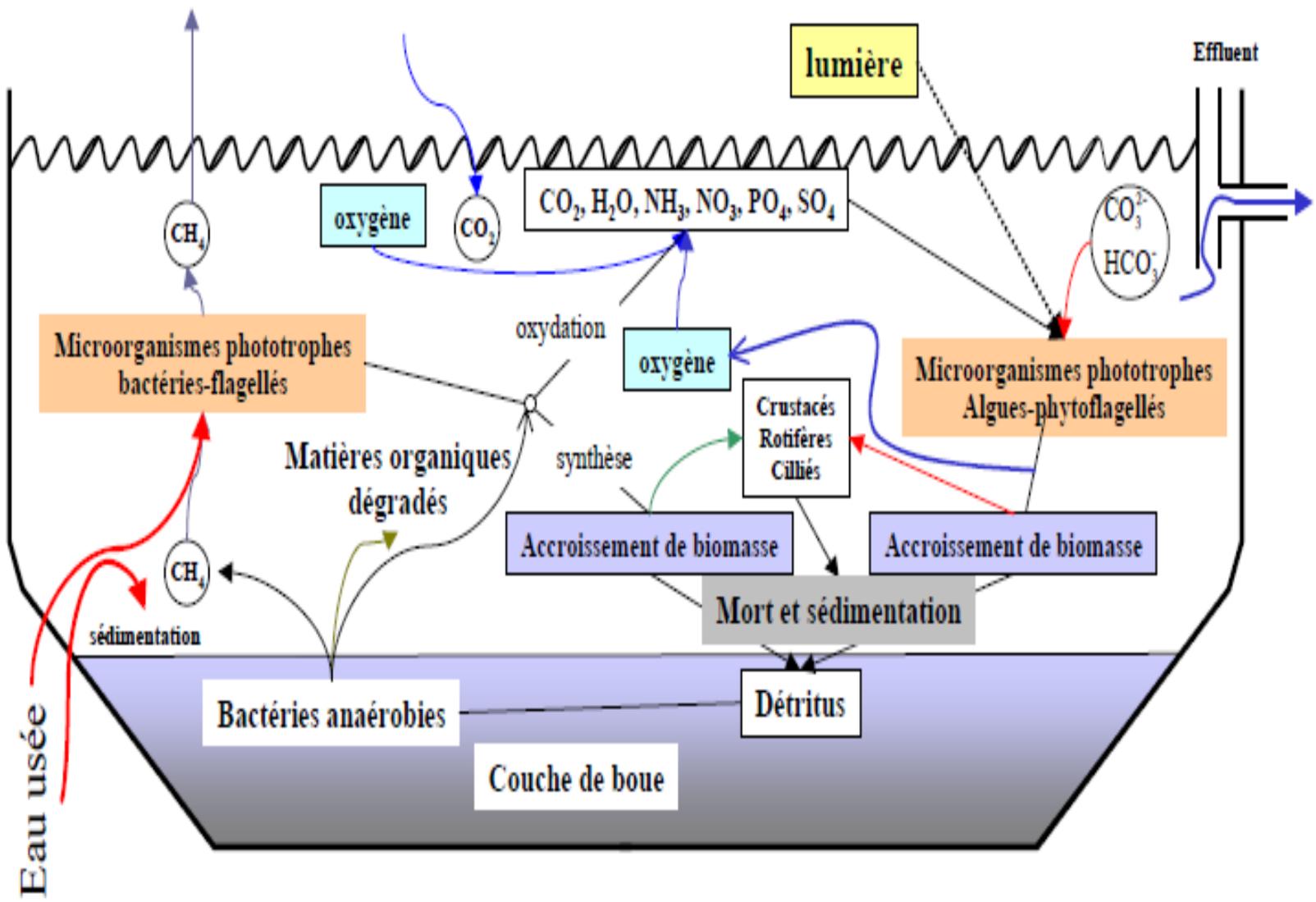


Figure 10: Cycles Biologiques d'une lagune



Lit bactérien



éléments de remplissage du lit bactérien

Photo 8 : éléments de remplissage d'un lit bactérien



Photo 26 : Alimentation du lit bactérien (garnissage plastique)



Photo 28 : Disques biologiques



Disques biologiques



Biodisques en PVC

Photo 9 : Disques biologiques (RBC)



