

FORMATIONS COMMERCIALES



1- CHIMIE DE L'EAU



Connaitre l'eau à traiter

Une étape incontournable pour déterminer une installation de traitement d'eau.



Exigences du client

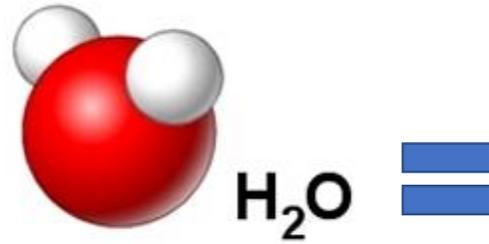
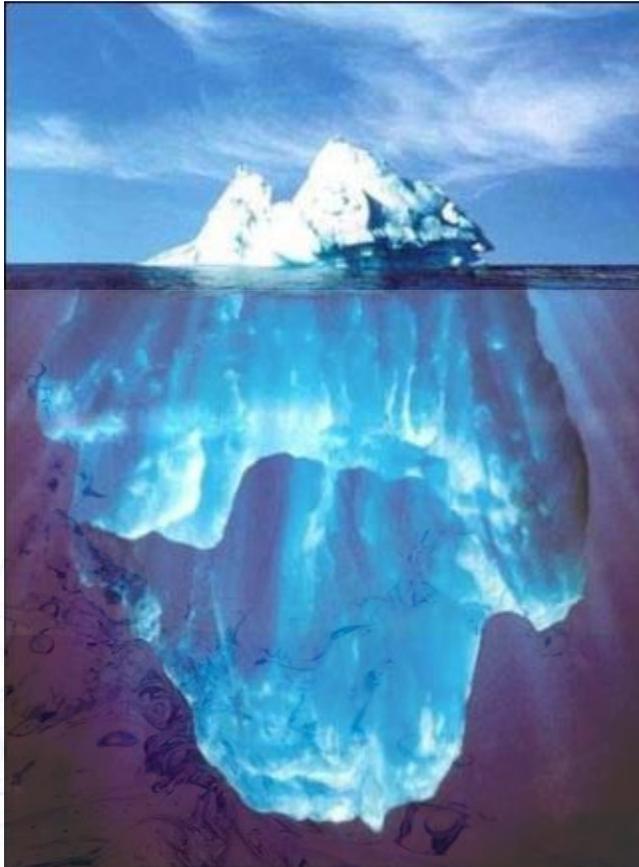


Analyse de l'eau à traiter



Solution de traitement d'eau

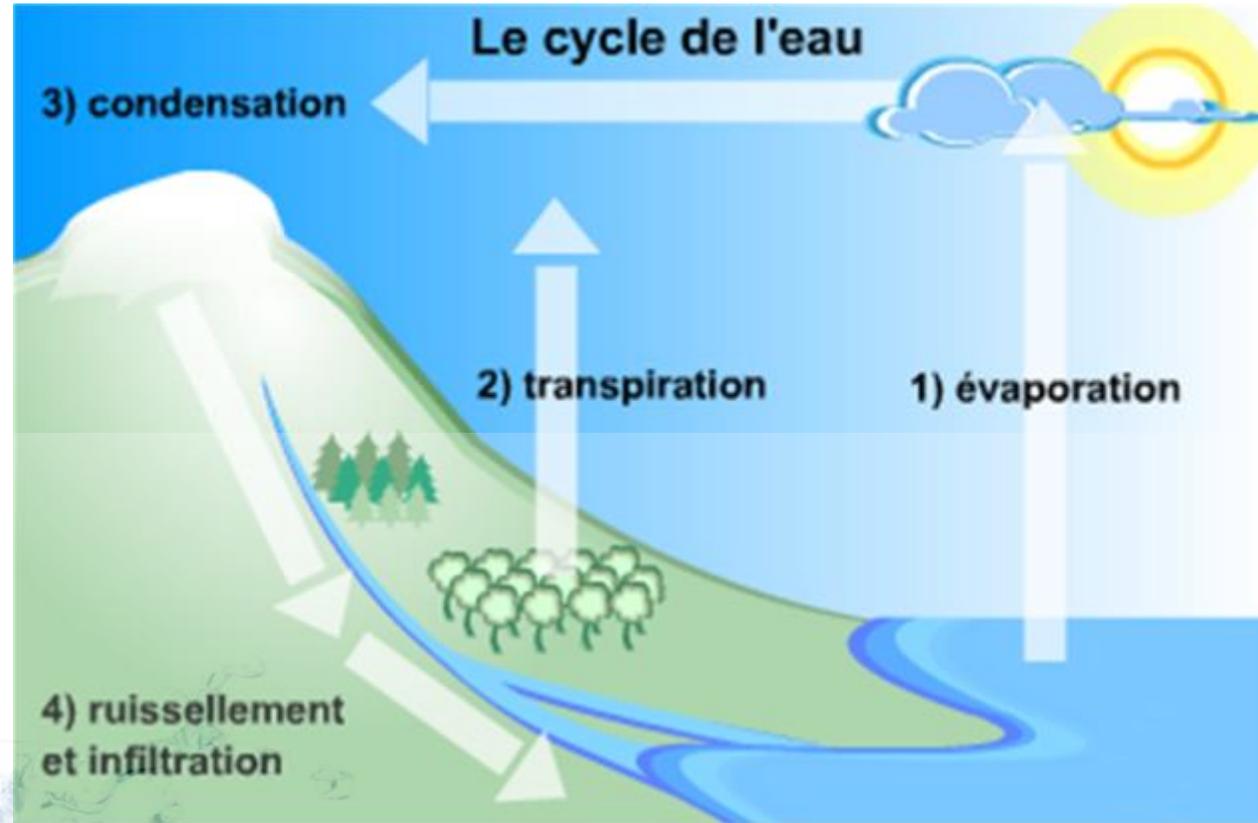
L'eau



**SOLVANT
UNIVERSEL**

- **Matières vivantes :**
 - bactéries, virus
 - algues, champignons
- **Matières inertes :**
 - matières en suspension
 - particules colloïdales
 - matières dissoutes (gaz, minéraux, matières organiques)

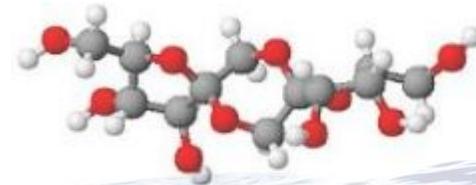
Composition de l'eau – le cycle de l'eau



