

**A.E.P:**

**Adduction**

**en Eau**

**Potable**

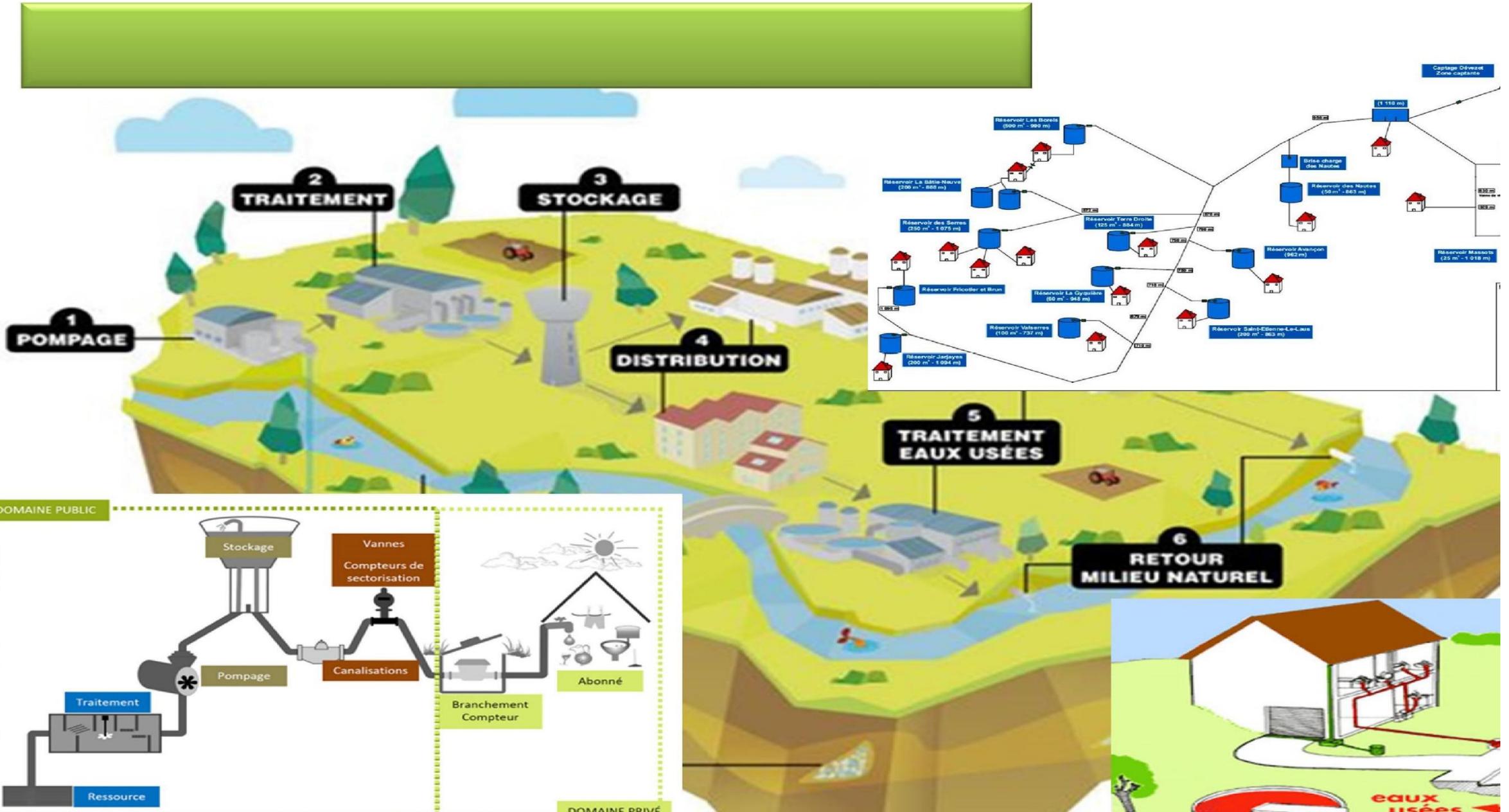
Niveau ciblé: 3<sup>ème</sup> Année Architecture.

Systeme LMD -Semestre 6-

Année Universitaire : 2019-2020

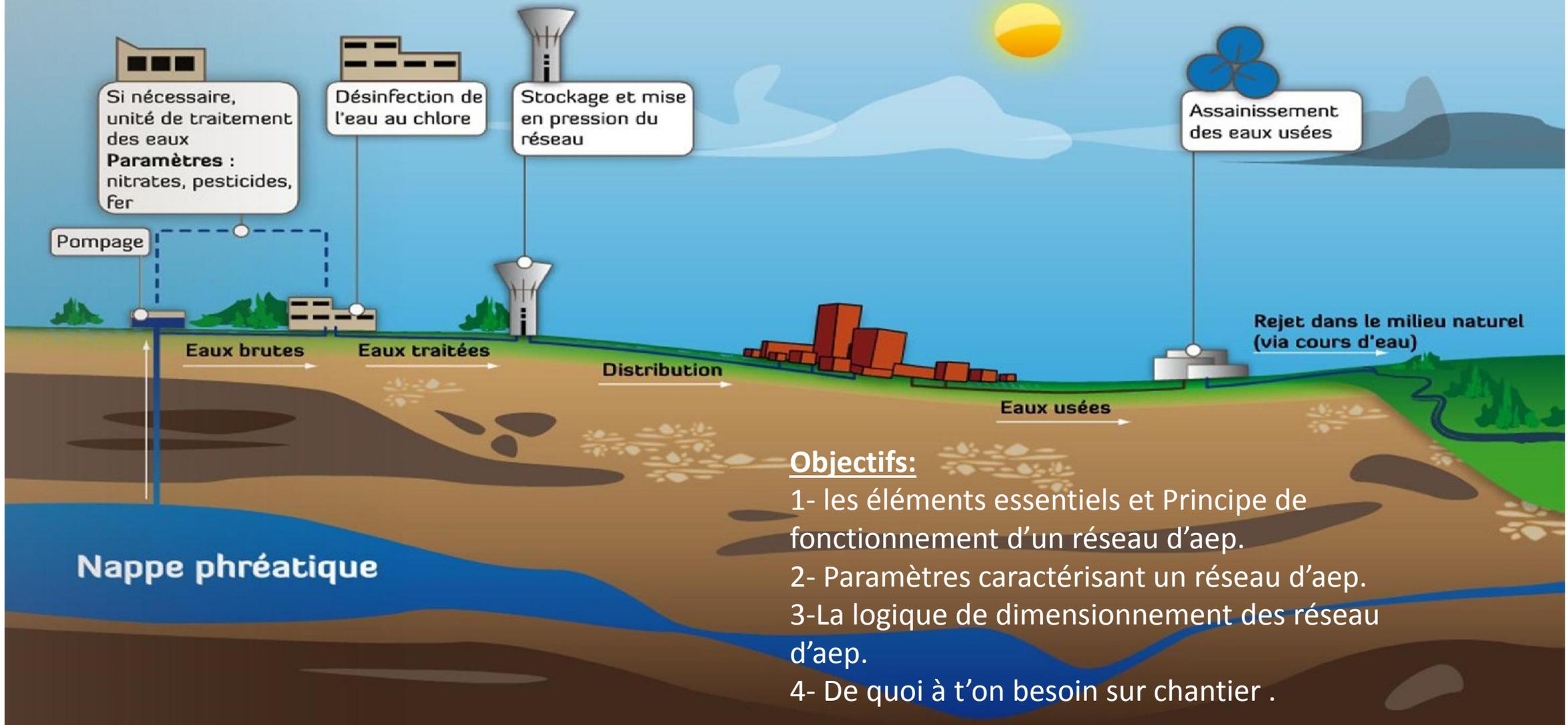
- Equipe chargé de la Matière :
- Mr. TERKI HASSAINE I.
- Mr. HAMZA CHERIF R.
- Mr. YAHIAOUI.

# PRINCIPE GENERALE



# ALIMENTATION EN EAU POTABLE

## Cycle d'extraction et de distribution des eaux de captage



# Définitions des **Besoins** en eau ( la demande en eau)

De quel volume à t'on **besoin** et pendant quel durée ?