Photo 10 : Digesteur



Photo 15 : Goulotte de récupération de l'eau traitée

CONCEPTION DU POSTE DE RECIRCULATION

**Q_{recirculé} = 50 à 200 % du Q_{moyen}
et au moins égal au Q de pointe horaire**

Prévoir une pompe de secours

Pompe de recirculation \neq pompe d'extraction

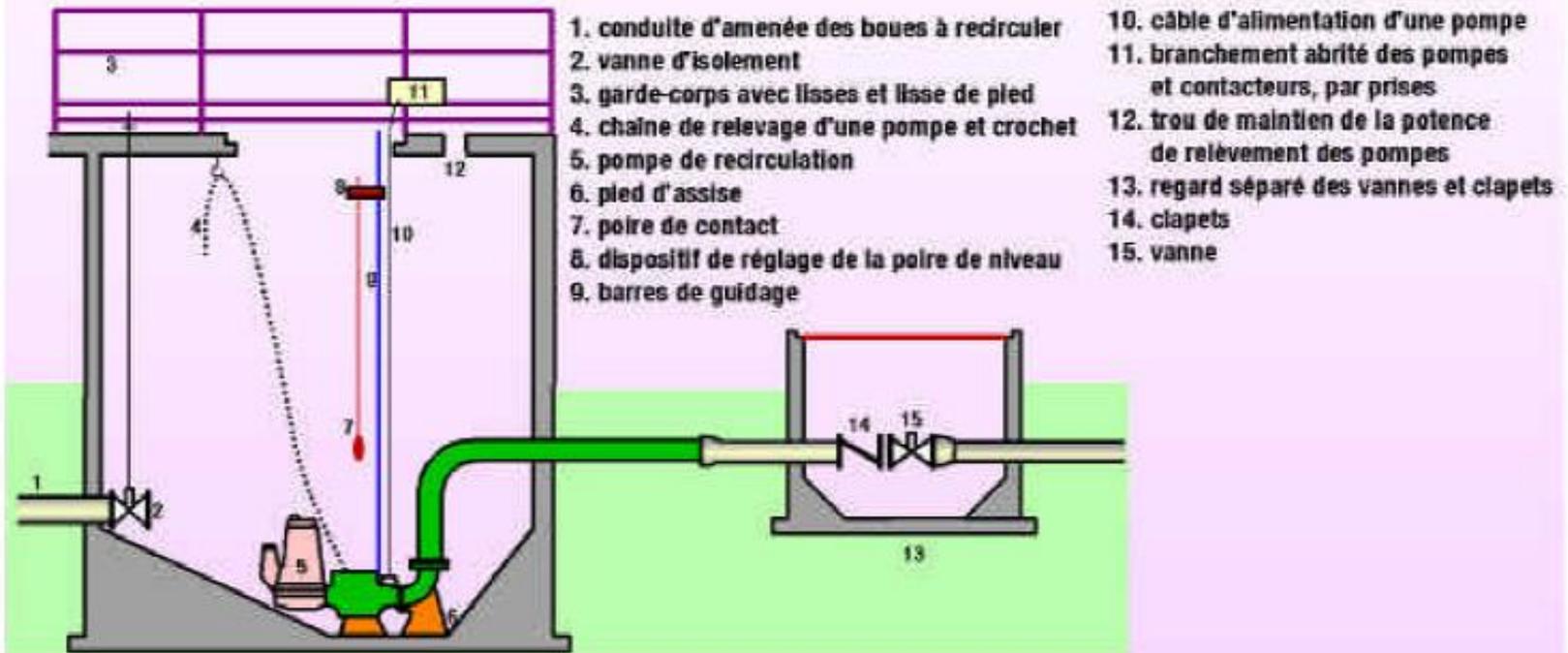
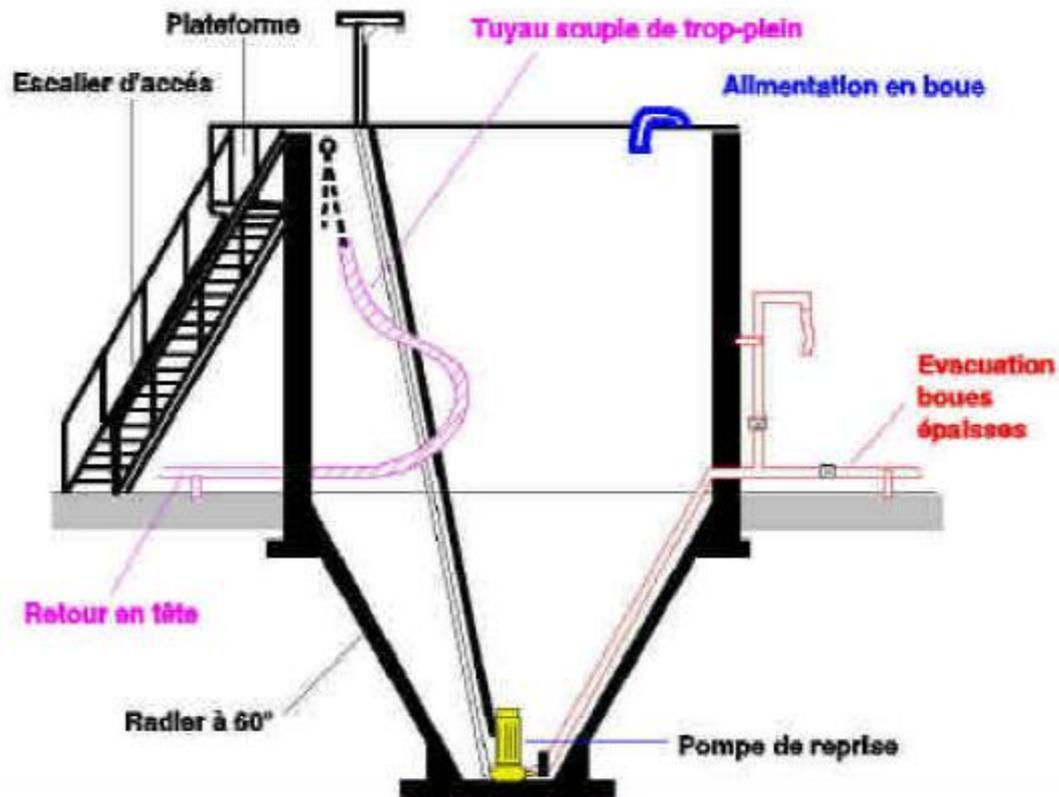