minéraux

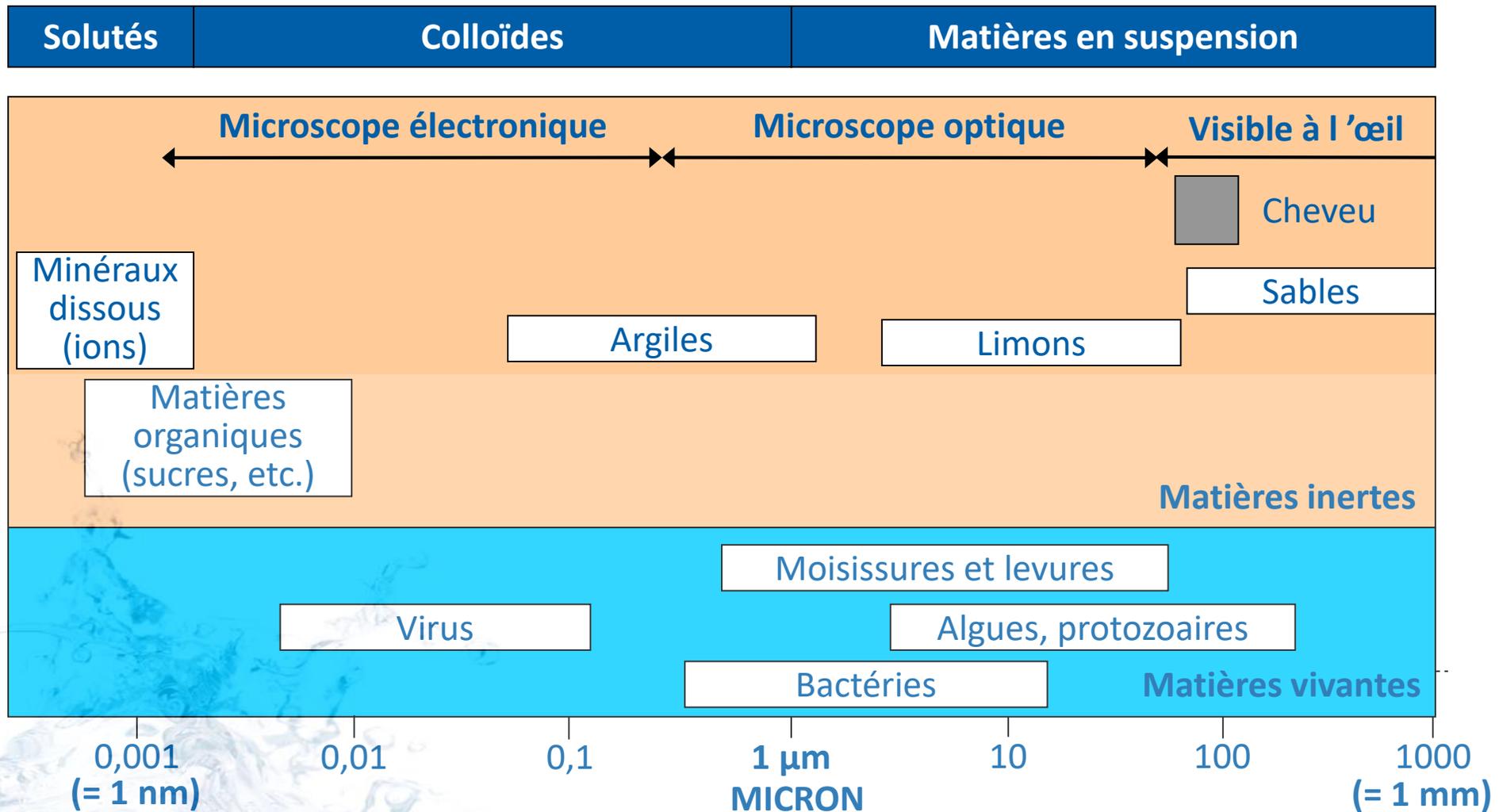


Gaz

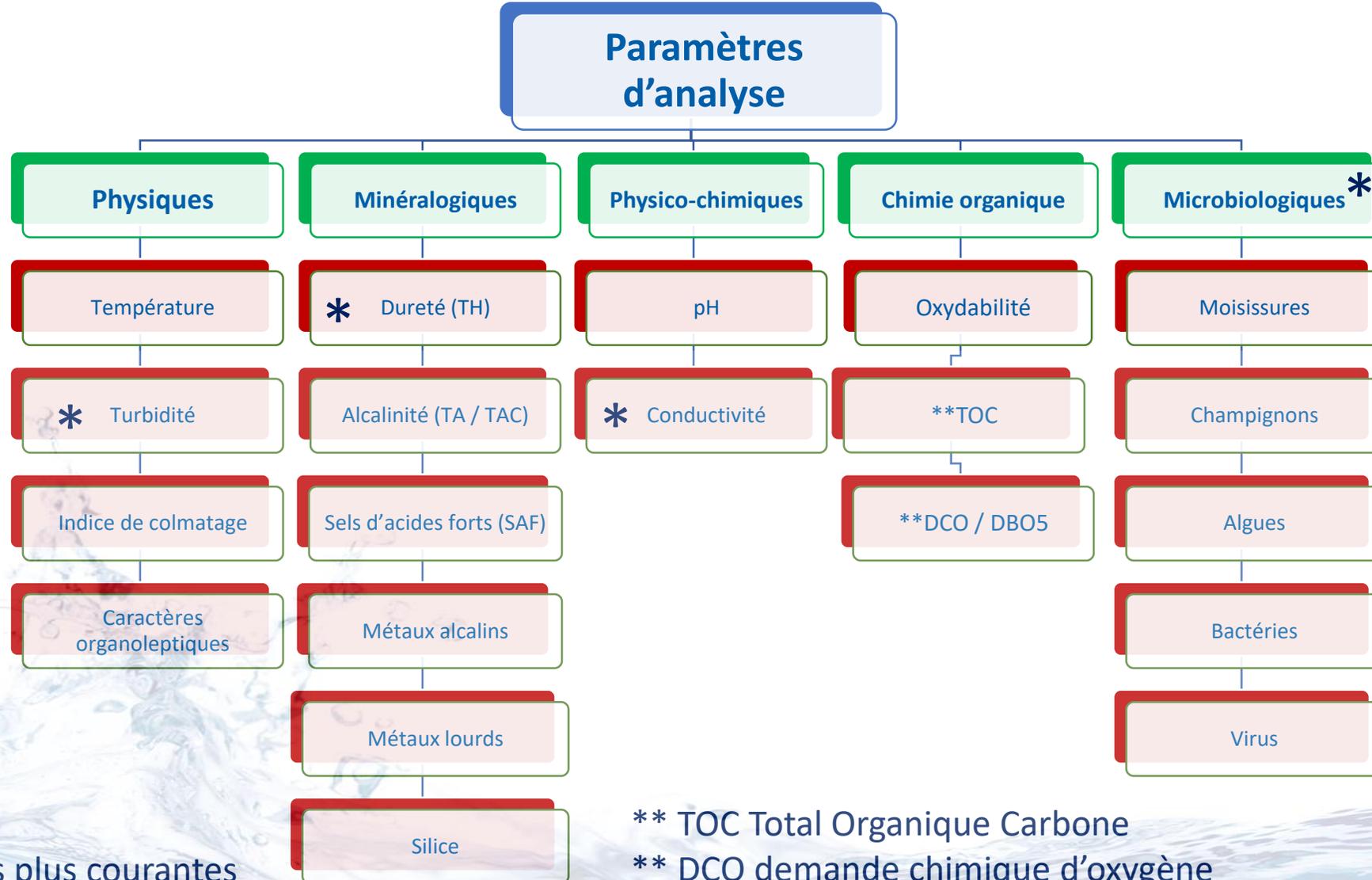


Organique

Composition de l'eau – Dimension des éléments



Pour connaître l'eau – L'ANALYSE & ses PARAMETRES



* Les analyses les plus courantes

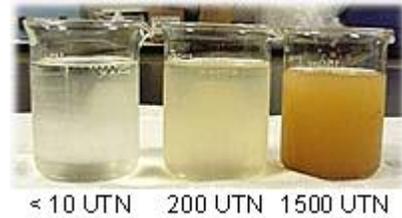
** TOC Total Organique Carbone

** DCO demande chimique d'oxygène

** DBO demande biologique en oxygène

Analyse de l'eau & Paramètres

Turbidité : degré de transparence de l'eau (unité = NTU).

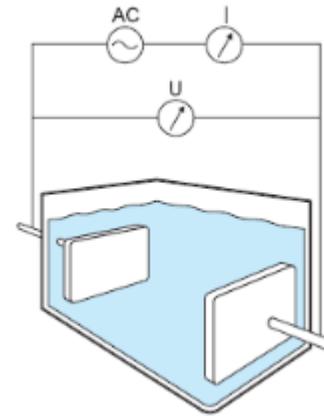


Présence de **matières en suspension**

> Filtration

Analyse de l'eau & Paramètres

- Conductivité



Minéralité (mg/L)



eau déminéralisée

eau « chargée »



Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

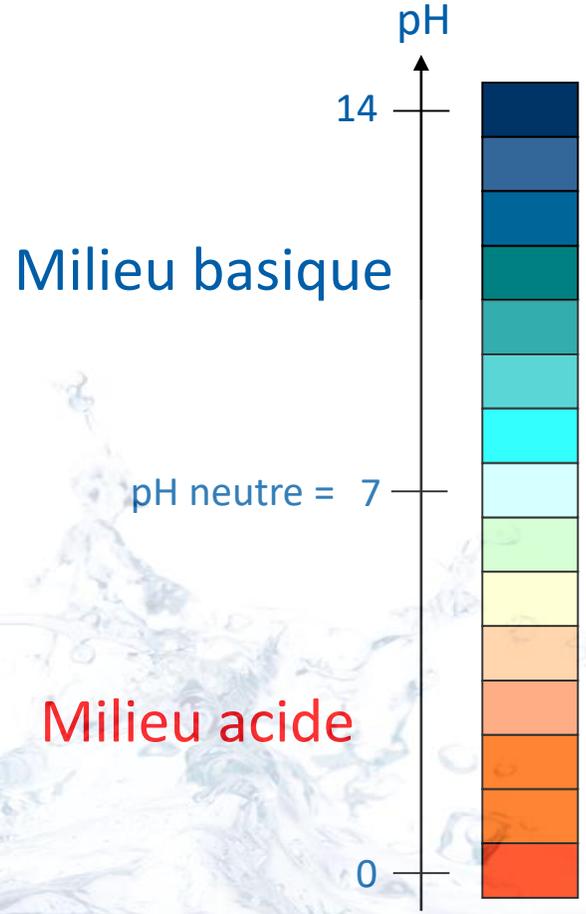
Conductivité : $1 \text{ S}/\text{cm} = 1\,000 \text{ mS}/\text{cm} = 1\,000\,000 \mu\text{S}/\text{cm}$

Résistivité : $1 \text{ M}\Omega.\text{cm} = 1\,000 \text{ k}\Omega.\text{cm} = 1\,000\,000 \Omega.\text{cm}$

> **Déminéralisation de l'eau (osmose inverse)**

Analyse de l'eau & Paramètres

- **pH** : potentiel hydrogène



SOUDE CAUSTIQUE

ammoniaque

JAVEL

SAVON DOUX

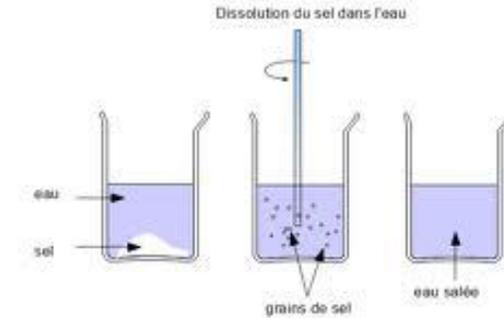
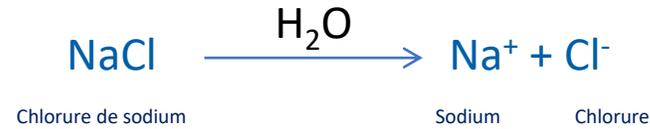
ACIDE CHLORHYDRIQUE

VINAIGRE

Analyse de l'eau & Paramètres

- Les sels minéraux sont dissouts dans l'eau.

Ex : dissolution du sel



- Les principaux ions que l'on retrouve dans l'eau :

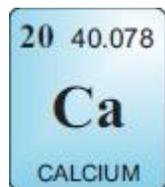
LES CATIONS		} TH
– Calcium	: Ca ²⁺	
– Magnesium	: Mg ²⁺	
– Sodium	: Na ⁺	
– Potassium	: K ⁺	
– Fer	: Fe ²⁺ , Fe ³⁺	
– Manganèse	: Mn ²⁺	
– Zinc	: Zn ²⁺	
– Cuivre	: Cu ²⁺	

LES ANIONS		} TAC
– Carbonates	: CO ₃ ²⁻	
– Bicarbonates	: HCO ₃ ⁻	
– Hydroxydes	: OH ⁻	
– Chlorures	: Cl ⁻	
– Sulphates	: SO ₄ ²⁻	
– Nitrates	: NO ₃ ⁻	
– Phosphates	: PO ₄ ³⁻	

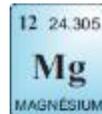
} SAF

Analyse de l'eau & Paramètres

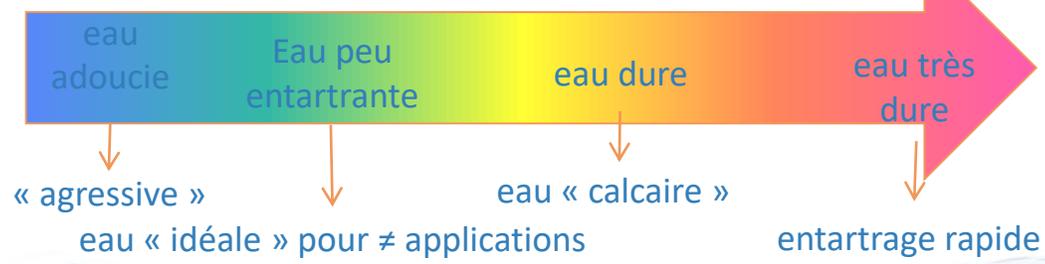
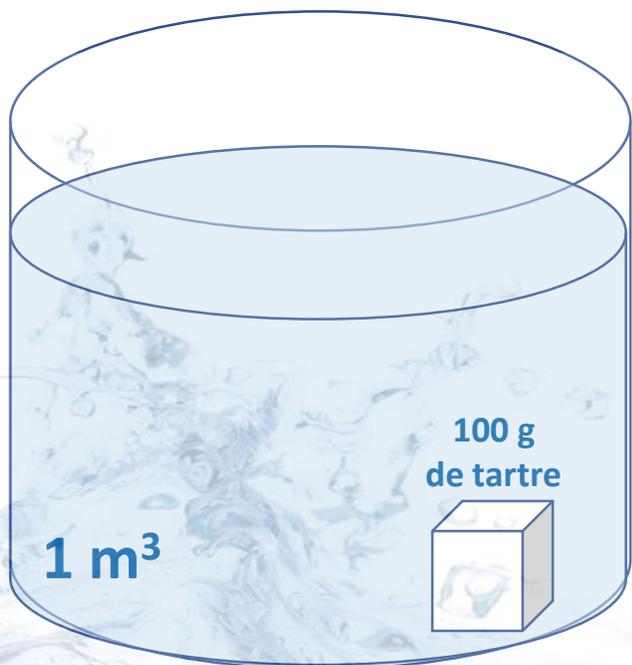
- Dureté (TH) :



&



10°f

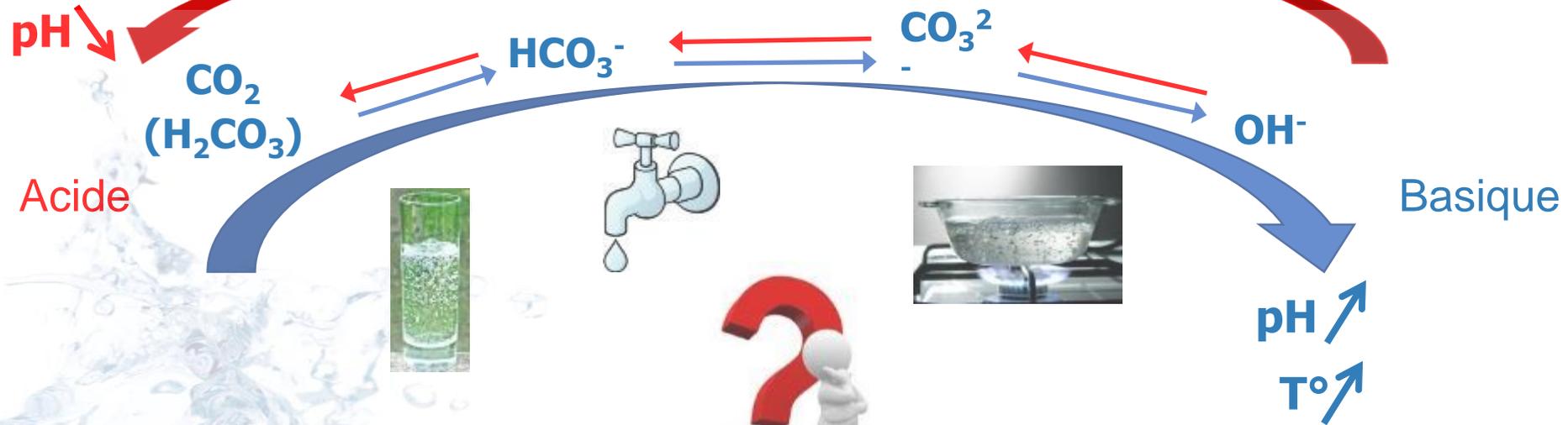
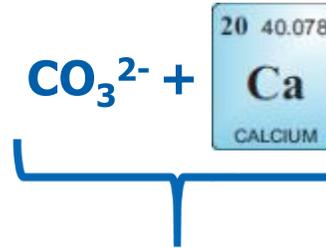


Analyse de l'eau

- Alcalinité (TA & TAC) :



+ HCl



Analyse de l'eau & Paramètres

EVIAN					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	80,00	20,00	HCO ₃ ⁻	360,00	29,51
Mg ²⁺	26,00	10,70	SO ₄ ²⁻	12,60	1,31
Na ⁺	6,50	1,41	Cl ⁻	6,80	0,96
K ⁺	1,00	0,13	NO ₃ ⁻	3,70	0,30
Ba ²⁺		0,00	CO ₂		0,00
Sr ²⁺		0,00	SiO ₂	15,00	1,25
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	113,50	32,24		398,10	32,08
CONDUCTIVITE :		676,00 µS/cm	pH :		7,2
SALINITE :		511,60 mg/l	à 180°C :		309 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