## *Définition et objectifs de l'AEP*

### ■ **Système d'AEP :**

**« Ensemble d'ouvrages et d'acteurs qui participent à la mise à disposition des utilisateurs d'une eau de bonne qualité et en quantité suffisante »**



## *Les déterminants de la demande en eau*

- Les **conditions socio-économiques** des usagers
    - *Fluctuation des revenus*
    - *Comportement culturel des usagers vis-à-vis de l'eau*
    - *Le niveau d'équipement sanitaire de l'habitat*
  - Le **niveau de développement** urbain
  - Les **sources d'approvisionnement** existantes
  - La **tarification**
- 
- Valeurs préconisées par l'OMS
    - **Minimum vital : 20 l/j/personne**, afin de répondre aux besoins fondamentaux (hydratation et hygiène corporelle)
    - **Vivre décemment : 50 l/j/personne**
    - **Confort : 100 l/j/personne** (c'est le cas pour les pays développés)

En Algérie le besoin de l'individu est estimée à **150 l/j/per**

## Autre besoins ( Elevage , Industrie et Installation)

Et a la fin on détermine une quantité d'eau ( un volume en (  $V =$  en  $M^3$  )  
et de suite on aura un Débit (  $Q =$  en  $M^3 / H$  )  
qui sera exploiter afin de déterminer les différents Dimensions de nos équipements de transport et stockage d'eau ( réservoir , conduite et pompes )

Installation	Consommation
<i>Ecole sans internat</i>	3 à 5 l/j/élève
<i>Ecole et caserne avec internat</i>	60 à 60 l/j/personne
<i>Hôpitaux et dispensaires</i>	150 à 200 l/j/lit
<i>Administration</i>	5 à 10 l/j/employé
<i>Marché équipé d'installation sanitaires</i>	400 l/j pour 1000 occupants
<i>Arrosage de pelouse</i>	2 à 5 l/j/m <sup>2</sup>

Type de bétail	Consommation (l/j)
<i>Bovins – caprins</i>	40
<i>Ovins – caprins</i>	5
<i>Asins</i>	20
<i>Chamelins</i>	50
<i>Porcins</i>	10
<i>Volailles</i>	0,1 à 0,2

On dimensionne a un Horizon de X temps ( projection sur un nombre d'année)

### *Evaluation du nombre de consommateurs*

- La **connaissance de la population** à desservir à un horizon de projet permet l'estimation du volume d'eau à fournir de manière directe. Cette estimation se fait via **une base de donnée statistique** de la population et son **taux de croissance**
- La plupart des modèles de croissance **supposent une tendance** qui est **extrapolée** sur le futur.
- Cependant, le projeteur doit, au-delà de l'application du modèle choisi, **déceler les facteurs socio-économiques** qui ont pu influencer le **taux de croissance** (sur les 5 à 10 dernières années)
  - *Émigration ou immigration*
  - *Développement urbain accéléré ou décéléré*
  - *Installation ou ouverture d'unités économiques*

# Estimation de la population future

## ■ **Modèle de croissance géométrique**

- *le taux de croissance est proportionnel du temps et à la population :  $dP/dt = \alpha P$*

$$P_n = P_0(1 + \alpha)^n$$

Ces paramètres sont déterminée selon la zone d'étude

Avec

$P_n$  : Population à l'horizon de calcul

$P_0$  : Population de l'année de référence= xxx Habitants

$\alpha$  : Taux d'accroissement = xxxx %

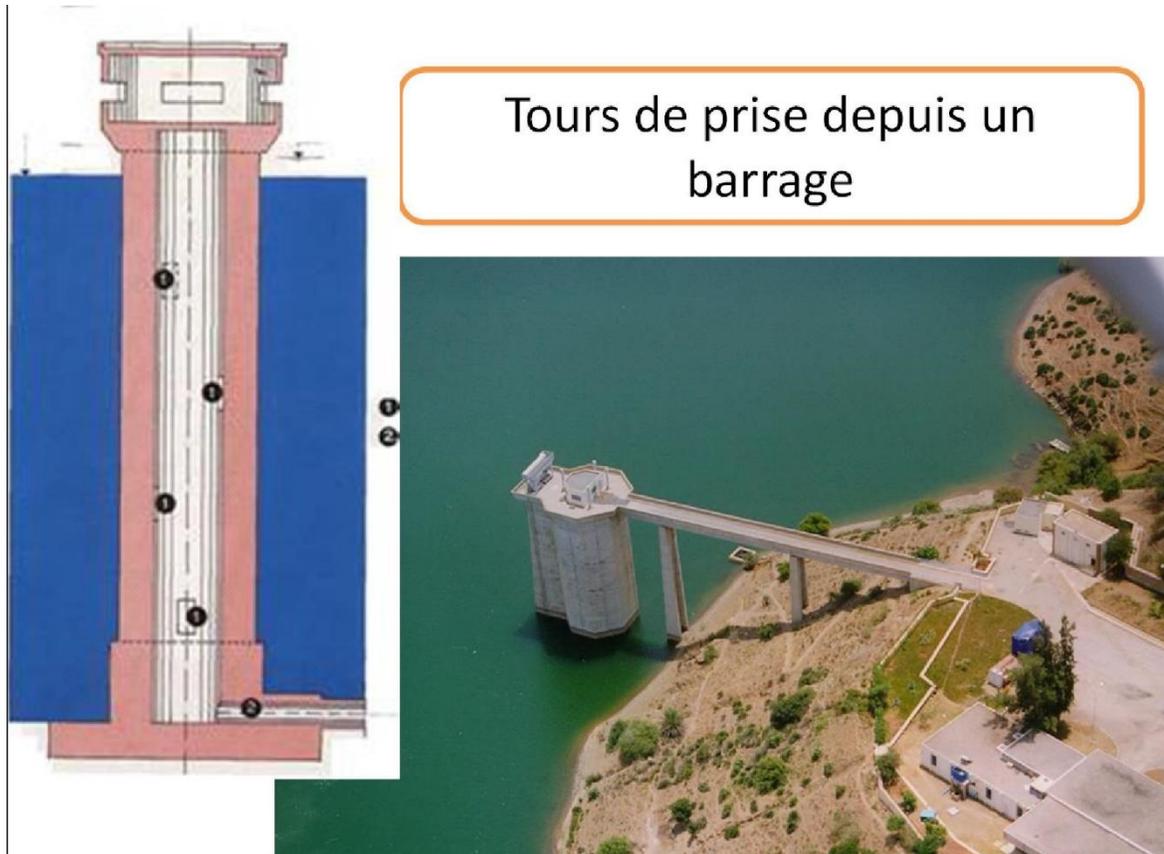
$n$  : nombre des année séparant l'année de référence et celle de notre horizon d'étude = entre 25 et 30 ans

Période de référence c'est le recensement de **2008**

En Algérie l'horizon usuellement utilisée c'est **30 ans**

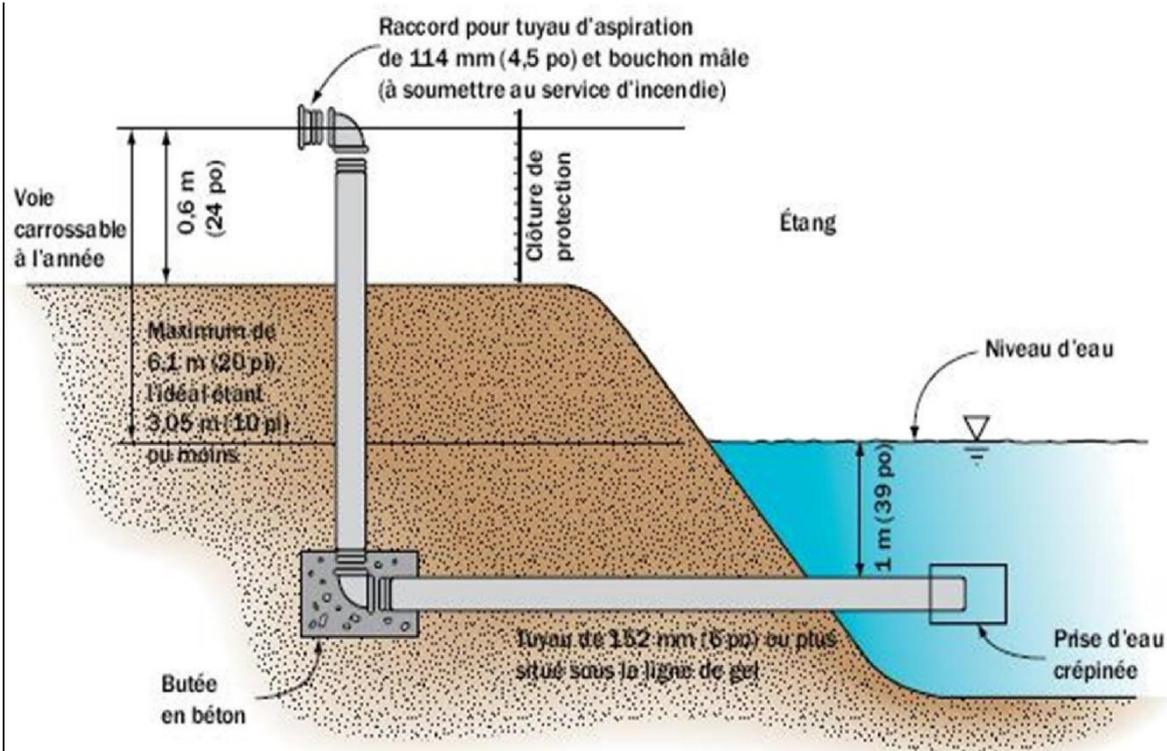
# les éléments essentiels et Principe de fonctionnement d'un réseau d'AEP

Différents type de prise d'eau ( source d'eau potable )  
Tours de prise depuis un barrage