Figure 8 : Schéma de principe d'un poste de recirculation des boues

EPAISSISSEUR

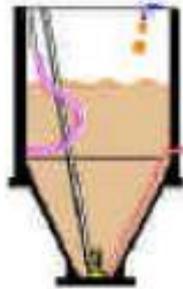
STATIQUE

Technologie

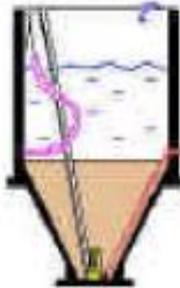


Exploitation

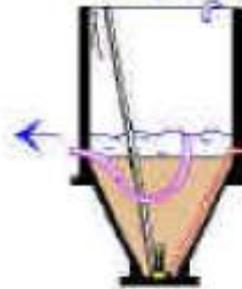
1 ALIMENTATION



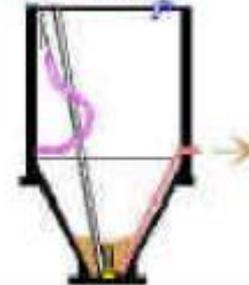
2. EPAISSISSEMENT



**3. EVACUATION
EAU CLAIRE**



**4. VIDANGE BOUES
EPAISSIES**



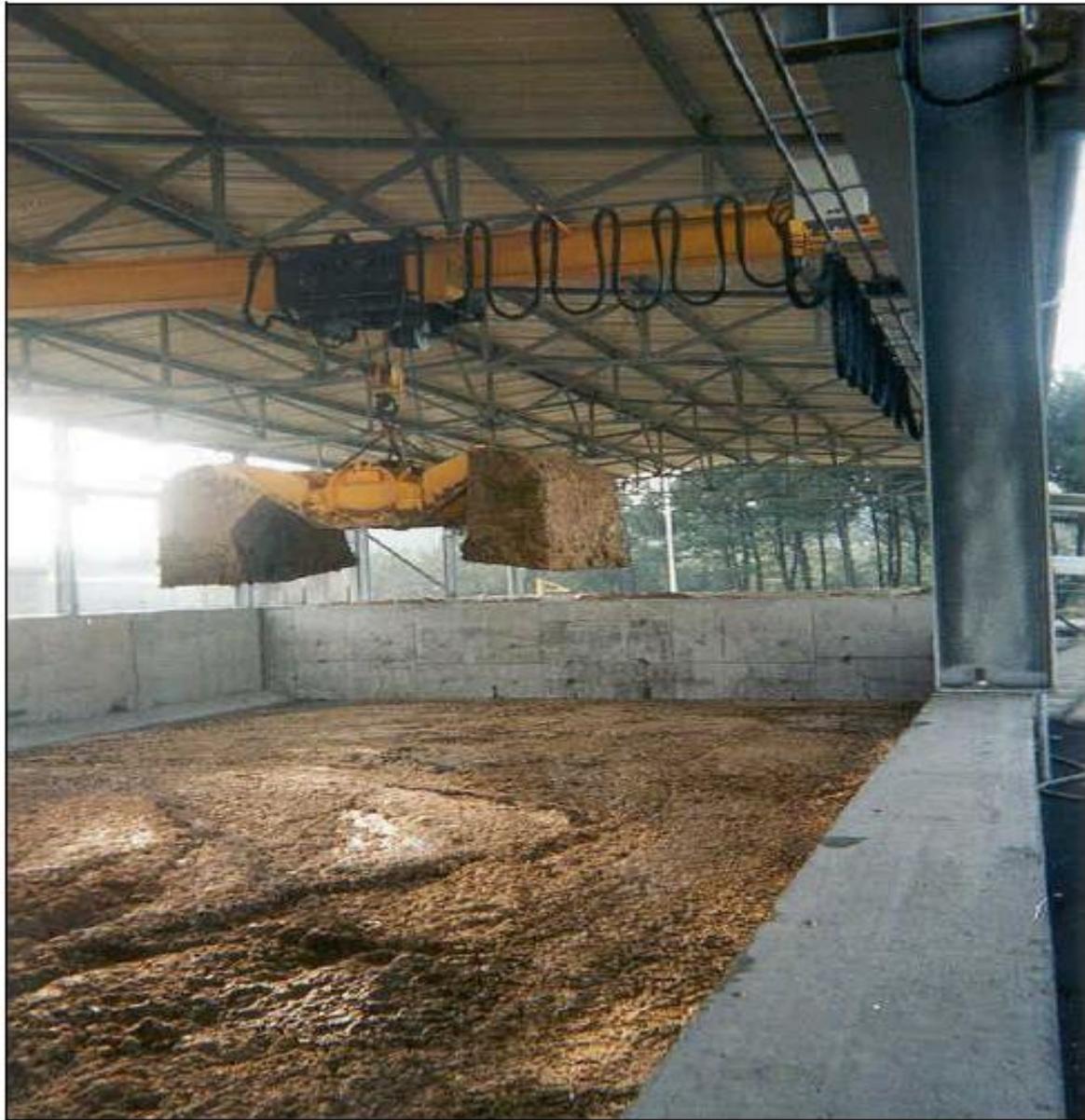
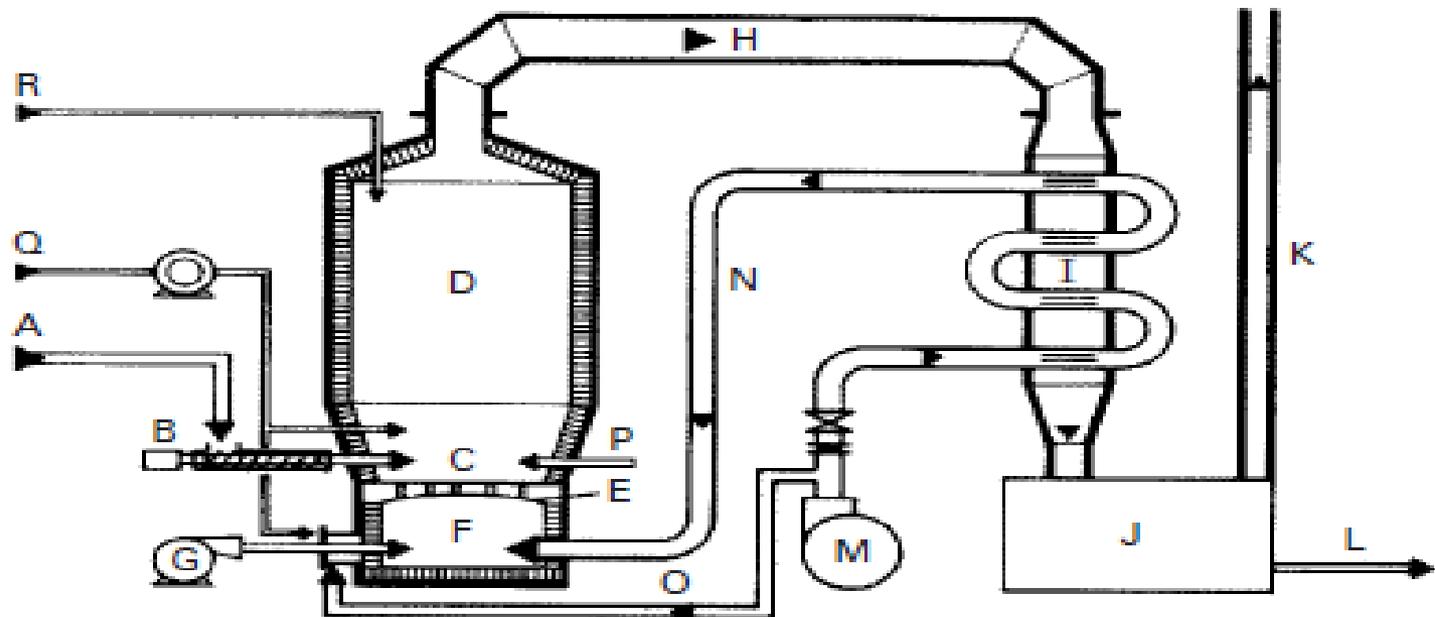