VOLVIC					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	12,00	3,00	HCO ₃ ⁻	74,00	6,07
Mg ²⁺	8,00	3,29	SO ₄ ²⁻	9,00	0,94
Na ⁺	12,00	2,61	Cl ⁻	15,00	2,11
K ⁺	6,00	0,77	NO ₃ ⁻	7,30	0,59
Ba ²⁺		0,00	CO ₂	0,00	0,00
Sr ²⁺		0,00	SiO ₂	32,00	2,67
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	38,00	9,67		137,30	9,70
CONDUCTIVITE :		230,17 µS/cm	pH :		7
SALINITE :		175,30 mg/l	à 180°C :		130 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

HEPAR					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	549,00	137,25	HCO ₃ ⁻	383,70	31,45
Mg ²⁺	119,00	48,97	SO ₄ ²⁻	1530,00	159,38
Na ⁺	14,20	3,09	Cl ⁻	0,00	0,00
K ⁺	0,00	0,00	NO ₃ ⁻	4,30	0,35
Ba ²⁺		0,00	CO ₂		0,00
Sr ²⁺		0,00			
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	682,20	189,31		1918,00	191,17
CONDUCTIVITE :		5019,14 µS/cm	pH :		7,2
SALINITE :		2600,20 mg/l	à 180°C :		2513 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

MONT ROUCOUS					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	2,40	0,60	HCO ₃ ⁻	6,30	0,52
Mg ²⁺	0,50	0,21	SO ₄ ²⁻	2,00	0,21
Na ⁺	3,10	0,67	Cl ⁻	3,00	0,42
K ⁺	0,40	0,05	NO ₃ ⁻	3,00	0,24
Ba ²⁺		0,00	CO ₂		0,00
Sr ²⁺		0,00	SiO ₂	8,20	0,68
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	6,40	1,53		22,50	1,39
CONDUCTIVITE :		37,85 µS/cm	pH :		5,85
SALINITE :		28,90 mg/l	à 180°C :		25 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

CRISTALINE ELENA					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	67,50	16,88	HCO ₃ ⁻	228,00	18,69
Mg ²⁺	6,90	2,84	SO ₄ ²⁻	11,00	1,15
Na ⁺	8,40	1,83	Cl ⁻	15,00	2,11
K ⁺	2,30	0,29	NO ₃ ⁻	0,50	0,04
Ba ²⁺		0,00	CO ₂		0,00
Sr ²⁺		0,00	SiO ₂		0,00
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	85,10	21,84		254,50	21,99
CONDUCTIVITE :		471,08 µS/cm	pH :		
SALINITE :		339,60 mg/l	à 180°C :		241 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

CRISTALINE PETILLANTE					
BALANCE IONIQUE EAU BRUTE					
CATIONS	mg/l	‰	ANIONS	mg/l	‰
Ca ²⁺	66,00	16,50	HCO ₃ ⁻	432,00	35,41
Mg ²⁺	26,00	10,70	SO ₄ ²⁻	34,00	3,54
Na ⁺	18,00	3,91	Cl ⁻	15,00	2,11
K ⁺	50,00	6,41	NO ₃ ⁻	1,00	0,08
Ba ²⁺		0,00	CO ₂		0,00
Sr ²⁺		0,00	SiO ₂	27,00	2,25
H ⁺			OH ⁻		
TOTAL	160,00	37,52		509,00	41,14
CONDUCTIVITE :		859,11 µS/cm	pH :		5,2
SALINITE :		669,00 mg/l	à 180°C :		477 mg/L
CO ₂ :		0,00 mg/l			

Lexique des eaux de table

Eau minérale

L'eau minérale est caractérisée par sa minéralité constante. Principalement d'origine souterraine, elle peut avoir des propriétés thérapeutiques et sa minéralité peut varier selon sa source.

Eau microfiltrée

L'eau microfiltrée est une eau provenant de l'eau du réseau et débarrassée de la majorité de ses éléments indésirables. Le traitement complémentaire mis en place a pour but d'améliorer sa qualité et de supprimer les mauvais goûts et odeurs.

Eau de source

L'eau de source, à la différence des eaux minérales n'est pas tenue à une stabilité de sa composition minérale. Une même marque d'eau de source peut être donc embouteillée sur différentes sources.

Eau du robinet

L'eau du robinet est une eau potable de distribution, ayant subi un traitement et une désinfection. Même si l'eau est traitée, elle peut encore contenir des éléments indésirables, et conserver de mauvaises odeurs ou un mauvais goût.



Problèmes rencontrés



L'entartrage



- Entartrage

Combinaison des facteurs : TH / TAC / Température / pH

Carbonate + Calcium

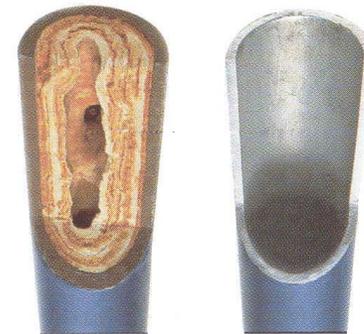


Substance solide qui se dépose
= **le tartre**

T° et/ou pH augmentent



Le dépôt de tartre augmente

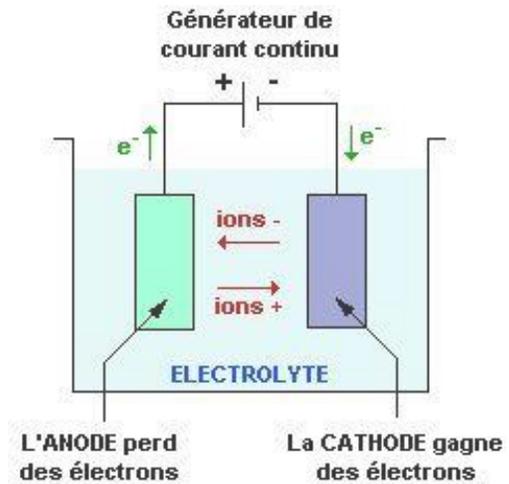
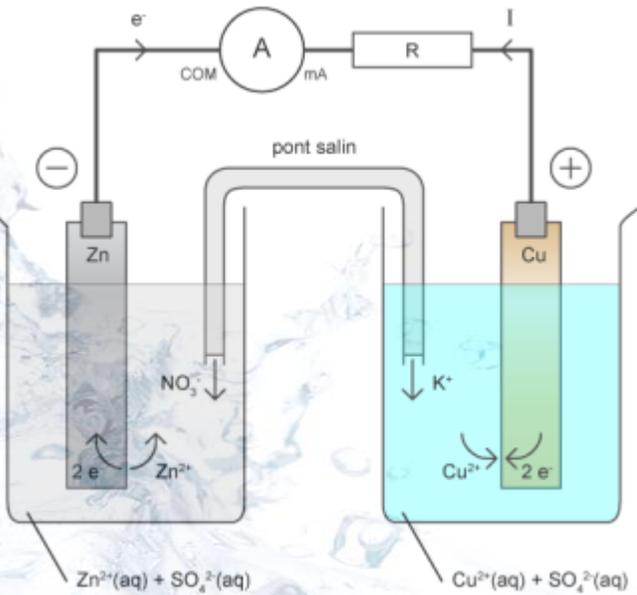


La corrosion



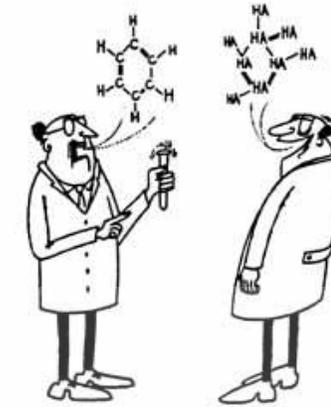
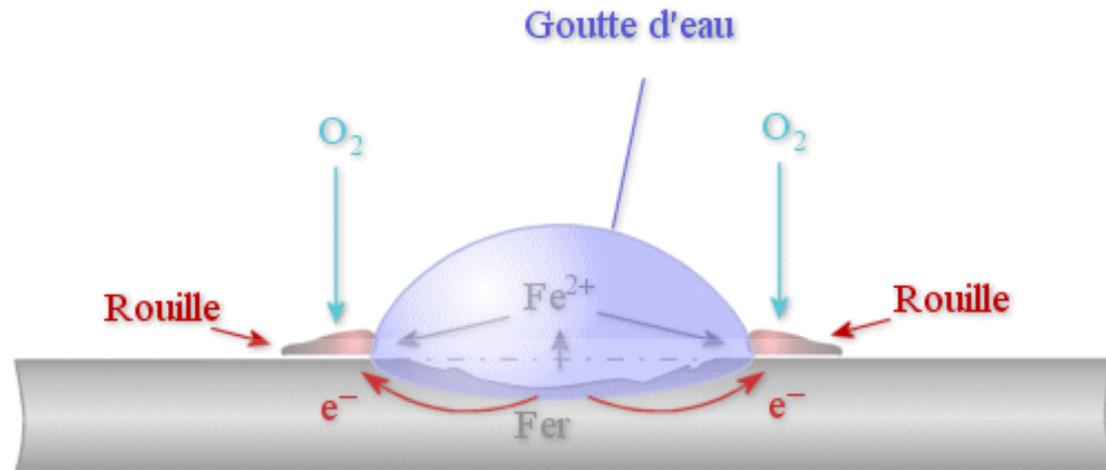
La corrosion

- Un process électrochimique



La corrosion

- Le principe



- Combinaison de différents facteurs :

- ✓ Concentration en O_2
- ✓ pH et CO_2
- ✓ Température
- ✓ Vitesse de circulation
- ✓ Salinité
- ✓ Qualité du métal
- ✓ Action mécanique
- ✓ Présence de dépôts
- ✓ Activité bactérienne
- ✓ Contact entre métaux différents

PROBLEMES LIES A L'EAU

Les microorganismes

→ Diversité

→ Origines

→ Prolifération

→ Conséquences très variées



Les microorganismes

- **Problèmes provoqués :**

- ✓ Transmission des maladies (germes « pathogènes »)
- ✓ Libération de composés indésirables ou toxiques provoquant de la fièvre
- ✓ Dégradation des composés actifs de traitements divers
- ✓ Bouchage (biofilm)
- ✓ Diminution de l'efficacité des échanges thermiques
- ✓ Activation de la corrosion des métaux par certaines bactéries

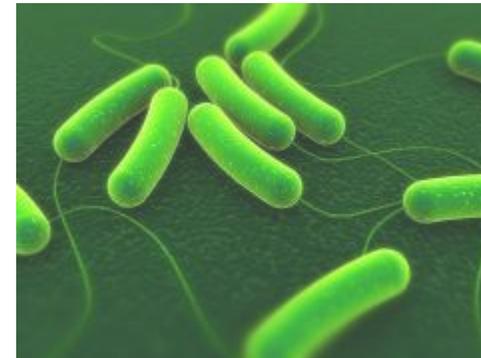
- **Facteurs de prolifération :**

- ✓ pH (algues : pH = 5/6, bactéries : pH = 7/9)
- ✓ Température
- ✓ Lumière
- ✓ Absence ou présence d'oxygène (aérobie, anaérobie)
- ✓ Nutriments (polymères, phosphates, etc.)
- ✓ Absence d'inhibiteurs de croissance (biocides)

Les microorganismes

Rappels sur les risques légionnelles

- Formes cliniques des infections :
maladie du légionnaire ou légionellose et la fièvre de Pontiac
- Mode de transmission : respiration d'aérosols contaminés
- Facteurs favorisant le développement :
 - Température : 25°C - 45°C
 - Eau stagnante et bras morts
 - Dépôts et rouille
 - Matériaux : caoutchouc, PVC, ..
 - Biofilm
 - Présence d'autres organismes : micro-algues, amibes, ...
 - Maintenance inappropriée



L'embouage

Les boues sont le plus souvent constituées de :

- **Oxydes de fer**
- **CaCO₃** non incrustants
- **Matières Organiques** provenant de prolifération bactériologique.



Deux types de particules boueuses:

boues en suspension non entartrantes et facilement entraînées par la circulation de l'eau.

boues sédimentées lorsque la vitesse d'écoulement de l'eau tend vers une valeur nulle.