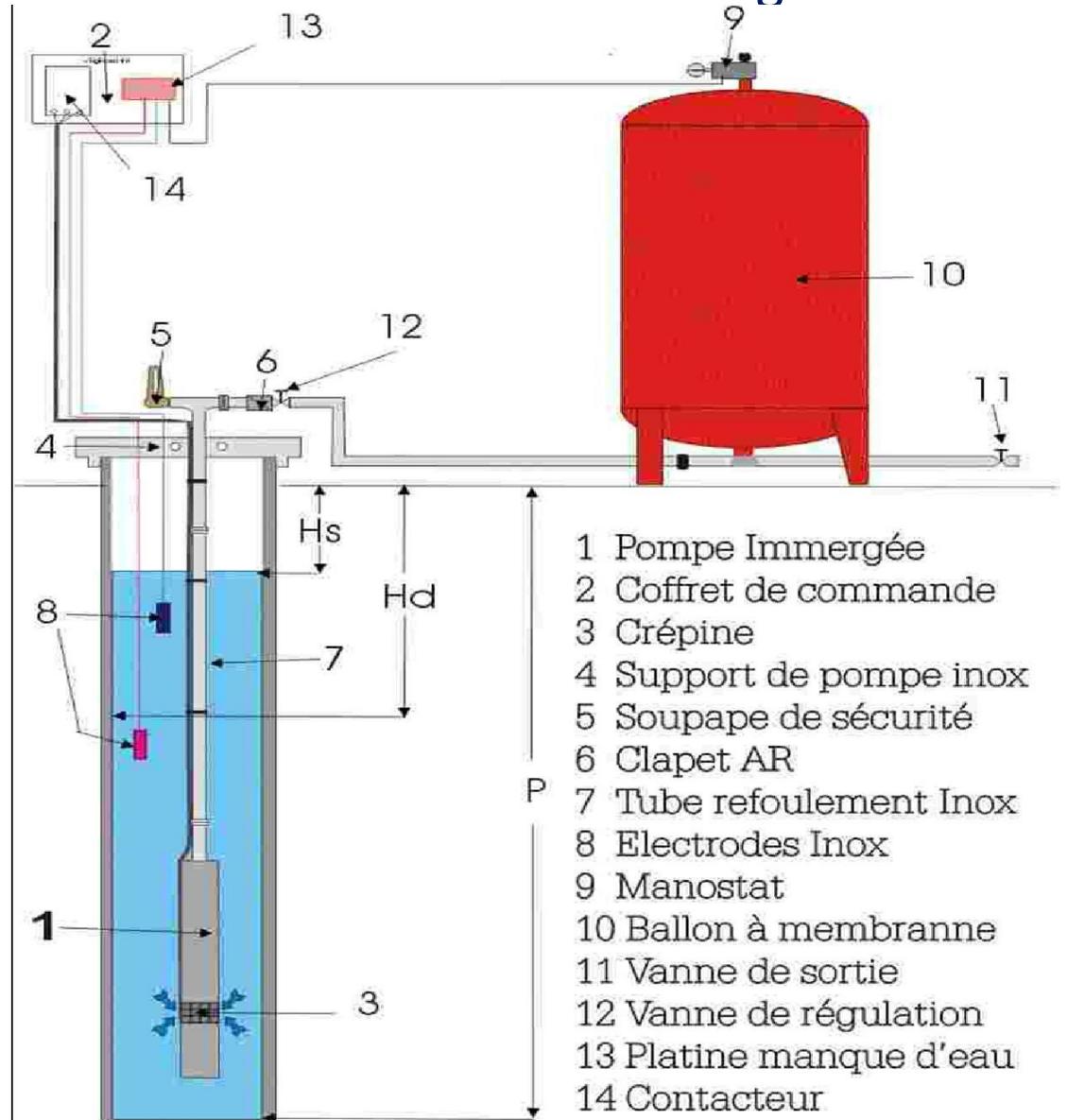
La prise d'eau constitue la porte d'entrée de la galerie d'amenée. Elle comprend 1 vanne destinée à fermer l'entrée d'eau de la centrale. La prise d'eau est aussi munie d'une grille qui empêche les débris d'entrer dans la galerie d'amenée et dans les turbines.

## Prise d'eau d'une rivière



Une installation de pompage est exigée pour l'ensemble de Prise d'eau en refoulement afin d'extraire l'eau et la refouler vers un réservoir a travers ce qu'on appel adduction.

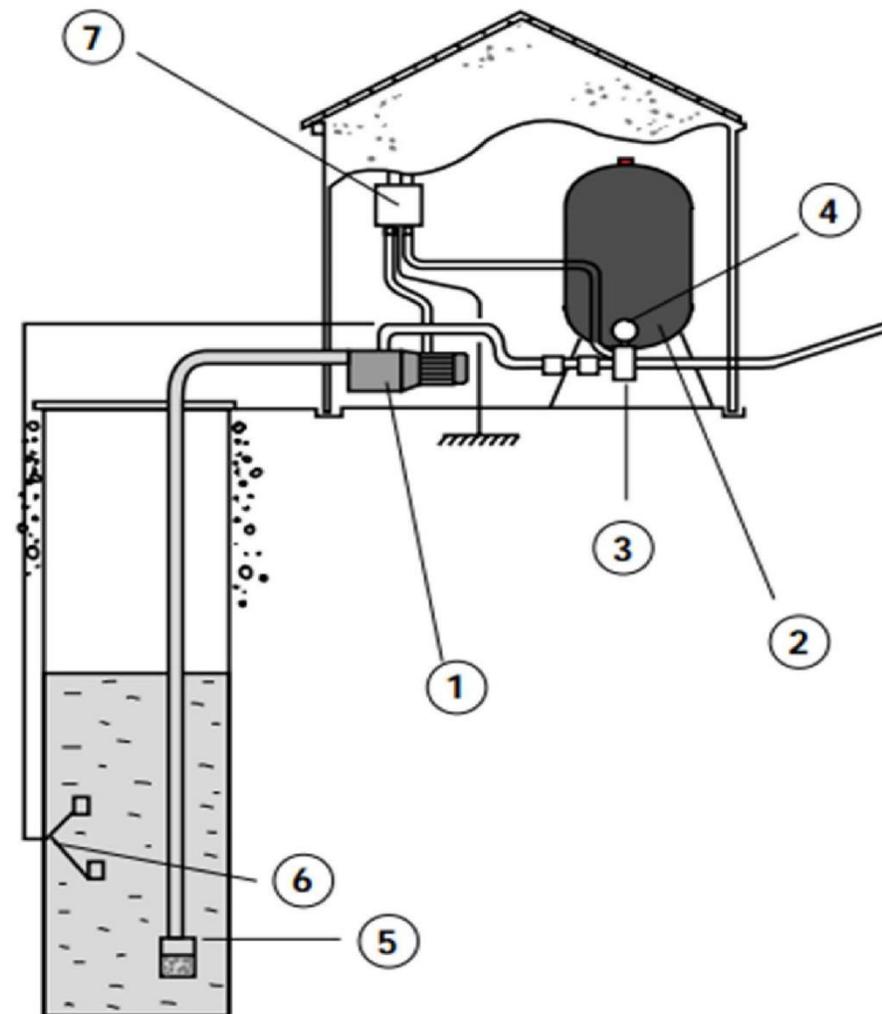
## Prise d'eau d'un forage



# Exemple de système de pompage

## Pompe de surface

- 1 • Pompe.
- 2 • Réservoir à vessie.
- 3 • Contacteur manométrique.
- 4 • Manomètre.
- 5 • Clapet de pied crépine.
- 6 • Sécurité de manque d'eau.
- 7 • Coffret de protection électrique.



### TRÈS IMPORTANT

1 kg de pression = 1 bar = 10 m de colonne d'eau (m.c.e.)

Trois éléments principaux permettent le calcul de la pression :

- Ha : Hauteur géométrique d'aspiration.
- + Hr : Hauteur géométrique de refoulement.
- + P : Pression résiduelle : pression utile dans l'appareil le plus haut et le plus loin (généralement 1,5 bar).