Photo 19 : Aire de stockage des boues déshydratées



- | | | | |
|---|--------------------------------|---|------------------------------------|
| A | arrivée des boues déshydratées | J | épurateur des fumées |
| B | vis d'injection des boues | K | cheminée |
| C | lit de sable fluidisé | L | sortie des cendres |
| D | foyer | M | ventilateur de fluidisation |
| E | voûte | N | canalisation d'air de fluidisation |
| F | boîte à vent | O | canalisation d'air de préchauffage |
| G | brûleur de démarrage | P | injecteur de combustible d'appoint |
| H | carneau d'évacuation | Q | air comprimé |
| I | échangeur de chaleur | R | eau sous pression |

Figure 28 – Schéma de fonctionnement d'un four OTV Pyrofluid (à boîte à vent chaude)

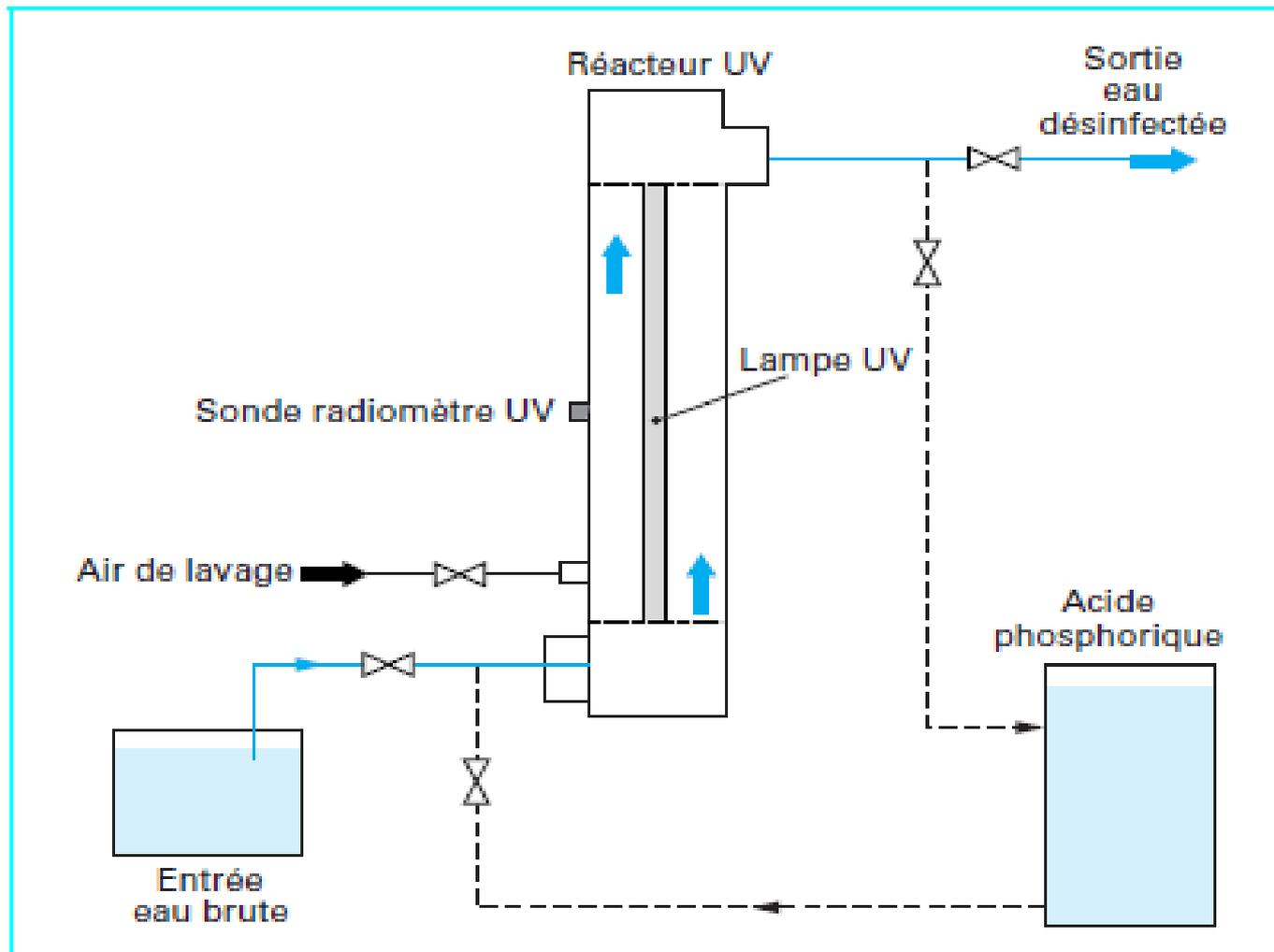


Figure 29 - Schéma de principe d'une désinfection UV avec une lampe moyenne pression (procédé *Uvaster*[®]) (OTV)

II.1. Les eaux marines

La caractéristique la plus importante des eaux de mer est leur salinité, c'est-à-dire leur teneur globale en sels (chlorures de sodium et de magnésium, sulfates, carbonates). La salinité moyenne des eaux des mers et océans est de 35 g.L⁻¹ (27,2 g.L⁻¹ de NaCl, 3,8 g.L⁻¹ de MgCl₂, 1,7 g.L⁻¹ MgSO₄, 1,26 g.L⁻¹ CaSO₄, 0,86 g.L⁻¹ K₂SO₄).