2 – REGLEMENTATION SUR L'EAU



Eau potable et eau non potable

- Principaux textes applicables
- Qualité des eaux
 - Directive 98/83/CE du Conseil du 3 novembre 1998 relative à la qualité des eaux destinées à la consommation humaine (JOCE du 5 décembre 1998)
 - Code de la santé publique
 - Articles L.1321-1 à L.1321-10 : dispositions concernant les eaux potables
 - Articles R.1321-1 à R.1321-68 et les annexes 13-1, 13-2, 13-3, relatifs aux eaux destinées à la consommation humaine, codifiant le décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001
 - Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique

Eau potable et eau non potable

- L'arrêté du 11 janvier 2007 est la transcription en droit français de la Directive Européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998.
- Ni dans la Directive Européenne, ni dans l'arrêté ne sont précisées de limites de qualité ou de références de qualité concernant le paramètre TH.
- On trouve par contre des références de qualité (cf Annexe I, Chapitre II B) qui peuvent être impactées par un adoucissement par échange d'ions. Par exemple,
 - Le sodium (symbole chimique Na) : référence de qualité 200mg/l
 - L'équilibre calco-carbonique : eau à l'équilibre ou légèrement incrustante (c'est-à-dire à tendance entartrante et non agressive [tendance à dissoudre un dépôt calcaire])

Nota :

- 1- Les références de qualité ne sont que des indicateurs et ne sont pas des limites !*
- 2- Plus d'informations sont disponibles dans le module Formation Techniciens*

Eau potable et eau non potable

- Conformité sanitaire et certification des produits en contact avec l'eau destinée à la consommation humaine
- **Les produits en contact avec l'eau sont répartis en 4 catégories:**
 - Les matériaux organiques,
 - Les matériaux métalliques,
 - Les matériaux à base de liants hydrauliques (bétons et mortiers)
 - Les produits composés d'un assemblage de plusieurs constituants

Législation encadrant le TE chez le particulier - Normes

- Norme NF EN 1717 (mars 2001) - Protection contre la pollution de l'eau potable dans les réseaux intérieurs et exigences générales des dispositifs de protection contre la pollution par retour.
- NF EN 14743+A1 (septembre 2007) - Appareils de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments - Adoucisseurs - Exigences de performance, de sécurité et essais.
- NF P41-650 (avril 2013) - Appareils de traitement d'eau - Spécifications pour les carafes filtrantes d'eau.
- NF EN 973 qualité A (décembre 2009) - Produits chimiques utilisés pour le traitement de l'eau destinée à la consommation humaine - Chlorure de sodium pour la régénération des résines échangeuses d'ions (sel régénérant).
- NF EN 15161 (février 2007) - Équipement de traitement d'eau à l'intérieur des bâtiments - Mise en œuvre, fonctionnement, entretien et réparation.

Législation encadrant le TE chez le particulier - Certifications

- Certification NF 406 – Appareils de traitement d'Eau
- Certification CSTBat Service - Maintenance des adoucisseurs.
- Certification CSTBat Service - Procédés de traitement des eaux.
- Quelle différence entre norme et certification ?
- Une norme est un référentiel précisant les caractéristiques à exiger d'un produit ou d'un service,
- Une certification atteste qu'un produit ou un service est conforme aux normes en vigueur

Installation: Obligations

- Que l'installation soit réalisée en habitat individuel ou en habitat collectif, celle-ci doit prévoir :
 - Un dispositif contrôlable de protection (clapet anti-retour) doit être installé en amont de l'adoucisseur
 - Des points de prélèvement pour analyse :
 - En amont de l'adoucisseur (eau brute),
 - En aval de l'adoucisseur (eau à TH 0°f si vanne de mitigeage fermée et eau mitigée)
 - L'évacuation de la saumure et de l'eau de rinçage doivent être déconnectées du réseau d'évacuation par rupture de charge
- En habitat individuel,
- Le propriétaire ou l'occupant est le seul responsable du choix d'installer un adoucisseur sur toute ou partie du réseau de distribution d'eau.
- En général, il est recommandé de prévoir un robinet d'eau dure pour l'arrosage du jardin.

3- PRINCIPES HYDRAULIQUES



Les fondamentaux à connaître



La **SECTION** de la tuyauterie est la surface
ronde **intérieure**.
Nous l'appellerons **S**.

ATTENTION !!.

La SECTION n'est pas
le diamètre.

$$S = \pi r^2 \text{ ou } \frac{\pi d^2}{4}$$

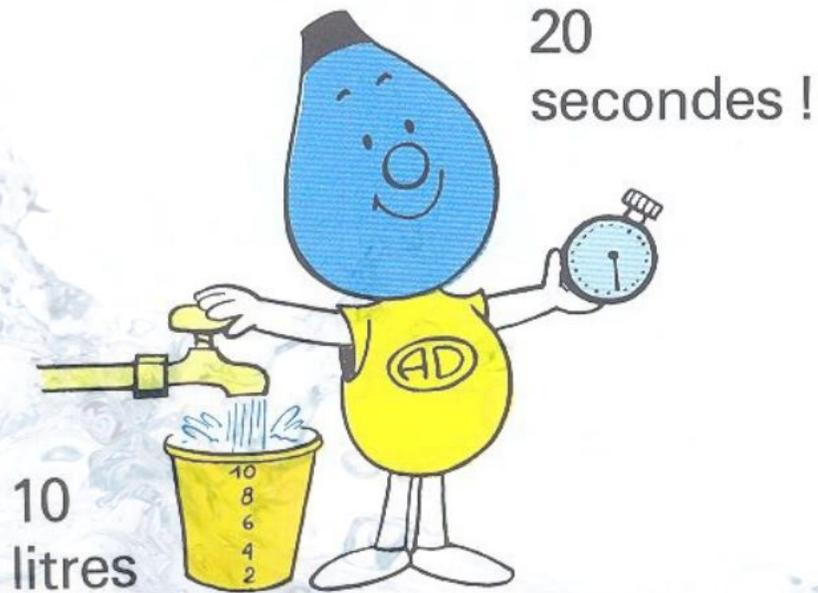
(r = rayon intérieur)

(d = diamètre intérieur)



En robinetterie les sections (ou surfaces) sont généralement exprimées en centimètres carrés. (cm²).

Le **DEBIT** est l'association d'un **volume**
et d'un **temps** donné (unitaire).
Nous l'appellerons **Q**.



Quantité d'eau écoulée : 10 litres
Durée de l'écoulement : 20 secondes

$$\text{DEBIT } Q = \frac{10 \text{ l}}{20 \text{ s}} = 0,5 \text{ l/s}$$

En robinetterie les débits sont généralement
exprimés en litres par seconde (l/s), en litres
par minute (l/mn) ou en mètres cubes par
heure (m³/h).

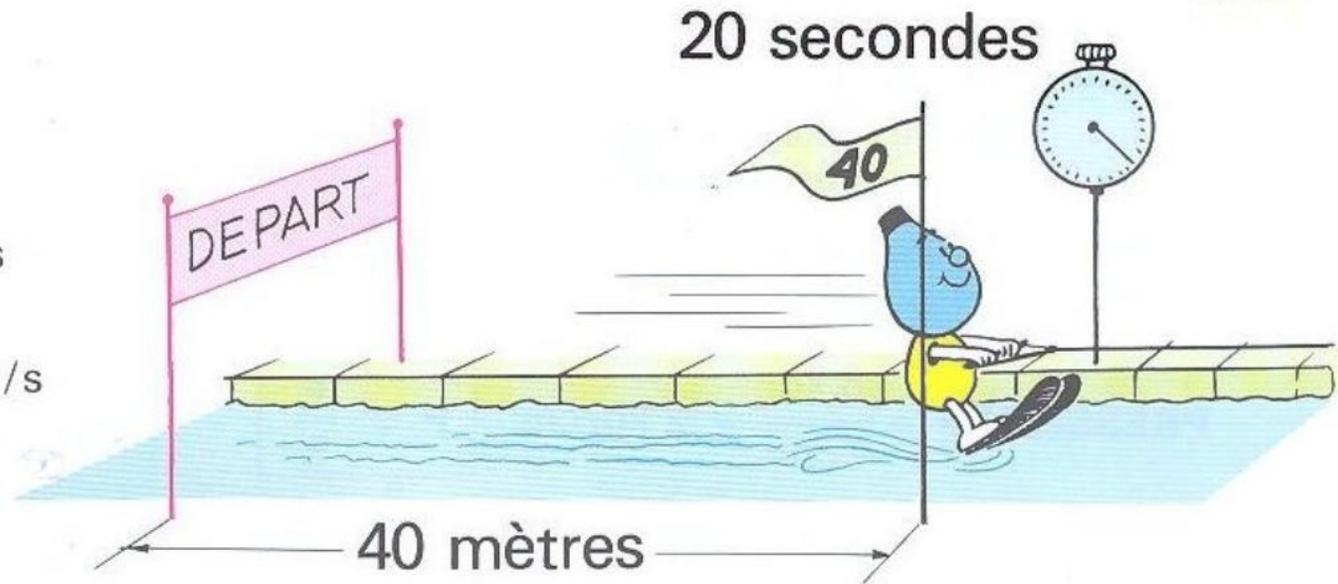
La **VITESSE** est la **longueur** parcourue dans un **temps** donné.
Nous l'appellerons **V**.



Déplacement : 40 mètres
Durée : 20 secondes

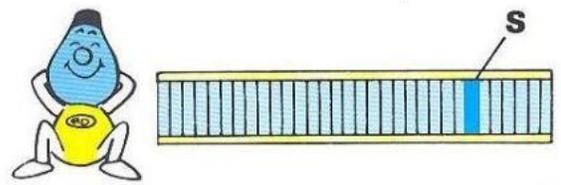
$$\text{VITESSE } V = \frac{40 \text{ m}}{20 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

• Vitesse d'écoulement : $V = \frac{qv}{S}$
en m/s

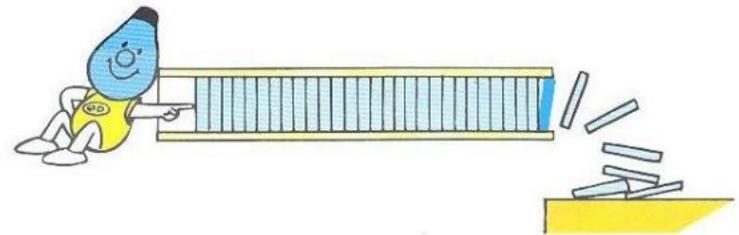


En adduction d'eau domestique les vitesses sont généralement exprimées en mètres par seconde (m/s).
Elles vont jusqu'à 3 m/s - (ce qui correspond environ à 10 km/heure).

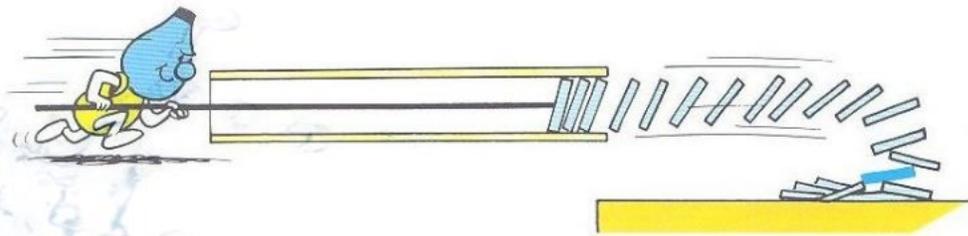
LIEN entre le **DEBIT** et la **VITESSE**
 ... dans une section donnée.



Poussée **nulle**.
 Vitesse **nulle**.
 Débit **nul**.



Poussée **faible**.
 Vitesse **faible**.
 Débit **faible**.



Poussée **forte**.
 Vitesse **forte**.
 Débit **fort**.

$$Q = V \times S$$

ou

$$V = \frac{Q}{S}$$

Débit = Vitesse multipliée par Surface

Vitesse = Débit divisé par Surface

Dans une section donnée, le débit est proportionnel à la vitesse.
 – Si la vitesse est 2 fois plus petite le débit est 2 fois plus petit.
 – Si la vitesse est 3 fois plus grande le débit est 3 fois plus grand.





La **PRESSION** est l'association d'une **force** avec une **surface** donnée (unitaire).
Nous l'appellerons **P**.

- Unités S.I. : le Pascal (Pa) ou N/m²
- Unités usuelles : kg/cm², bar, atm, psi, mm Hg , m C.E.

EN STATIQUE :

La force **F** exercée au sol par un corps est **égale à son poids**.