# Exemple de de calcul pour un système de pompage

## • Cas d'une pompe de surface

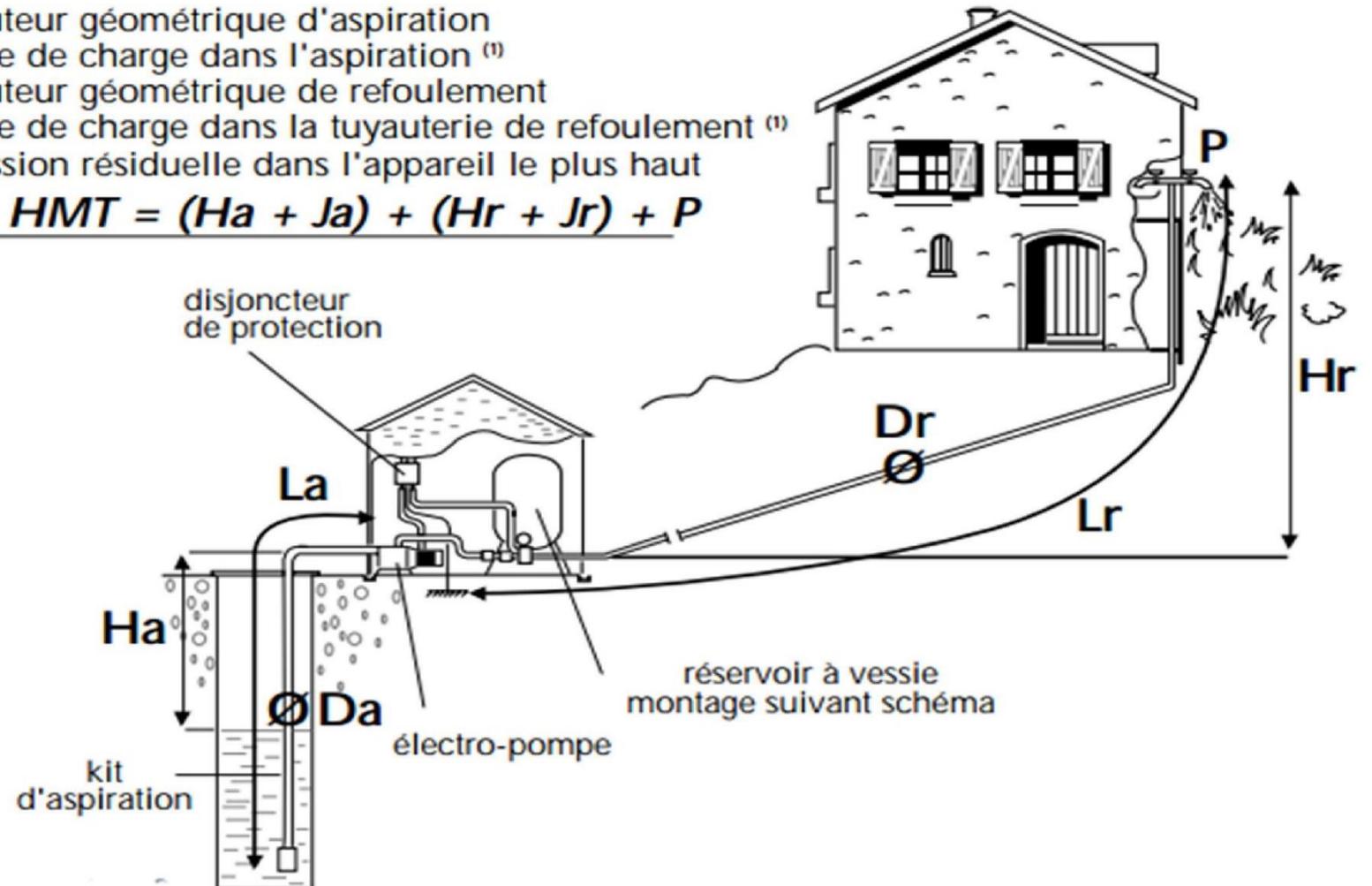
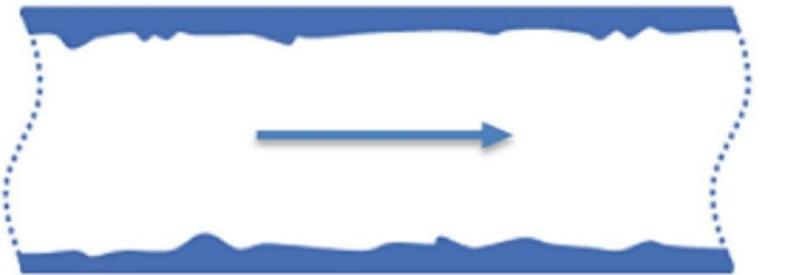
**Pression = Hauteur Manométrique Totale**

HMA :  $H^{Man}$  Manométrique Aspiration  
:  $H_a + J_a$

HMR :  $H^{Man}$  Manométrique Refoulement  
:  $H_r + J_r$

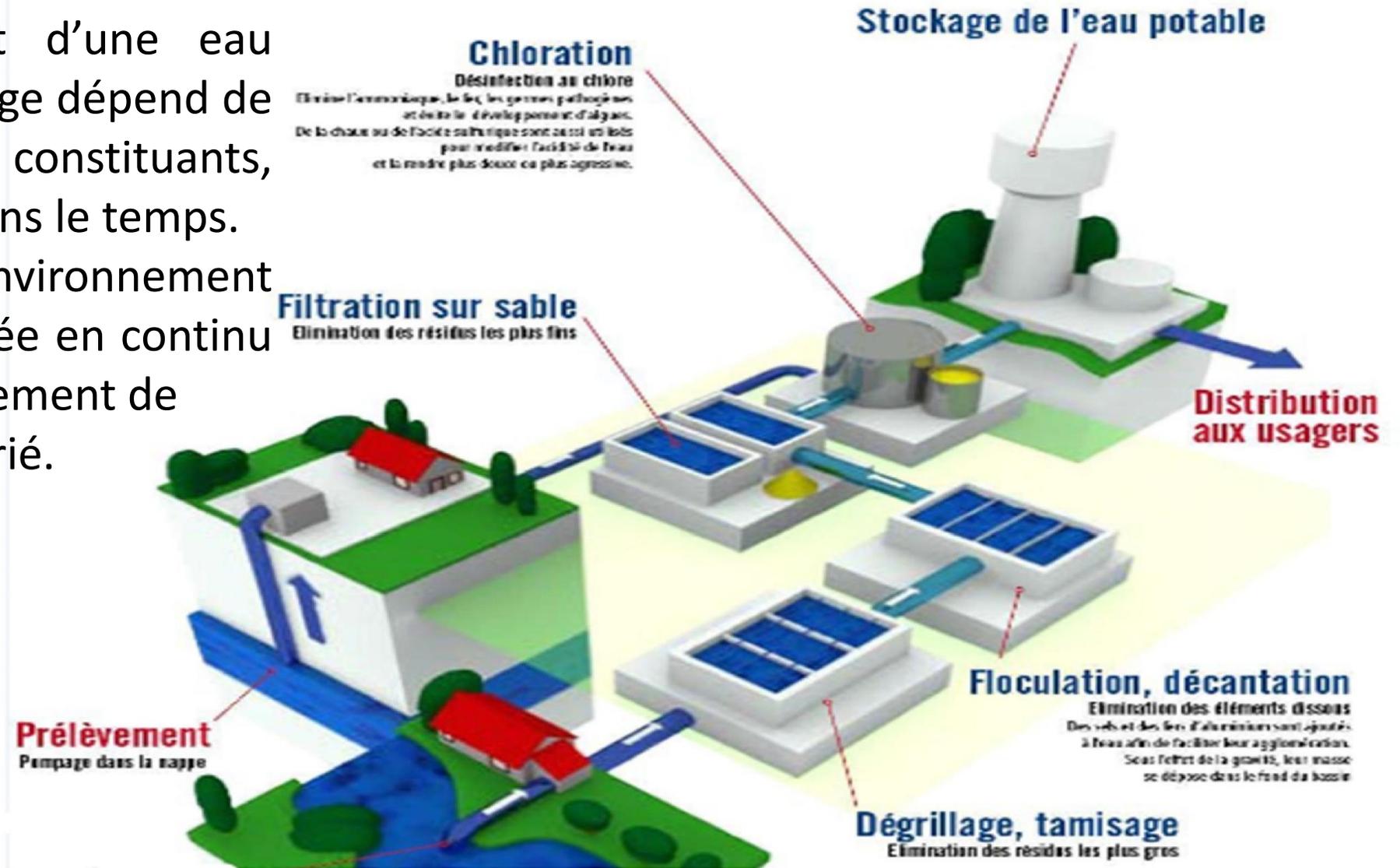
+  $H_a$  : Hauteur géométrique d'aspiration  
+  $J_a$  : Perte de charge dans l'aspiration <sup>(1)</sup>  
+  $H_r$  : Hauteur géométrique de refoulement  
+  $J_r$  : Perte de charge dans la tuyauterie de refoulement <sup>(1)</sup>  
+  $P$  : Pression résiduelle dans l'appareil le plus haut

$$\underline{\text{Pression} = HMT = (H_a + J_a) + (H_r + J_r) + P}$$



# Station de traitement de l'eau

Le traitement d'une eau brute après son captage dépend de sa qualité et de ses constituants, critères qui varient dans le temps. L'eau puisée dans l'environnement doit donc être analysée en continu avant de subir le traitement de potabilisation approprié.



# Adduction ( entre le captage et un réservoir de distribution )

## Notion de perte de charge

### *Définition et types de perte de charge*

- ***Tout fluide réel qui s'écoule perd de l'énergie***
  - frottement contre les parois de la section d'écoulement
  - action des forces de viscosité
  - turbulence
  - obstacles induisant une courbure prononcée des lignes de courants,...
  
- La **perte d'énergie**, ou **perte de charge**, peut être :
  - ***Linéaire*** (ou régulière) : frottement du fluide contre la paroi interne de la conduite, sur une longueur  $L$
  - ***Singulière*** (ou locale) : du fait de singularités (variation brusque du diamètre, changement de direction, robinetterie,...)