Cette salinité peut être différente dans le cas de mers fermées :

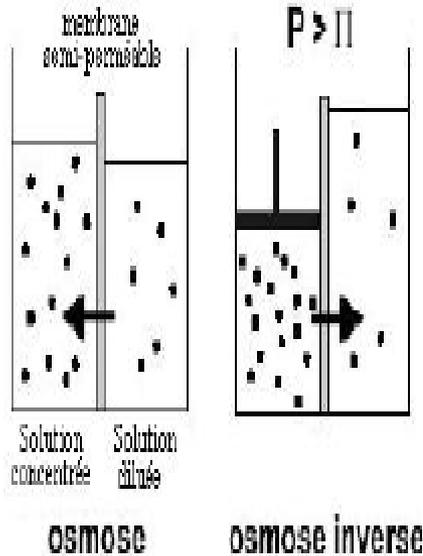
- mer Méditerranée : 36 à 39 g.L⁻¹,
- mer Rouge : environ 40 g.L⁻¹,
- mer Caspienne : 13 g.L⁻¹,
- mer Morte : 270 g.L⁻¹,
- Golfe Arabo-Persique : 36 à 39 g.L⁻¹.

Le pH moyen des eaux de mer varie entre 7,5 et 8,4 : l'eau de mer est un milieu légèrement basique.

II.2. Les eaux saumâtres

On appelle eau saumâtre une eau salée non potable de salinité inférieure à celle de l'eau de mer. La plupart des eaux saumâtres contiennent entre 1 et 10 g de sels par litre. Ce sont parfois des eaux de surface mais le plus souvent des eaux souterraines qui se sont chargées en sels en dissolvant certains sels présents dans les sols qu'elles ont traversés. Leur composition dépend donc de la nature des sols traversés et de la vitesse de circulation dans ces sols. Les principaux sels dissous sont le CaCO₃, le CaSO₄, le MgCO₃ et le NaCl.