Force **F** = 8 Kilogrammes

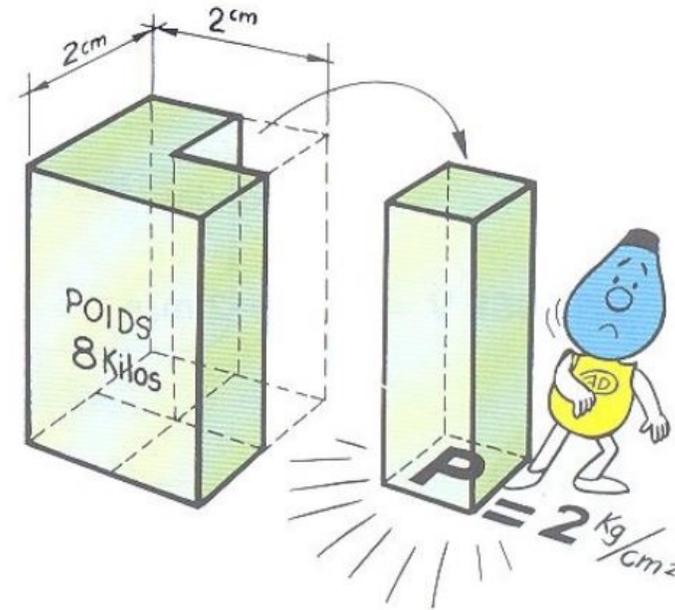
Surface au sol **S** = 2 x 2 = 4 cm²

$$\text{PRESSION } P = \frac{8 \text{ kg}}{4 \text{ cm}^2} = 2 \text{ kg/cm}^2$$

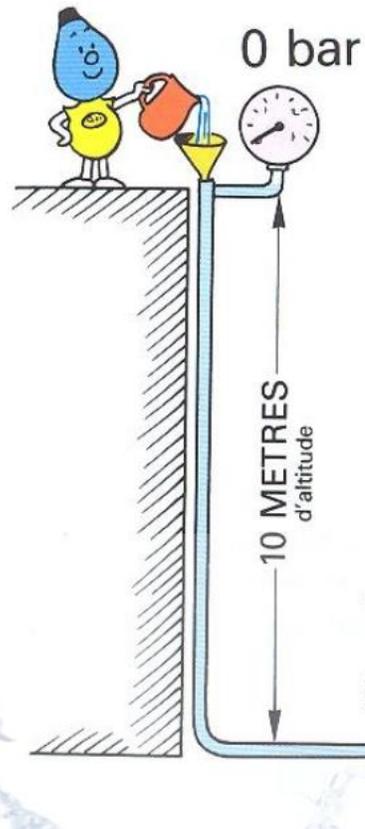
$$P = \frac{F}{S}$$

A l'inverse une pression **P** qui agit sur une surface **S** communique une force **F**.

$$F = P \times S$$



En robinetterie les pressions sont généralement exprimées en kilogrammes par centimètre carré (kg/cm²) ou en bar.



Il arrive que la pression soit exprimée en mètres de charge d'eau (m. CE).
Il s'agit tout simplement de la hauteur d'eau qui engendre cette pression.

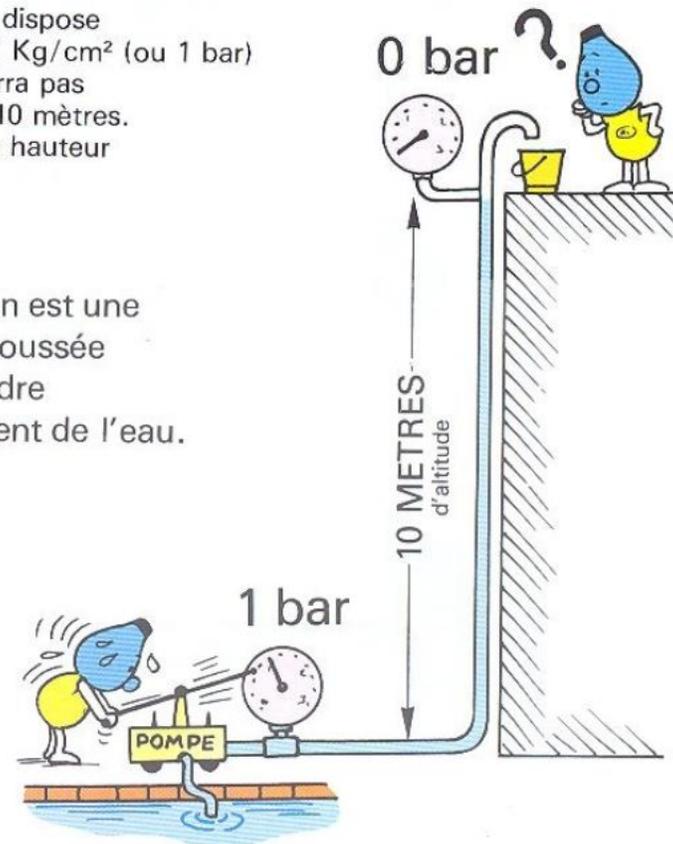
Une hauteur de 10 mètres d'eau équivaut à
une pression de 1 kg/cm² (ou 1 bar) au sol.

Inversement si l'on dispose
d'une pression de 1 Kg/cm² (ou 1 bar)
au sol l'eau ne pourra pas
monter au-delà de 10 mètres.
La pression à cette hauteur
sera nulle.

La pression est une
force de poussée
qui engendre
l'écoulement de l'eau.

$$1 \text{ Kg/cm}^2 = 1 \text{ bar} = 10 \text{ m. CE}$$

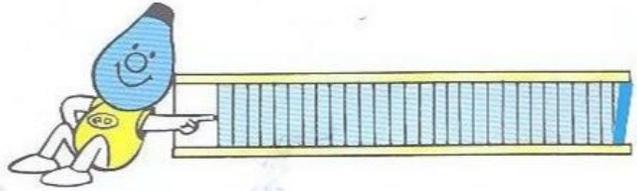
Le **bar** est maintenant
l'unité la plus utilisée.



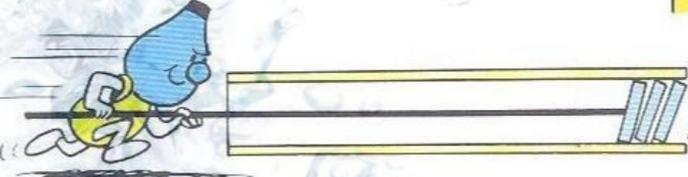
On appelle pression STATIQUE celle qui se mesure SANS écoulement.
On appelle pression DYNAMIQUE celle qui se mesure AVEC écoulement (voir page 6)

LIEN entre le **DEBIT**, la **VITESSE** et la **PRESSION...** dans une section donnée.

Il existe bien un lien entre la vitesse et la pression...

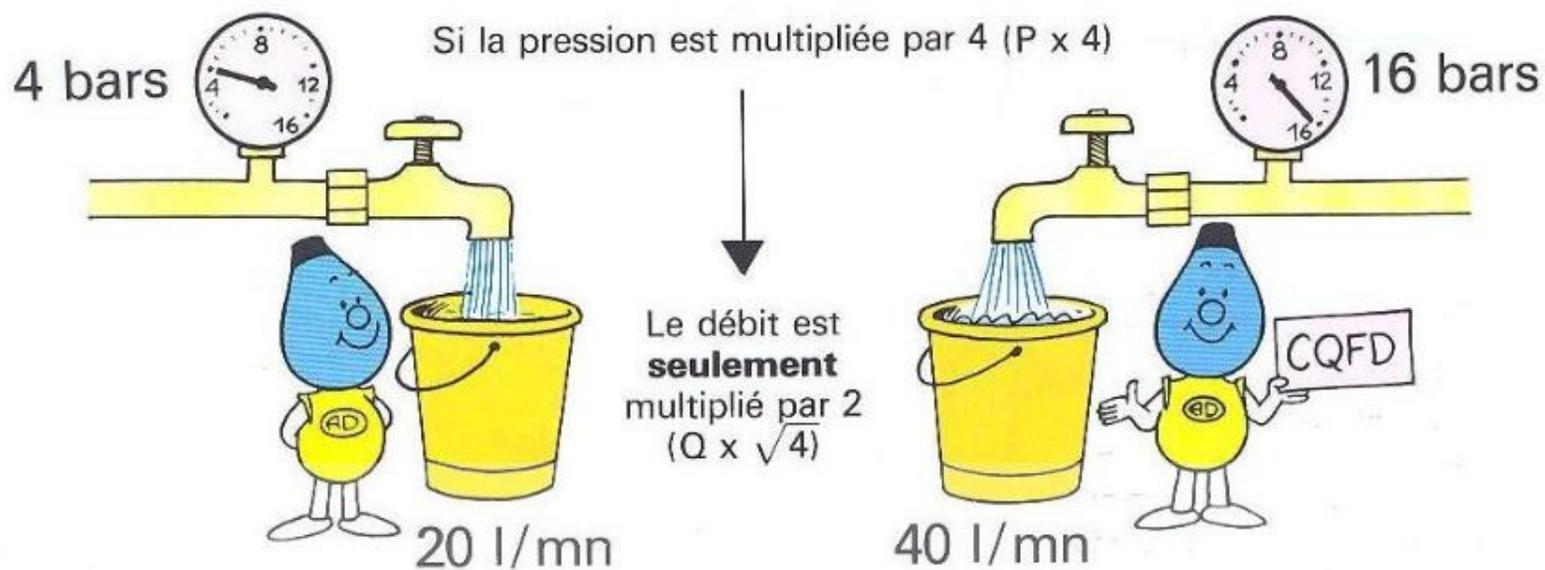


A une pression **P1** correspond une vitesse **V1**



A une pression **P2** correspond une vitesse **V2**

... Mais la vitesse n'est pas proportionnelle à la pression et le débit non plus.



Prenons à titre d'exemple un tuyau où pour une pression de **1 bar** la vitesse est de **1 mètre/seconde** et le débit de **10 litres/minute**.
Comment varient la vitesse et le débit lorsque la pression varie ?

Si la pression (en bars) devient
La vitesse (en mètre/seconde) devient
Le débit (en litres/minute) devient

2	3	4	6	8	10	12	16
1,4	1,7	2	2,45	2,8	3,15	3,45	4
14	17	20	24,5	28	31,5	34,5	40

Dans une section donnée :

Les débits varient comme la racine carrée des pressions.

- Si la pression est 2 fois plus petite le débit est **seulement** $\sqrt{2}$ fois plus petit (soit 1,4 fois plus petit).
- Si la pression est 4 fois plus grande le débit est **seulement** $\sqrt{4}$ fois plus grand (soit 2 fois plus grand) etc...



La **PERTE DE CHARGE...** ou PERTE DE PRESSION.

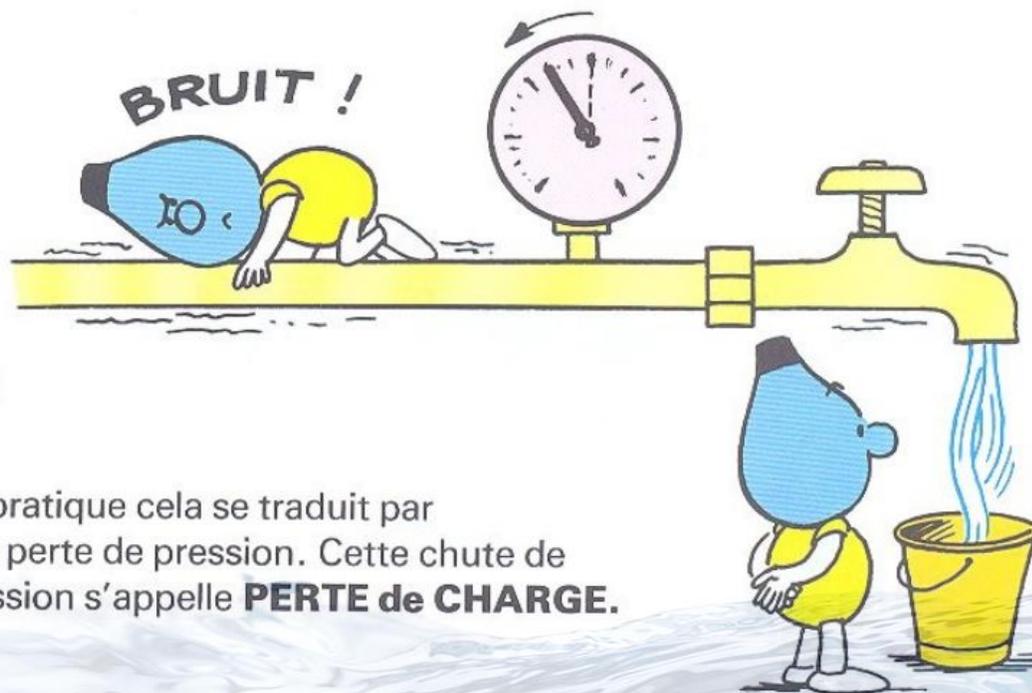
Dans une tuyauterie donnée les pressions statiques et dynamiques seraient les mêmes si le fluide n'était pas freiné dans son cheminement... Mais ce n'est pas le cas.