# Notion de Débit nécessaire

## *Définition des pertes en eau*

- **Pertes de traitement** : eau perdue au niveau des stations de traitement des eaux de surface (eau de lavage des filtres, perdue lors des purge de décanteurs de boue, fuites, etc.)
  - **Valeur admissible**: 4 % à 5 %, soit donc  $\eta_t = 95\%$
  
- **Pertes de distribution** : fuites sur le réseau du fait de la nature des conduites, vétusté, manque d'entretien et de maintenance. Elles sont fréquentes en période de faible consommation (pression hydrostatique)
  - **Valeur admissible**: 10 % à 20 %, doit donc  $\eta_r = 85\%$
  
- **Pertes commerciales ou de comptage** : imputables aux erreurs de comptage, manque de suivi des facturations, branchements clandestins. Elles ne sont pas prises en compte dans le dimensionnement.
  - **Valeur admissible**: 4 % à 6 % des quantités distribuées

## Débits caractéristiques

- **Débit de production**  $Q_{prod}$  : chaîne captage, adduction, traitement

$$Q_{prod} = \frac{D_{jm} C_{ps} C_{pj}}{\eta_t \eta_r T}$$

- **Débit d'adduction**  $Q_{add}$  : chaîne captage, adduction, traitement

$$Q_{add} = \frac{D_{jm} C_{ps} C_{pj}}{\eta_r T}$$

- **Débit de distribution**  $Q_{ph}$  : calé sur la pointe horaire

$$Q_{ph_{(m^3/h)}} = \frac{D_{jm} C_{ps} C_{pj}}{\eta_r \cdot 24} C_{ph}$$

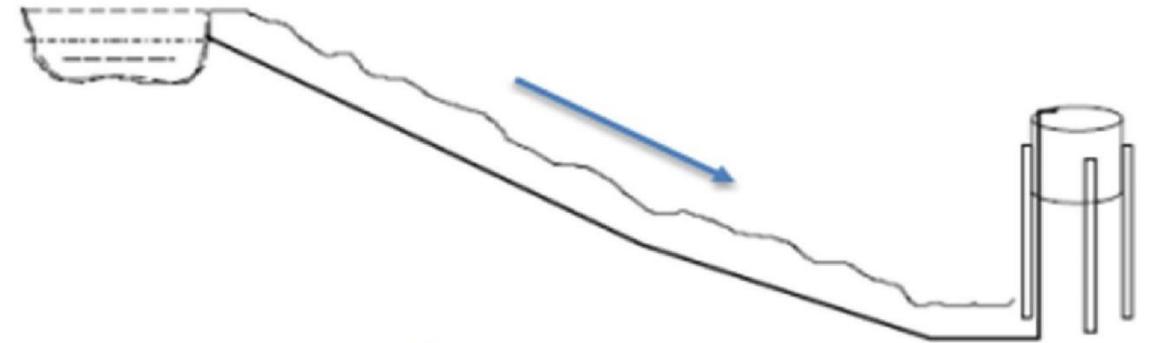
## *Pression de service*

- C'est la **pression minimale à laquelle l'eau est fournie à l'utilisateur** pour un confort d'utilisation. Elle est fixée suivant les normes en vigueur par le gestionnaire du service d'eau.
- Elle permet à l'utilisateur d'opérer des prélèvements d'eau depuis la canalisations, sans efforts particuliers.
- Le projeteur doit concevoir le réseau AEP de manière à **assurer au minimum la pression de service à tous les nœuds** et en **situation de pointe**.
- **Valeurs de pression de service :**
  - Valeur contractuelle en AEPS simplifié :  $P_{ser} = 5 [mCE]$
  - Valeur pour les AEP classiques :  $P_{ser} = 10 \text{ à } 20 [mCE]$

# L'Adduction en question

## Définition

- Réseau qui **transporte l'eau** depuis la **source de captage** au **réservoir de stockage**
- Deux types d'adduction sont définies :
  - **Adduction gravitaire** : écoulement à la faveur d'une dénivelée
  - **Adduction par refoulement** : écoulement à la faveur d'un apport d'énergie externe (pompe)
- Réseaux généralement sous pression
  - Lois de l'hydraulique en charge applicables
  - La pression de référence est la pression atmosphérique :  $P_{\text{atm}} = 0$  [mCE]



*Adduction gravitaire*

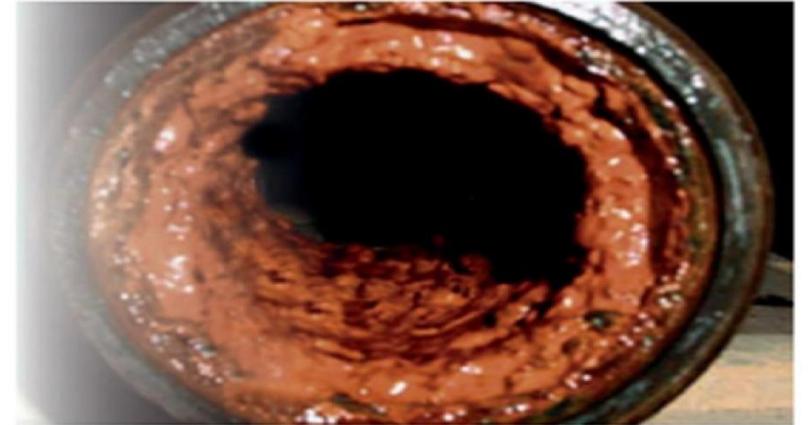


*Adduction par refoulement*

# CONTRAINTES DE VITESSE D'ÉCOULEMENT

## *Contraintes de vitesse d'écoulement*

- La vitesse d'écoulement  $U$  **doit être comprise** entre une valeur minimale et maximale
  - $U_{min}$  permet de garantir **l'autocurage** (éviter les dépôts)
  - $U_{max}$  est lié à **l'érosion du matériau de revêtement** de la conduite : c'est une donnée fournie par constructeur
- Quelques **valeurs de référence** :
  - $U_{min} = 0,3 [m/s]$
  - $U_{max} \approx 1,00 - 1,20 [m/s]$  (PVC) et  
 $U_{max} \approx 1,50 - 1,75 [m/s]$  (fonte)
- Nécessité de définir une plage admissible de vitesses, selon les domaines d'applications
  - AEP :  $0,5 m/s - 1,5 m/s$  (vitesse économique  $1 m/s$ )



*Entartrage par dépôt calcaire*

# AMORTISSEMENT ANNUEL D'UNE CONDUITE

\* Amortissement annuel

$$A = \frac{i}{(1+i)^n - 1} + i$$

A : Frais d'amortissement (DA) ;

i : Taux d'annuité ; i = 8 % ;

n : Durée de l'amortissement de la conduite,

$$E = P * t * 365 .$$

E : énergie consommée pendant une année (Kwh) ;

P : puissance de pompage (Kw) ;

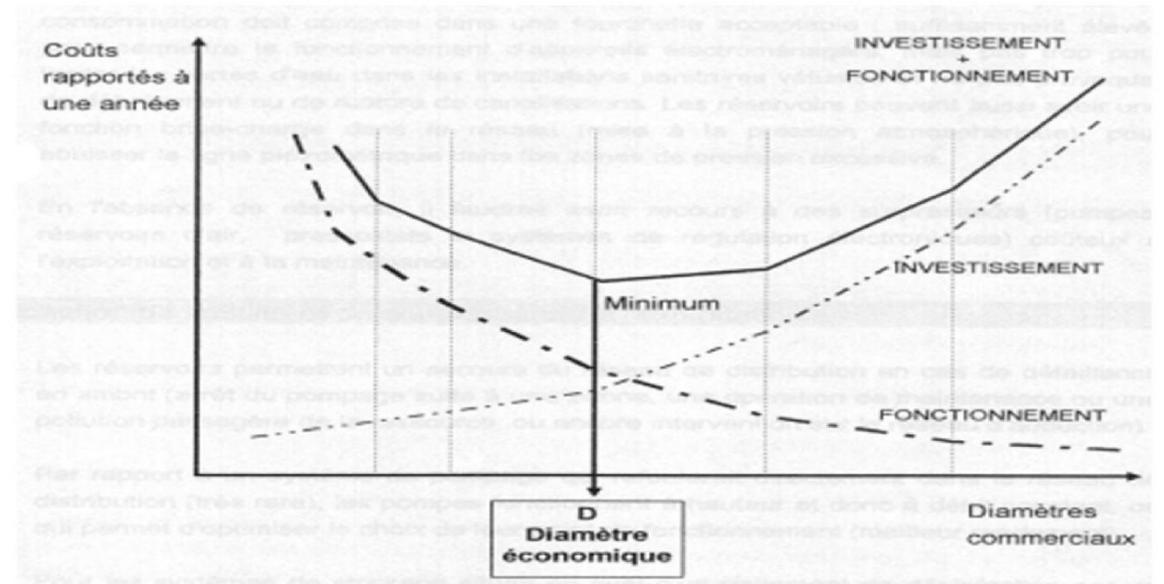
t : temps de pompage par jour (h).

$$Q_{exp} = \frac{Q_{max,j}}{t * 3600}$$

$Q_{exp}$  : Débit d'exploitation ( $m^3/s$ ) ;

$Q_{max,j}$  : Débit maximum journalier ( $m^3/j$ ) ;

t : Durée de fonctionnement de la station par jour,



**Nécessité de conduire une étude économique spécifique sur les grands projets!**

## *Coup de bélier*

- **Phénomène de variation de pression** qui consiste en une **alternance de dépressions et de surpressions** qui se propagent dans la conduite
- Générés par une **modification brusque du régime d'écoulement**
  - *Arrêt/marche brusque d'une pompe*
  - *Ouverture et fermeture brusque d'une vanne*