DESSALEMENT DE L'EAU DE MER ET DES EAUX SAUMÂTRES PAR OSMOSE INVERSE



Qu'est ce que l'osmose?

L'**osmose** est un phénomène naturel. Si l'on considère 2 solutions de concentrations salines différentes séparées par une **membrane**. L'eau migre spontanément de la solution diluée à la solution la plus concentrée.

Si l'on applique une pression supérieure à la pression osmotique (pression d'équilibre) le solvant va migrer de la solution concentrée à la solution diluée c'est l'**osmose inverse**. La pression osmotique π est donnée par :

$$\pi.V = n.R.T$$

$$\pi = i.C.R.T$$

Exemple avec l'eau de mer à 35 g/L à 20°C : $i=2$ (Cl⁻ et Na⁺), $M_{NaCl}=58.5$ g/mol
 $\pi = 2 \times 35 / 58.5 \times 0.082 \times 293 = \underline{28.7 \text{ bar}}$ ← pression mini pour filtrer l'eau de mer

Les modules d'osmose inverse :

Pour être utilisées, les membranes doivent être montées sur des supports résistant à la pression : les modules. Actuellement 4 types sont commercialisés, le module en spirale (ci-dessous) est l'un des plus répandu.



Description du module à spirale :

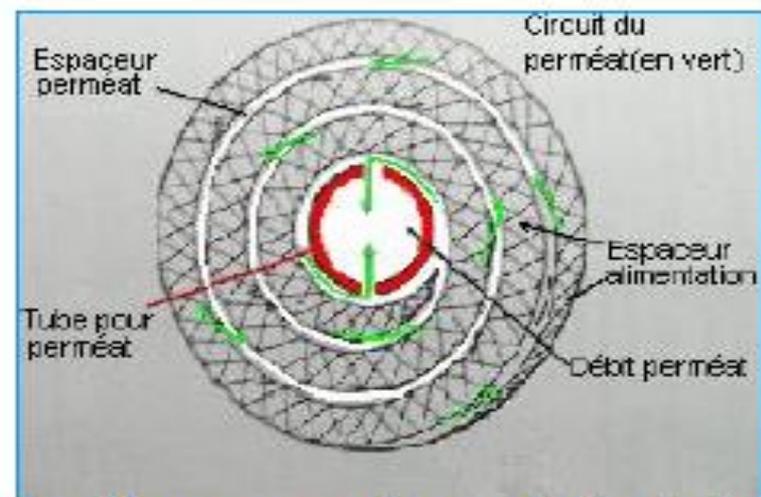
Dans ce type de module, les membranes planes sont enroulées autour d'un tube perforé et creux destiné à collecter le perméat.

Principe :

L'eau à traiter entre à une extrémité du rouleau et passe **axialement** à travers la membrane. Le perméat est récupéré dans le **tube collecteur**.

Caractéristique d'un module standard :

- Diamètre: 20cm
- Longueur: 1m
- Surface de membrane: 35m²
- Débit de perméat: 23m³/jour
- Compacité: 1000 m²/m³



Ci-dessus : Vu en coupe d'un module spirale

Les membranes :

Les membranes sont le plus souvent fabriquées en acétate de cellulose, en polyamides ou en polysulfones.

En osmose inverse les transferts de solvant et de soluté se font par solubilisation-diffusion. Toutes les espèces moléculaires (soluté et solvant) se dissolvent à travers la membrane et diffusent à l'intérieur de celle-ci. Le transfert ne dépend donc que de la solubilité des particules dans le milieu membranaire. Les séparations sont donc d'origine chimique et sont liées au pouvoir solvant de la membrane.

Une membrane est caractérisée par :

- Sa sélectivité (taux de rétention NaCl par exemple, ~99%)
- Sa perméabilité
- Sa résistance au pH ,à la température, au chlore

Comparaison des modules d'osmose inverse :

Module	Unité	Tubulaire	Plan	Spirale	Fibre creuse
S membrane	m ² /m ³	300	300	1000	15000
Débit	L/h/m ²	~30	~30	~30	~3
Capacité de production	m ³ / m ³	~9	~9	~30	~45
Prétraitement		simple	simple	moyen	élevé
Colmatage		faible	faible	moyen	élevé