Lorsque le fluide s'écoule il se crée des frottements :

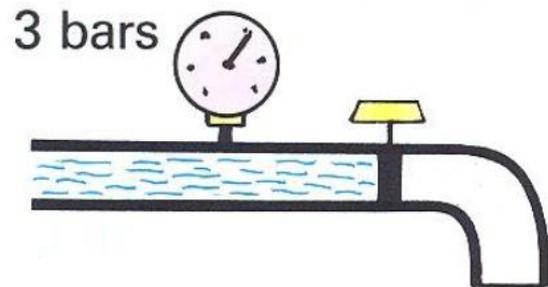
- Entre les molécules du fluide (viscosité)
- Contre la paroi du tuyau (rugosité)

Ces frottements entraînent une perte d'énergie de mouvement au profit :

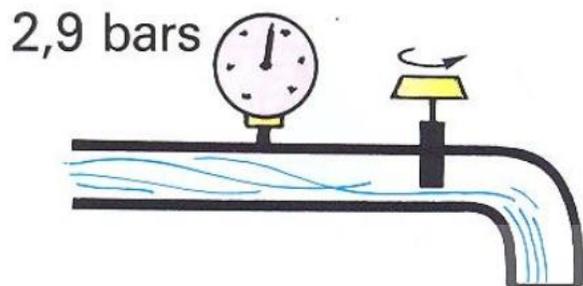
- d'énergie calorifique (échauffement)
- d'énergie acoustique (bruit)



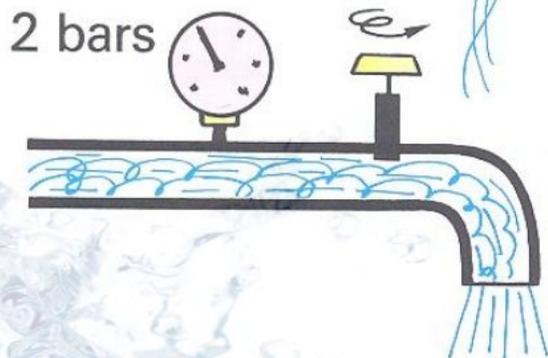
En pratique cela se traduit par une perte de pression. Cette chute de pression s'appelle **PERTE de CHARGE**.



Débit **nul**
Vitesse **nulle**
Frottements **nuls**
Perte de charge **nulle**



Débit **faible**
Vitesse **faible**
Frottements **faibles**
Perte de charge **faible**



Débit **important**
Vitesse **importante**
Frottements **très importants**
Perte de charge **très importante**

La perte de charge augmente beaucoup quand le débit augmente.



C'est la caractéristique d'un produit de robinetterie bien conçu de limiter les frottements internes afin de limiter sa **perte de charge** à une valeur **acceptable**.

Lors de la conception d'une installation de traitement il faut donc tenir compte de toutes ces notions pour dimensionner correctement le traitement d'eau , limiter les pertes de charge , permettre à l'utilisateur d'avoir la pression et le débit au point d'utilisation.

Mais il faut aussi tenir compte de ces notions pour permettre au traitement d'eau de fonctionner correctement (pression dynamique nécessaire au fonctionnement – pression maximum admissible par le traitement d'eau ...)

4- LE TRAITEMENT DE L'EAU



SOMMAIRE

➤ Pourquoi traiter l'eau

- Cycle de l'eau
- Eau de process à usage industriel
- Eau à usage domestique

➤ Les procédés employés

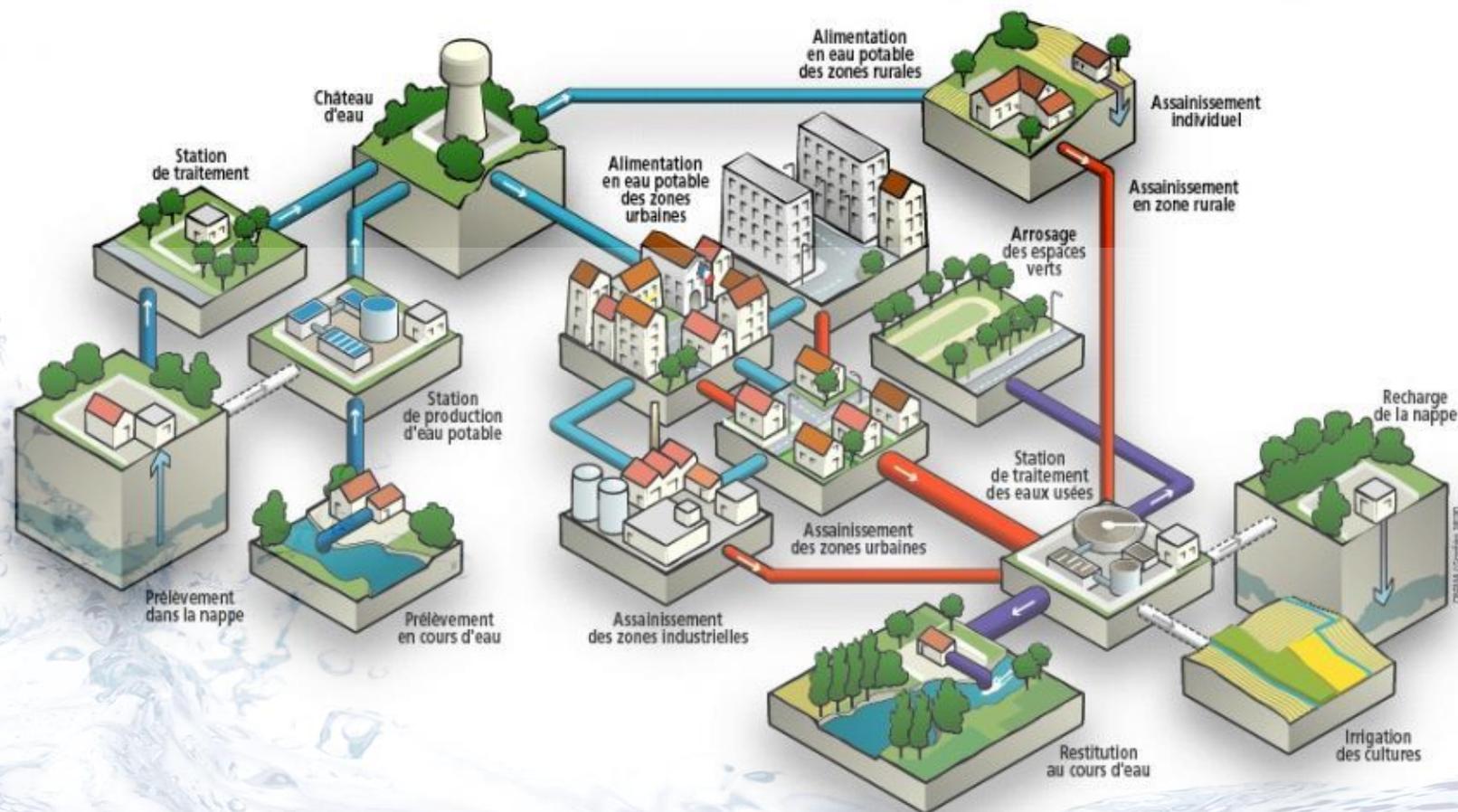
- Filtration
- Adoucissement de l'eau
- Désinfection par ultra violet ou chloration
- Osmose inverse, ultrafiltration, nanofiltration
- Autres procédés

Pourquoi traiter l'eau

- La plus grande partie de l'eau prélevée n'a pas besoin d'être traitée:
 - Energie (hydroélectricité, refroidissement): 960 Mds m3
 - Canaux: 5,5 Mds m3
 - Irrigation : 2,7 Mds m3
- En revanche nous devons améliorer la qualité de l'eau et donc la traiter pour:
 - **Eau potable à usage domestique : 5,5 Mds m3**
 - **Industrie : 3 Mds m3**



Le petit cycle de l'eau (celle que l'on traite)



Pourquoi traiter l'eau pour l'industrie (eau de process)

- Les eaux peuvent subir tout type de traitement selon le type d'activité industrielle, par exemple:
 - Industries agroalimentaires (Boissons, plats cuisinés, élevage, abattoir, conserverie) = eau filtrée, souvent potabilisée
 - Lavage (bouteilles, carwash...) = eau adoucie et ultrafiltrée
 - Industries lourdes = eau filtrée et adoucie
 - Industries pharmaceutique et Biotechnologie = eau souvent déminéralisée
 -

Pourquoi traiter l'eau à usage domestique, chez le particulier

On distinguera deux types d'eau:

- L'eau domestique non alimentaire
- L'eau domestique à usage alimentaire

Dans les deux cas l'eau doit correspondre aux normes de potabilisation, qu'elle soit distribuée par le réseau public ou traitée par un particulier. Toutefois ces eaux présentent souvent des caractéristiques pouvant être améliorées pour le confort de l'utilisateur

Eau domestique non alimentaire

L'eau est utilisée pour toutes les installations sanitaires (machines à laver, chauffage, salles de bains, wc etc...).

Le traitement de l'eau a pour but de:

- PROTÉGER les installations
- PRÉVENIR des corrosions sous dépôt
- ÉCONOMISER l'énergie et les produits lessiviels
- APPORTER DU CONFORT

Eau domestique à usage alimentaire

L'eau est utilisée pour la boisson et pour la cuisine

Le traitement de l'eau a pour but de:

- AMELIORER le goût de l'eau de boisson
- REVELER la saveur des aliments

Dans tous les cas le traitement de l'eau modifie une ou plusieurs caractéristiques physiques ou chimiques de l'eau afin de la rendre plus adaptée à l'utilisation que l'on veut en faire.

Les procédés employés

- La filtration, le Traitement sur charbon actif
- Adoucissement de l'eau
- Désinfection à Ultra violet ou chloration
- Osmose inverse, Microfiltration, Ultrafiltration tangentielle, Nanofiltration
- Procédé à dissolution des polyphosphates
- Procédés antitartre physiques
- Autres Procédés rencontrés : Déminéralisation, Distillation, Electrodéionisation,

La filtration dite de surface

- Filtre à cartouche

➤ Objectifs

- Protection tuyauterie
- Limitation des dépôts et biofilms

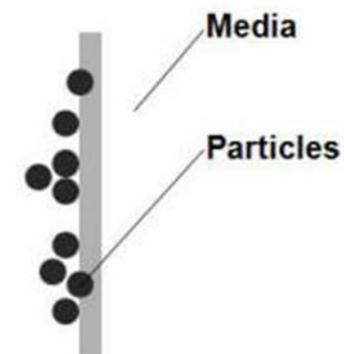
➤ Procédé:

- Barrière physique retenant les particules indésirables

➤ Technologie

- Carter contenant des cartouches ou poches

➤ Maintenance régulière



La filtration en profondeur

- Filtration en colonne

➤ Objectifs

- Traitement de gros débits ou volumes d'eau
- Protection tuyauteries

➤ Procédé

- Filtration sur un matériau (sable...) de différentes granulométries

➤ Maintenance

- Lavage régulier effectué par inversion du courant d'eau et rejet des impuretés à l'égout. Automatisé.

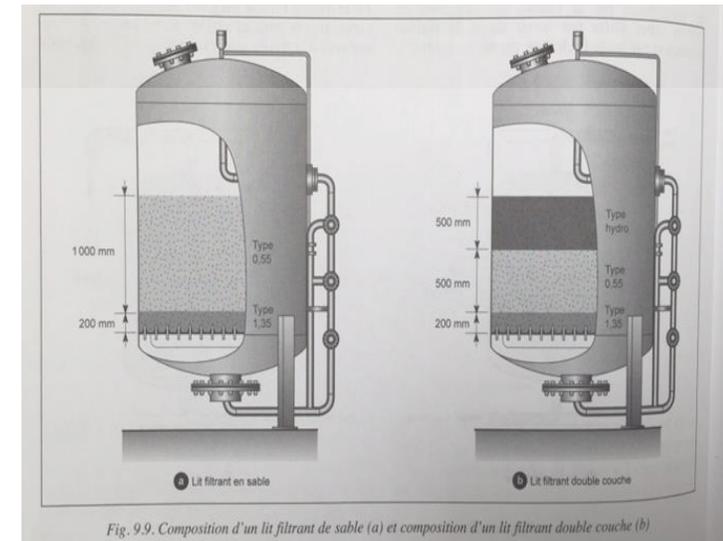
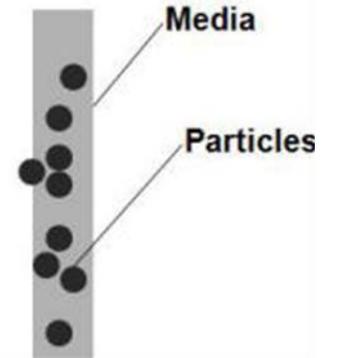


Fig. 9.9. Composition d'un lit filtrant de sable (a) et composition d'un lit filtrant double couche (b)

La filtration Charbon Actif

➤ Objectifs

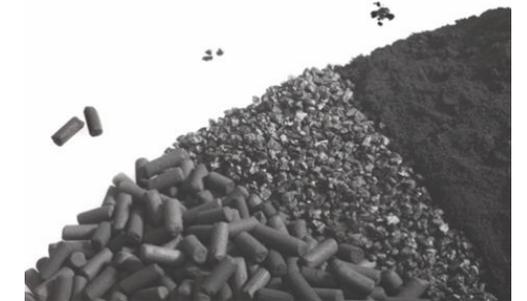
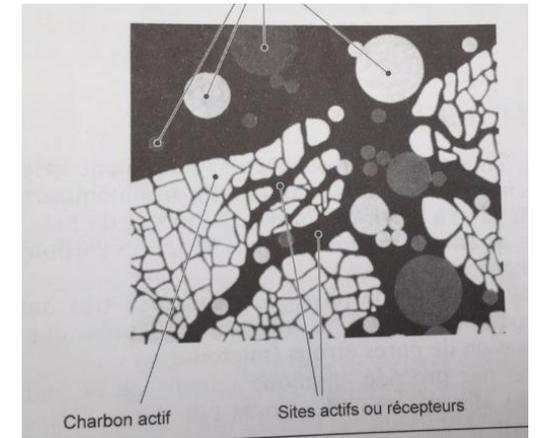
- Eliminer les mauvais goûts et mauvaises odeurs de l'eau (comme le chlore)

➤ Procédé

- Le charbon actif retient par adsorption des molécules organique

➤ Maintenance

- Remplacer lorsque la capacité d'adsorption est atteinte.