*Rupture de conduites*



*Rupture des aubes d'une pompe*

En général c'est ça les grandes familles des éléments d'une adduction

■ **Ouvrages d'adduction et de distribution**

- Canalisations, robinetteries
- Bornes fontaines, branchements
- Appareillage hydraulique : purges, ventouses, vidanges



*Canalisation HDPE*



*Borne fontaine*



*Ventouse*

# Ouvrages de stockage ( Réservoirs)

## *Fonctions techniques*

- **Régulation** : **tampon** entre la **production** (stockage de l'excédent de production) et la **consommation** (apport du complément de la demande).
- **Sécurité d'approvisionnement**, dans l'éventualité d'un incident mettant hors fonctionnement les équipements du réseau.
- **Mise en pression et régulation de pression** : la charge au réservoir **conditionne et stabilise** le niveau **piézométrique** en distribution
- **Simplification de l'exploitation** : la présence d'un réservoir **permet l'arrêt momentané** des équipements de production, de pompage et même du réseau pour réparations et maintenance
- **Réacteur de traitement** : permet **d'assurer un temps de contact** avec un agent désinfectant

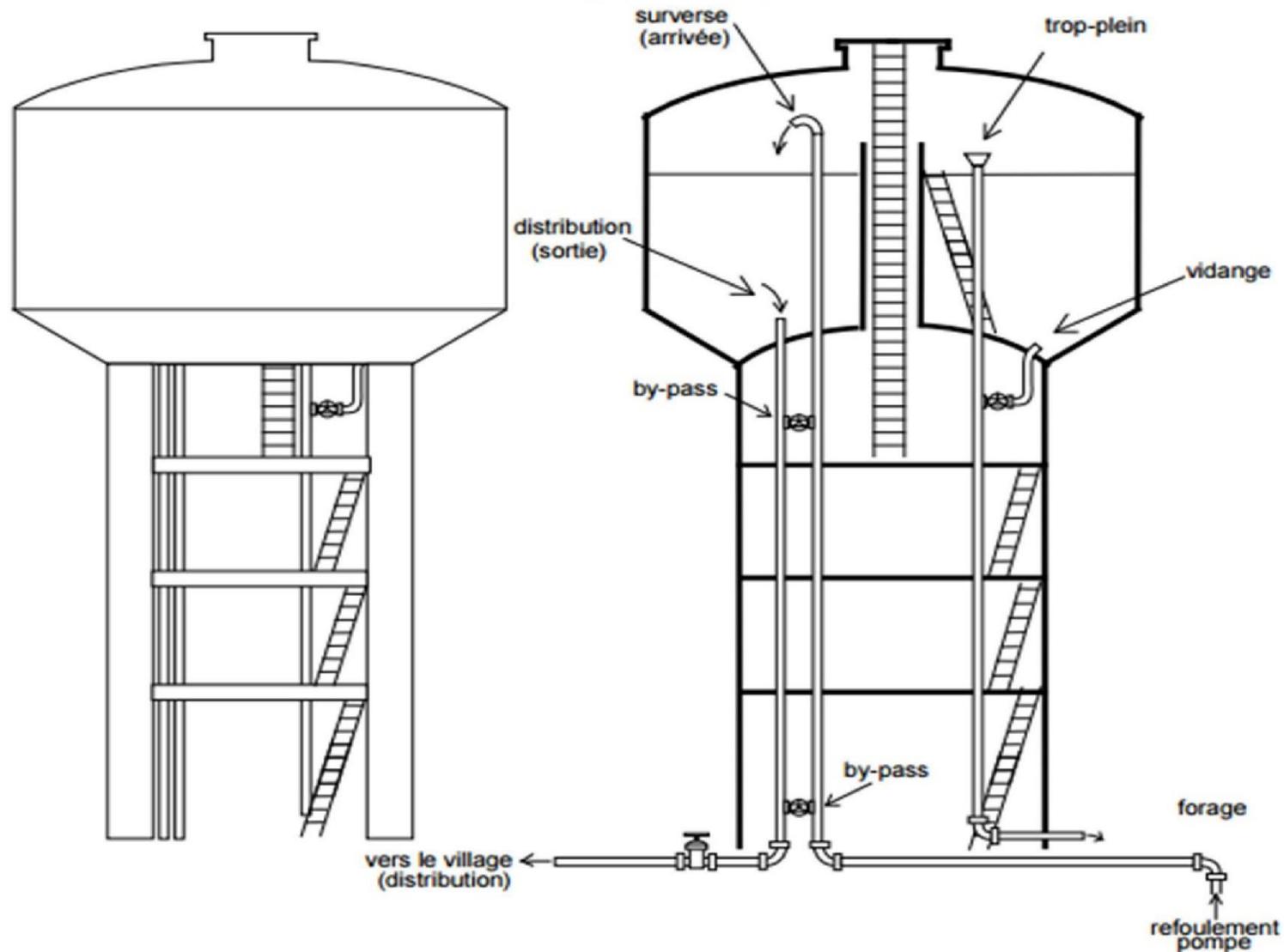
- **Réduction des investissements** sur les ouvrages de **production**
- **Réduction des investissements** sur les ouvrages de **distribution** : la présence de réservoir d'équilibres en bout de réseau permet de réduire les diamètres des canalisations maitresses.
- **Réduction des dépenses d'énergie**, du fait de l'économie réalisée sur le temps de pompage.

# Quelques type de réservoirs



# Château d'eau

Dessin n° 8: le stockage, exemple, un château d'eau



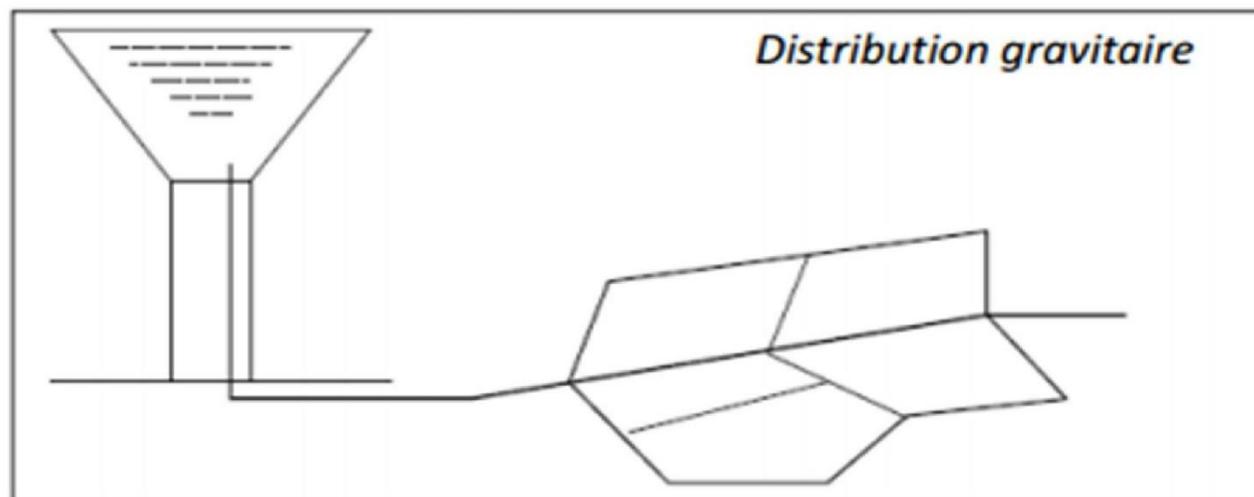
# Réseaux de Distribution (ramifié et maille)

## Généralités

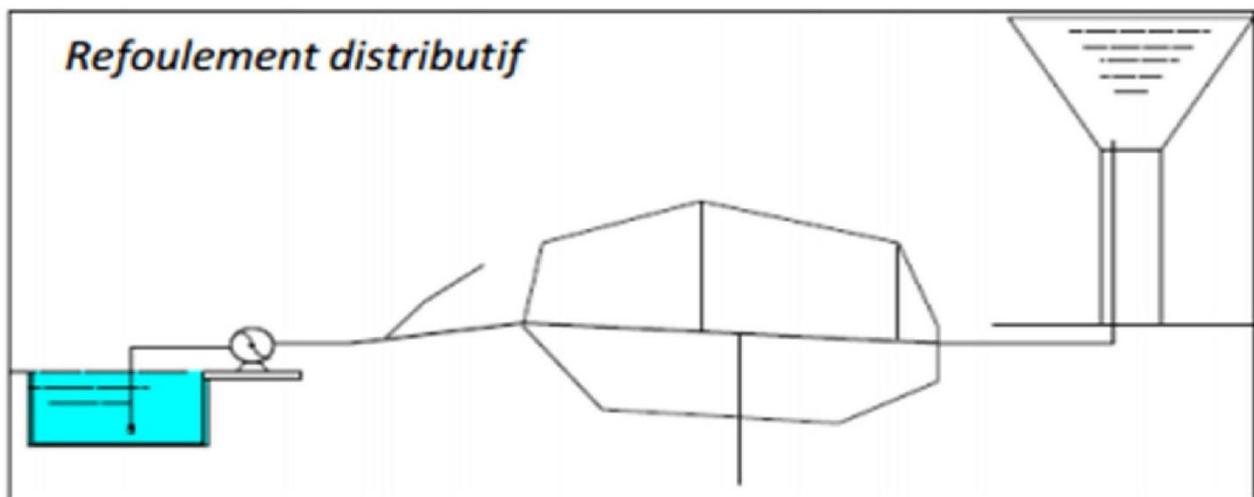
- Constitué de l'ensemble des **canalisations, robinetterie, appareils hydrauliques** et **ouvrages de génie civil** qui **délivrent l'eau au consommateur** via un *branchement privé* ou un *point d'eau collectif*.
- **Doit satisfaire à des exigences :**
  - **Continuité de service** : alimentation en toute saison et à toute heure
  - **Satisfaction des conditions de pression** :  $P_{service} \leq P \leq PN$
  - **Couverture** de l'ensemble de la zone concernée
  - **Transport des débits de pointe** en respectant les conditions de pression
  - **Respect des contraintes de vitesse** :  $U_{min} \leq U \leq U_{max}$