L'adoucissement de l'eau

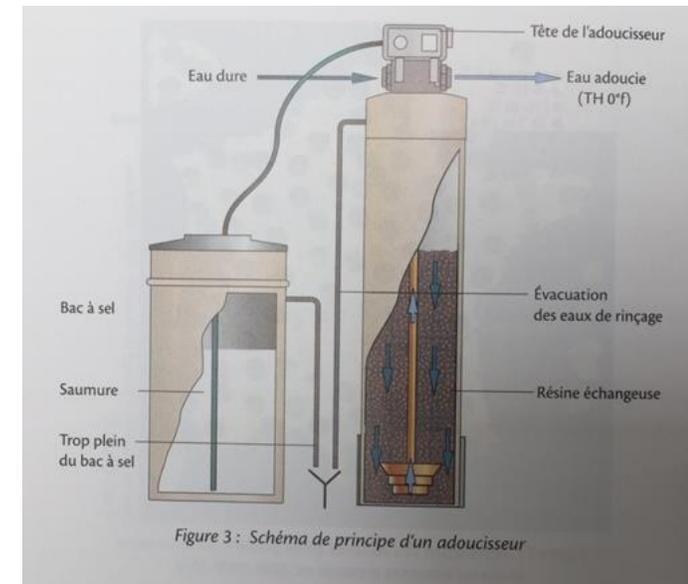
➤ Objectifs

- Eliminer les ions calcium et magnésium de l'eau responsable de la dureté de l'eau générateurs de tartre

➤ Procédé

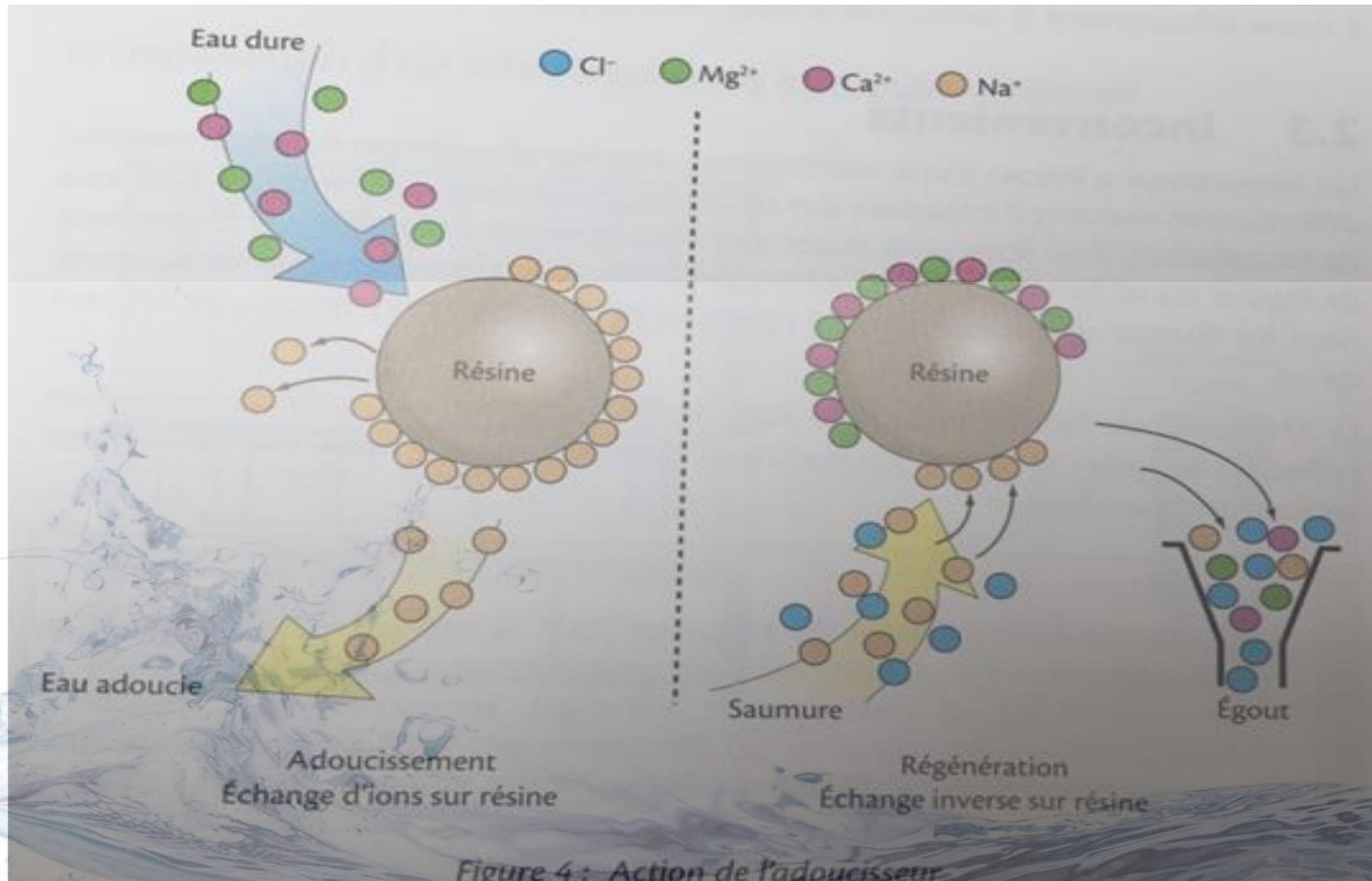
Quelle que soit la technologie déployée, un adoucisseur est constitué:

- d'une ou plusieurs bouteilles contenant de la résine échangeuse d'ions,
- d'un bac à sel nécessaire à la régénération de la résine,
- d'une vanne permettant le pilotage des différentes phases de fonctionnement de l'appareil.



L'adoucissement de l'eau

- Principe: Action de la résine



L'adoucissement de l'eau

- Principe: Action de la résine (suite)

Pouvoir d'échange = Quantité d'ions calcium et magnésium qu'une résine peut fixer en moyenne

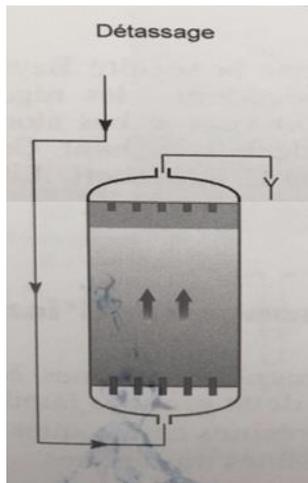
$$1 \text{ éq/ L}_{\text{résine}} = 5^{\circ}\text{f. m}^3 / \text{L}_{\text{résine}}$$

Cycle d'un adoucisseur = volume d'eau adoucie par l'adoucisseur entre deux régénérations = pouvoir d'échange de l'appareil/dureté de l'eau en °f

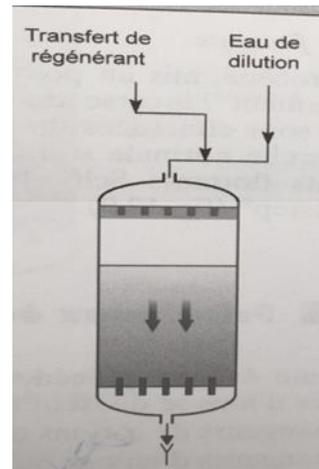
Exemple: Un adoucisseur de 20 litres de résine a un pouvoir d'échange de 100°f.m3. Il pourra traiter 4 m3 d'eau d'une dureté de 25°f. (100/25=4)

L'adoucissement de l'eau

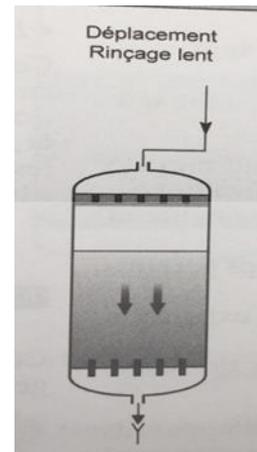
- Technologie: Principe de la régénération



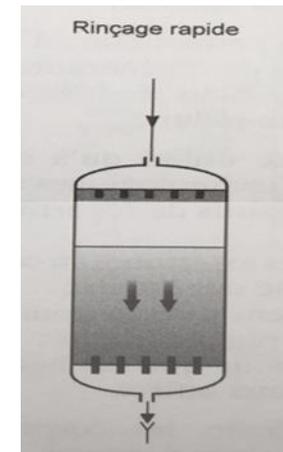
DETASSAGE



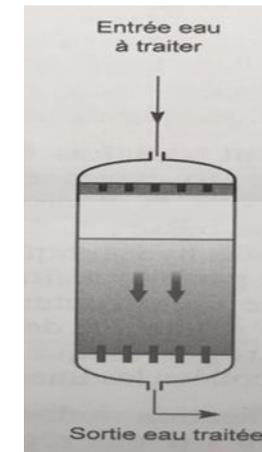
SAUMURAGE



**RINCAGE
LENT**



**RINCAGE
RAPIDE**



**RETOUR AU
SERVICE**

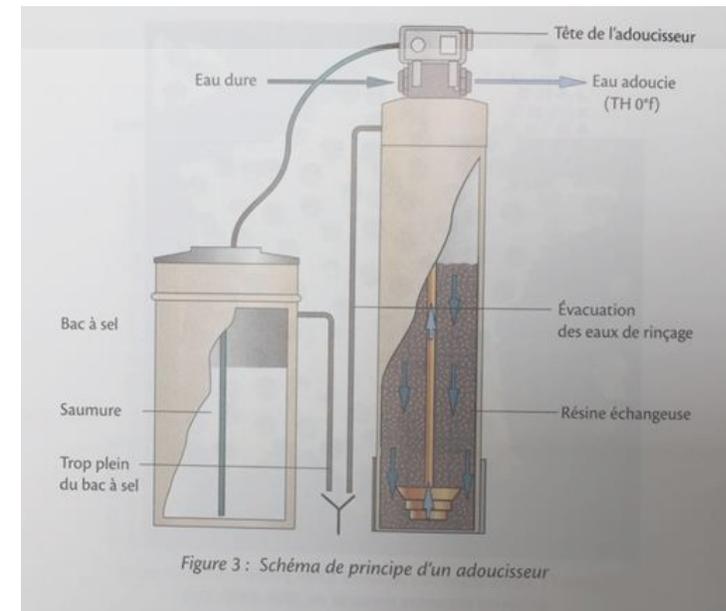
L'adoucissement de l'eau

Technologie: Fonctionnement d'un adoucisseur

- Critères différenciant
 - Fonctionnement de la vanne (pilotage de la régénération)
 - Chronométrique
 - Volumétrique ou Volumétrique combiné
 - Volumétrique / Saumurage proportionnel
 - Quantité de bouteilles utilisées
 - Fonctionnement 24h/24
 - Optimisation de la consommation de sel
 - Avec ou sans électricité

Dimensionnement selon deux critères:

1. Débit de pointe
2. Capacité d'échange entre 2 régénérations



Rayonnement Ultra-violet

➤ Procédé:

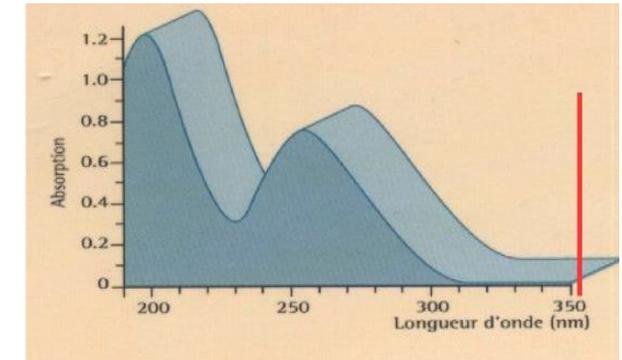
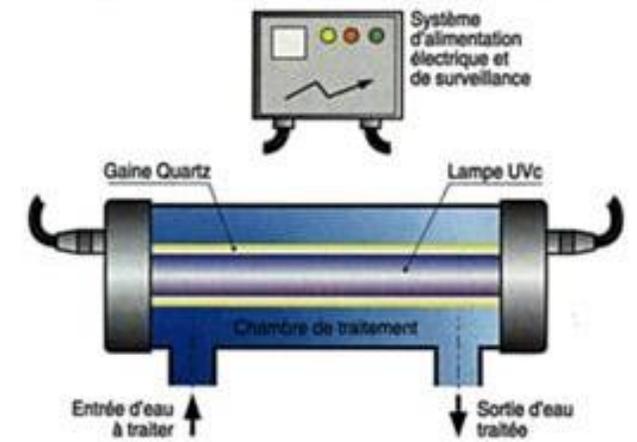
- Dispositifs à rayonnement UV Bactéricides
- Irradiation des cellules vivantes dans le liquide
- Pas d'effets rémanents, Aucun produits chimique employé

➤ Applications:

- Eaux destinées à la consommation humaines
- Désinfection des eaux de piscine
- Désinfection des eaux résiduaires

➤ Maintenance :

Remplacement de la lampe suivant les données du constructeur.



L'osmose Inverse

➤ Procédé:

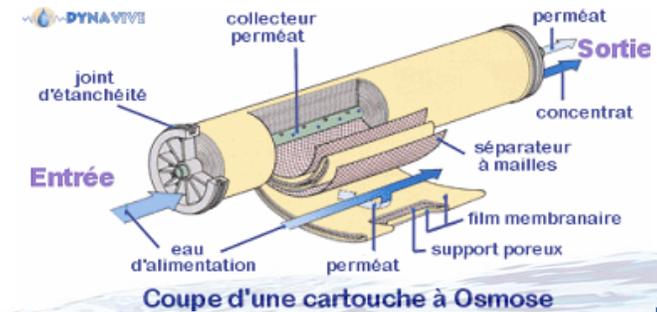
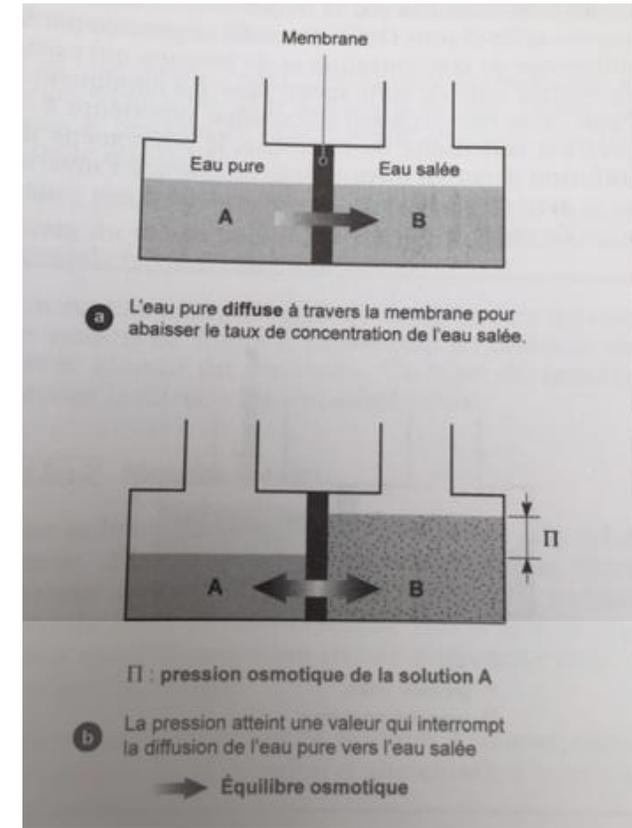
Rétention des éléments indésirables par rétention sur une membrane semi-perméable par application d'une pression supérieure à la pression osmotique.

➤ Applications:

Dessalement d'eau de mer; Eau de process
Marché du CHR
Eau destinée consommation humaine

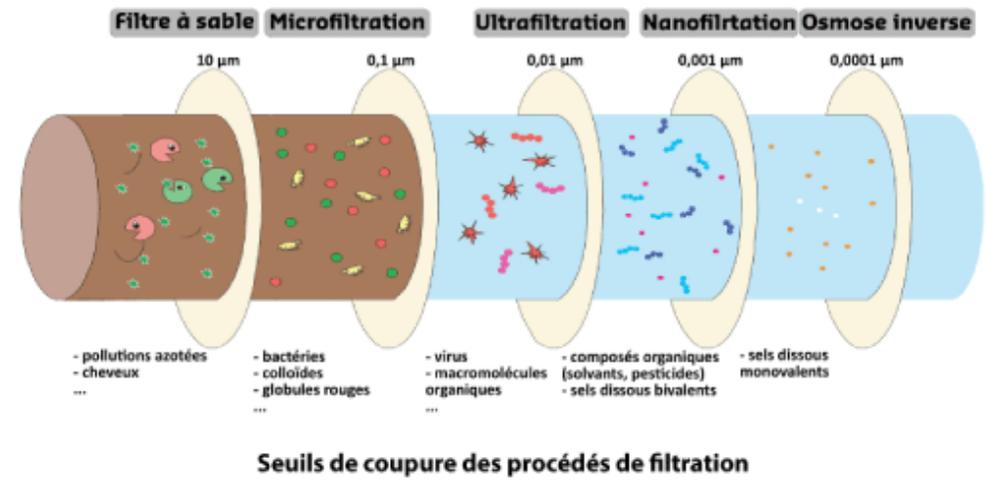
➤ Maintenance :

Pré-traitement souvent obligatoire
Nettoyage possible par produits chimiques
Remplacement périodique de la membrane



La Microfiltration

- Procédé:
Filtration sur membrane microporeuse
- Applications:
Rétention des éléments indésirables jusqu'à 0.1µ:
bactéries, fines de carbones et résines
Utilisation sur circuit de recirculation et au point d'utilisation
- Maintenance :
Remplacement périodique de la cartouche



Dissolution des Polyphosphates

- Procédé:

Inhibition du tartre par empêchement de la cristallisation du carbonate de calcium par dissolution

Pas de suppression du calcium

- Applications:

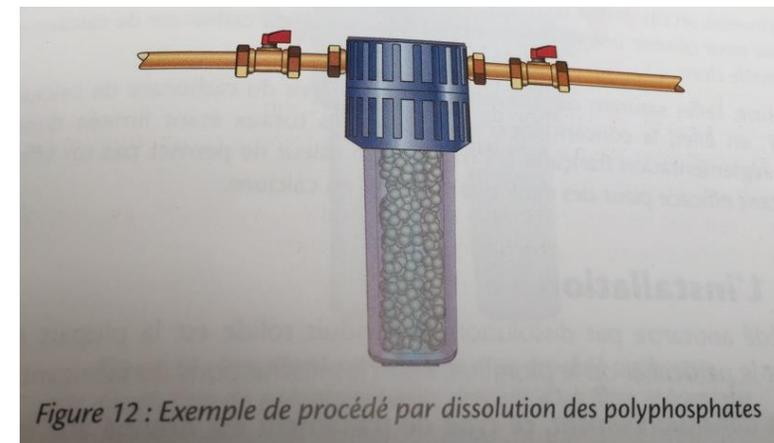
Procédé anti-incrustant non garanti

Facile à installer

Dosage non maîtrisable

- Maintenance :

Remplacement périodique de la cartouche



Procédés antitartres physiques

- Procédé:

Technologie sans ajout de produits chimiques et sans modification de la composition physico-chimique de l'eau évitant la formation du carbonate de calcium sous sa forme incrustante

Procédé pouvant permettre un détartrage en aval

Pas de suppression du calcium

Effet antitartre non garanti

- Technologies rencontrées:

Magnétiques à aimant permanent

Electromagnétiques ou par impulsions électroniques

Catalytique

Régime turbulent

- Maintenance :

Peu ou pas d'entretien

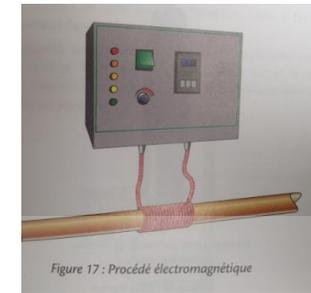


Figure 17 : Procédé électromagnétique

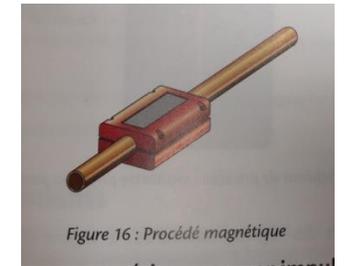


Figure 16 : Procédé magnétique



Sortie eau avec carbonate de calcium non incrustant

Figure 19 : Effet Vortex

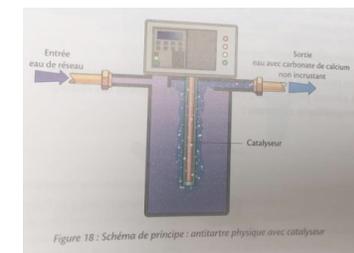


Figure 18 : Schéma de principe : antitartre physique avec catalyseur

Bibliographie

- Techniques du traitement de l'eau dans les bâtiments
3^{ème} édition de la pratique de l'eau Permo
Référence technique Editions Le Moniteur
- Guide pratique: Procédés de traitement des eaux
2^{ème} édition
CSTB Editions
- Fascicule de formation N°2: éléments de base sur les principaux
procédés de traitement de l'eau aux points d'utilisation
Document UAE Septembre 2010
- Données 2013 sur le site www.bnpe.eaufrance.fr de l'Agence Française
pour la Biodiversité

5 – DIMENSIONNEMENT D'UN ADOUCISSEUR D'EAU



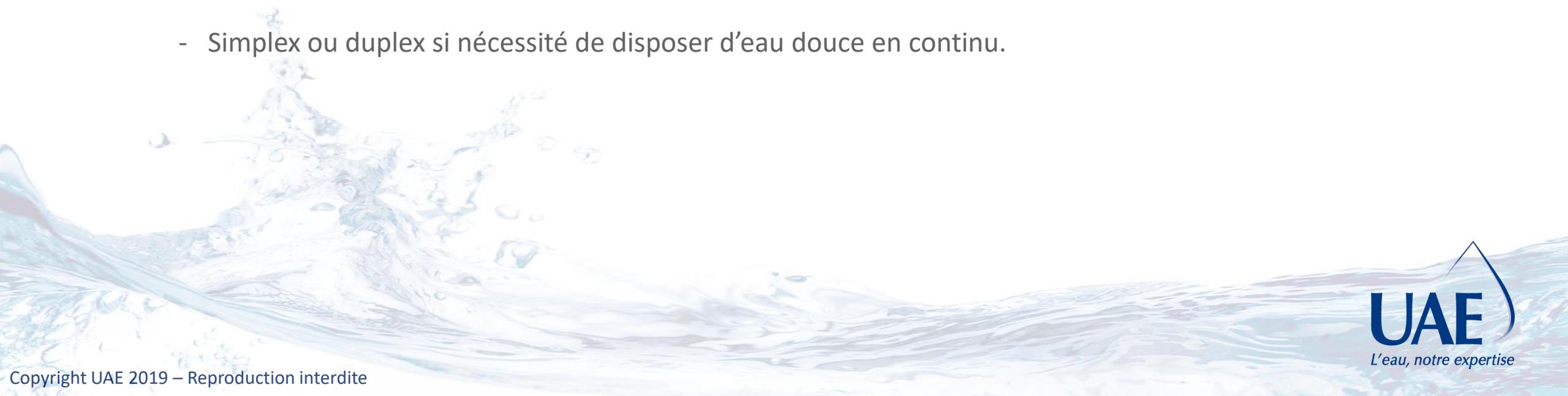
Dimensionnement d'un adoucisseur d'eau

➤ Paramètres à prendre en compte :

- Dureté de l'eau à traiter
- Consommation d'eau (hors arrosage du jardin)
- Caractéristiques de l'habitation (débit de pointe à assurer, nombre d'installations sanitaires)
- Bilan économique (sel régénérant + eau)

Dimensionnement d'un adoucisseur d'eau

- Ensuite, tout dépend des caractéristiques des appareils présents à la gamme :
 - Fréquence de régénération (en général on choisira un volume de résine permettant une régénération par semaine),
 - Modalités de déclenchement (chronométrique, volumétrique, sonde de dureté),
 - Simplex ou duplex si nécessité de disposer d'eau douce en continu.



Dimensionnement d'un adoucisseur d'eau

- Quelques chiffres clefs, variant en fonction de la technologie de régénération et du type de résine cationique utilisée :
 - 1 litre de résine a un pouvoir d'échange moyen de 5°Fm^3 ,
 - Il faut 150 g de sel pour régénérer 1 litre de résine,
 - A température ambiante, 1 litre d'eau dissout 350 g de sel (NaCl).