## *Modes de distribution*

- **Distribution gravitaire**, effectuée à partir d'un ouvrage de stockage qui domine hydrauliquement tout le réseau

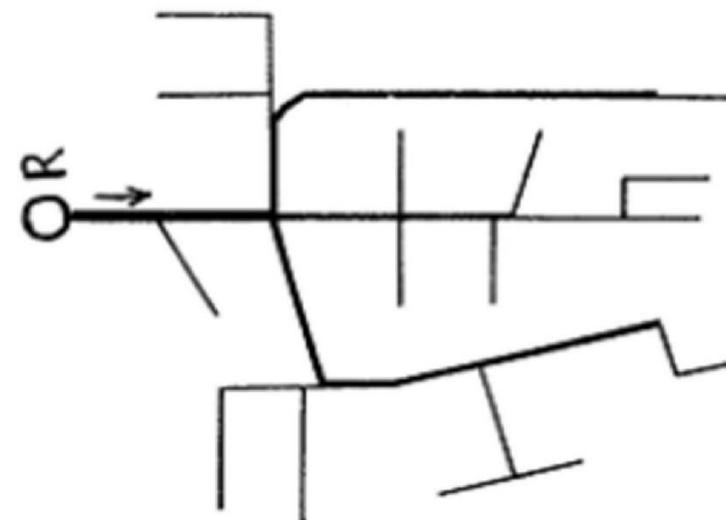


- **Refoulement distributif**, adoptée lorsque le stockage est inexistant ou lorsqu'il est à l'opposé de la source d'eau potable

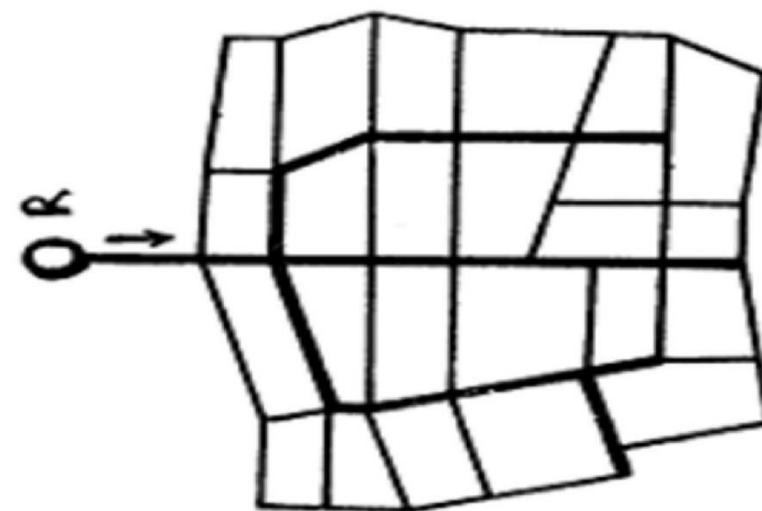


## Typologie des réseaux

Aspect	Ramifié	Maillé
<b>Pertes de charge</b>	<i>Elevées</i>	<i>Faibles</i>
<b>Écoulement</b>	<i>Risque de zones mortes aux extrémités</i>	<i>Satisfaisant</i>
<b>Réparations</b>	<i>Risque de mise hors service d'une zone importante suivant le point d'intervention</i>	<i>Risque plus faible de mise hors service d'une zone importante suivant le point d'intervention</i>
<b>Frais de pompage</b>	<i>Elevés</i>	<i>Faibles</i>
<b>Frais de mise en place</b>	<i>Faibles</i>	<i>Elevés</i>



**Réseau ramifié**

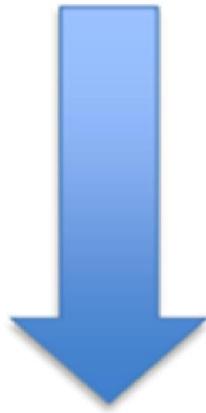


**Réseau maillé**

## Cas d'un Réseau de Distribution Ramifié

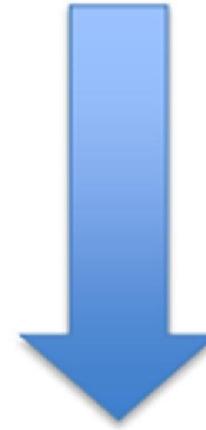
### *Problèmes types de calcul*

- **Objectif** : calculer les charges et les pressions à tous les nœuds



- Calcul ***amont-aval***

- **Objectif** : calculer la côte du plan d'eau au réservoir



- Calcul ***aval-amont***

## Détermination des débits :

### **Heure de pointe $Q_p$ :**

L'heure de pointe c'est l'heure où la consommation sera maximum, généralement on tire du graphique de « Consommation des habitants » deux heurs de pointe.

### **Calcul des débits par tronçon (débit moyen, débit nodal) :**

Les débits par tronçon sont donnés par la formule :

$$Q_{tri} = q_{sp} \cdot L_i$$

Avec :

$Q_{tri}$  : Débit de tronçon « i » ;

$q_{sp}$  : Débit spécifique ;

$L_i$  : Longueur du tronçon ;

### **Calcul du débit en route $Q_R$ :**

Le débit en route assure un service en route pour un tronçon de canalisation, il est considéré comme étant consommé uniformément sur toute la longueur du tronçon.

Ce débit est déterminé par la formule suivante :

$$Q_R = Q_{pte} - \sum Q_{con}$$

$Q_R$  : Débit de route ;

$Q_{pte}$  : Débit de pointe ;

$Q_{con}$  : Débit concentré ;

### **Calcul du débit spécifique :**

Le débit spécifique c'est le débit transité à travers un mètre de conduite pendant une seconde. Il est donné par la formule suivante :

$$Q_{sp} = \frac{Q_R}{\sum L_i}$$

Sachant que :

$\sum L_i$  : La somme des longueurs de tous les tronçons

## Cas d'un Réseau de Distribution Maillée

### *Problématique de calcul*

- Dans le cas des réseaux ramifiés, le sens d'écoulement ***est implicite***
  - Les débits en tronçon sont ***facilement déterminés***
- Mais pas dans le cas des **réseaux maillés**
  - *Sens d'écoulement en tronçon ?*
  - *Débits fictifs de dimensionnement ?*
- Résolution des boucles
  - Méthodes **itératives**, méthodes **matricielles**

## *Méthode de Hardy Cross*

- **Hardy Cross : méthode itérative** de calcul de **réseau maillé en régime permanent**

- Relativement simple à mettre en œuvre
- Convergence rapide (selon la graine initiale)
- Facile à implémenter (programmation)

- **Deux approches**

- Approche aux **nœuds** : *égalisation des débits*
- Approches aux **boucles** : *égalisation des charges*

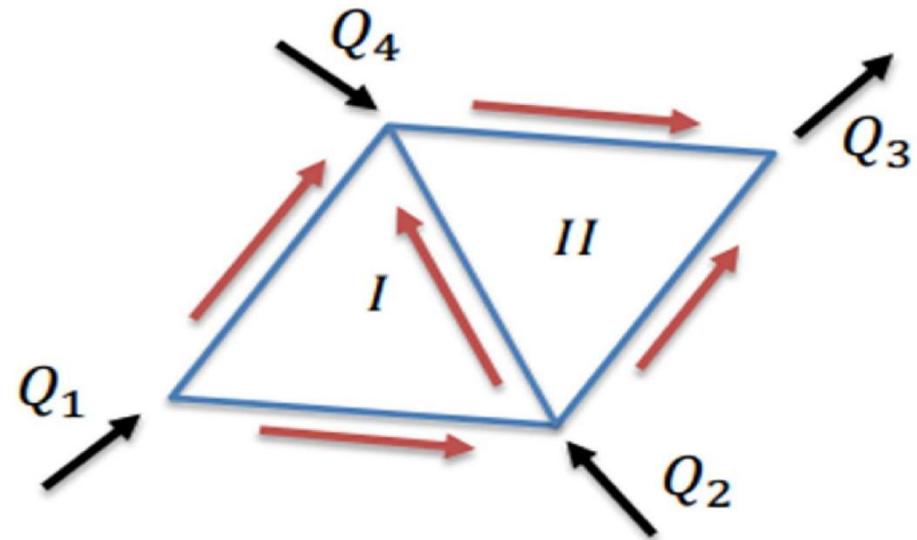


*Hardy Cross  
1885-1950*

- **Autres méthodes itératives** : *Newton-Raphson, Wood-Charles, ...*

## Hardy Cross : méthode d'égalisation des charges

- **Objectif** : pour une maille, ou plusieurs mailles contiguës, retrouver les débits de dimensionnement dans les tronçons et leur sens d'écoulement en régime permanent
- **Principe** : *trouver une répartition de débits qui annule la perte de charge dans la maille*



# Technologie et pose de canalisations

## *Caractéristiques des canalisations*

- Le **matériau constitutif** : fonte ductile, acier galvanisé, béton, PVC, PEHD, PPR etc.
- Les **diamètres nominaux** :
  - $DN$  désigne le diamètre intérieur pour la fonte et l'acier galvanisé mais le diamètre extérieur pour le PVC et le PEHD.
  - $D_{int}$  désigne le diamètre intérieur
- Les **pressions nominales**, définies par les épaisseurs de parois : PN, PFA, PMA



*Tuyau PPR*



*Tuyau PEHD*



*Tuyau PVC*



*Tuyau Fonte Ductile*

# Trois grandes familles de pression

## *Terminologie du concepteur*

- ***DP : pression de calcul en régime permanent***
  - pression maximale de fonctionnement de la zone de pression, fixée par le projeteur (non compris le coup de bélier)
  
- ***MDP : pression maximale de calcul***
  - identique à DP, mais comprenant le coup de bélier et tenant compte de développements futurs. S'écrit **MDPa** lorsque la part de coup de bélier est fixée forfaitairement, **MDPc** lorsque le coup de bélier est calculé.
  
- ***STP : pression d'épreuve du réseau***
  - pression hydrostatique appliquée à une conduite nouvellement posée de façon à s'assurer de son étanchéité.

## *Terminologie du fabricant*

- **PFA : pression interne de fonctionnement admissible**
  - pression interne, non compris le coup de bélier, qu'un composant peut supporter en toute sécurité de façon continue en régime hydraulique permanent.
- **PMA : pression maximale admissible**
  - pression interne maximale, y compris le coup de bélier, qu'un composant peut supporter de façon sûre en service.
- **PEA : pression d'épreuve admissible**
  - pression hydrostatique maximale qui peut être appliquée sur site à un composant d'une canalisation nouvellement installée.

## *Terminologie de l'utilisateur*

### ■ **OP : pression de fonctionnement**

- pression interne qui a lieu à un instant donné et en un point déterminé du réseau d'alimentation en eau.

### ■ **SP : pression de service**

- pression interne fournie au point d'écoulement au consommateur.



***Le PN est une donnée fabricant! C'est une désignation numérique définie par la norme NF EN 545 et utilisé à fins de références pour exprimer la compatibilité de raccordement entre différents composants hydrauliques.***

# De quoi à t'on besoin sur chantier ?

## *Tracé des conduites*

- **Tracé en plan** : les conduites sont **posées le long des voies de communication** (économie, facilité de pose et de maintenance ultérieure)
- **Profil en long** : les conduites sont **enterrées** (protection, facilité d'exploitation et maintien de température). Le profil en long est différent de celui du terrain naturel afin de :
  - *Minimiser les terrassements*
  - *Vidanger facilement les tronçons en cas de maintenance curative ou préventive*
  - *Évacuer l'air*
- Il est conseillé **d'éviter les tracés trop accidentés** afin de minimiser les dépressions et surpressions locales



## *Dispositions pratiques*

### ■ **Equipement**

- Placer aux **points hauts** des **purges d'air** et **ventouses**
- Placer aux **points bas** des **vidanges**
- Placer des **butées aux angles** et **changements de direction**

### ■ **Pentes**

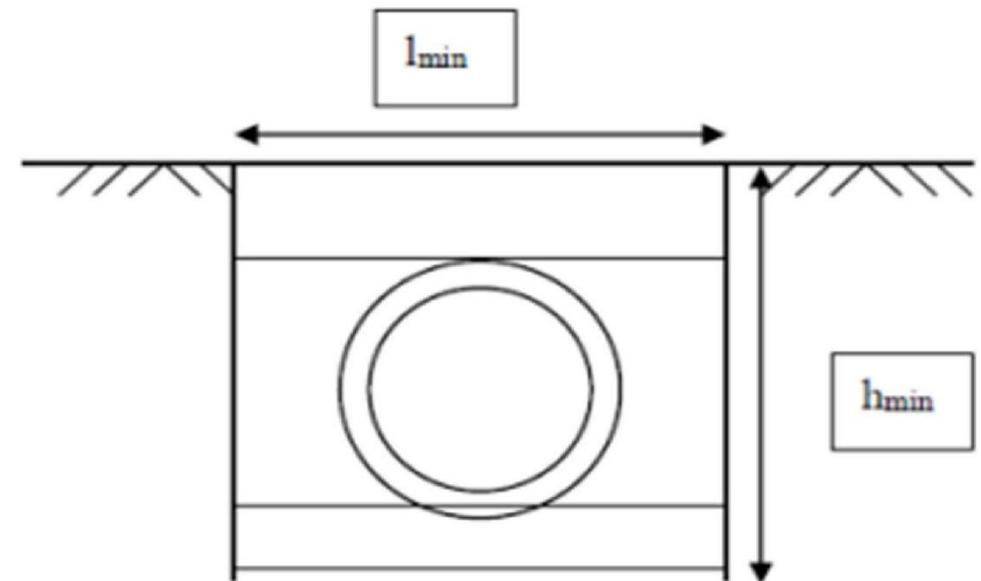
- Réduire au plus possible les changements de pente
- Assurer des pentes minimales de 0,3%
- Sur profil horizontal, adopter des pentes de :
  - 0,2 % à 0,3 % en ascension sur 100 m
  - 0,4 % à 0,6 % en descente sur 50 m

## Normes de pose

- On admet une **profondeur moyenne**  $h = 1 [m]$  et qui oscille dans l'intervalle  $0,8 [m] \leq h \leq 5 [m]$ . Les relations suivantes sont souvent utilisées :

$$\begin{cases} l \geq D_{(m)} + 0,4 \text{ à } 0,6 \\ h \geq D_{(m)} + 0,5 \text{ à } 0,8 \end{cases}$$

- Dans certains cas, **la conduite peut être posée au sol**.
  - A **éviter** si elle est faite de **matériau plastique** (PVC, PEHD,...)



Principe de pose

## Organes annexes :

- 1/ les canalisations** : sont en acier galvanisé, ont pour objet le transport de l'eau du point de piquage jusqu'aux points d'utilisation.
- 2/ joints** : l'assemblage de deux conduites successives.
- 3/ bouche d'incendie** : utilisées pour satisfaire les besoins de lutte contre les incendies, rayon de balayage de 150 à 200 m et le débit est de 17 l / s.
- 4/ bouche d'arrosage** : besoins en eau pour les espaces verts, lavages des trottoirs,.....etc. le débit d'alimentation est de 0,4 l /s.
- 5/ ventouse** : placée aux points hauts du réseau, permet l'évacuation de l'air entraîné à l'intérieur des conduites.
- 6/ vidange** : existe aux points le plus bas du réseau, permet de vider la maille pour l'entretien ou la réparation, elle est reliée au réseau d'assainissement.
- 7/ robinets** :
  - a) robinet vanne : l'isolation des conduites.
  - b) Robinet de branchement : commande le branchement des immeubles
- 8/ surpresseur** : l'augmentation de la pression
- 9/ dépresseur** : les réductions de la pression



## *Durée de vie*

### ■ **Canalisations :**

- Fonte : 50 *ans*
- PVC : 30 *ans*

### ■ **Ouvrages de génie civil :** 25 à 40 *ans*

### ■ **Matériel électromécanique** : 5 à 15 *ans*

### ■ **Pompes** : 15 000 à 20 000 *h*



*fonte*



*PVC*



*Pompe électromécanique*

# Logiciel et référence utile

**PAM**

Adduction d'eau potable et irrigation

Tuyaux et raccords en fonte ductile DN 350 à DN 2000

SANT-GOBAIN CANALISATION

Mecafield

ABABE    RÉSEAU D'ASSAINISSEMENT    ALIMENTATION EN EAU POTABLE    A PROPOS

Données :

Debit volumique [m³/s]	Canalis. [m]	Section [m²]	Vitesse [m/s]	Perte de charge [m]	Diagnostic
0.00					

Propriété absolue [s] : 0.00

Viscosité cinématique [m²/s] : 0.00

Vitesse d'écoulement :

Ne pas limiter la vitesse

Limiter la vitesse :

Minimale : 0.5    Maximale : 1.5

Calculer

Abaque de Colebrook    Abaque pour les canalisations circulaires partiellement remplies    Calcul des pertes de charge dans les conduites circulaires

logiciels.org

Les stations de pompage d'eau

6<sup>e</sup> édition

aste

Éditions TEC & DOC

Lavoisier

WATERCAD V8

XM édition

BENTLEY

**covadis**

TOPOGRAPHIE ET PROJETS VRD

