

Université d'Aboubekr BELKAÏD -Tlemcen-
Faculté de Technologie
Département d'Architecture

LE DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS

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

Niveau ciblé: 3^{ème} Année Architecture.

Système LMD -Semestre 6-

Année Universitaire : 2019-2020

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

L'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS

L'ASSAINISSEMENT DES AGGLOMERATIONS

- 1) Assurer l'évacuation de l'ensemble des eaux pluviales et usées vers les exutoires naturels**
- 2) Vérifier la compatibilité des rejets selon les exigences :**
 - de la santé publique (problèmes épidémiologiques et sanitaires)**
 - de l'environnement (respect des objectifs de qualité)**

BREF HISTORIQUE

- Jusqu'en 1960 : évacuation rapide des effluents le plus loin possible de la ville
 - Dès 1970 : situation critique due à l'accroissement considérable de la population urbaine :
22 % en 1850, 61 % en 1960, 73 % en 1975, 79 % en 2010.
 - Dès 1980 : problèmes d'insuffisance de réseau dus à l'accroissement des surfaces imperméabilisées
- ➡ Emploi des techniques alternatives se rapprochant au mieux du cycle naturel de l'eau

SITUATION ACTUELLE

- **Environ 15% des eaux usées ne sont pas collectées et 30 % des eaux ne sont pas dépolluées.**
 - problèmes de ressources en eau
 - problèmes de qualité des eaux
- **Les usages domestiques de l'eau représentent une cause potentielle majeure de pollution de l'eau**
- La protection du milieu environnant et des milieux aquatiques est aujourd'hui un axe important de la ville dans l'environnement. Il fixe comme objectif d'atteindre ou de conserver un bon état écologique de l'eau dans notre pays des masses d'eau dans l'avenir.

L'eau est un élément essentiel de notre patrimoine.

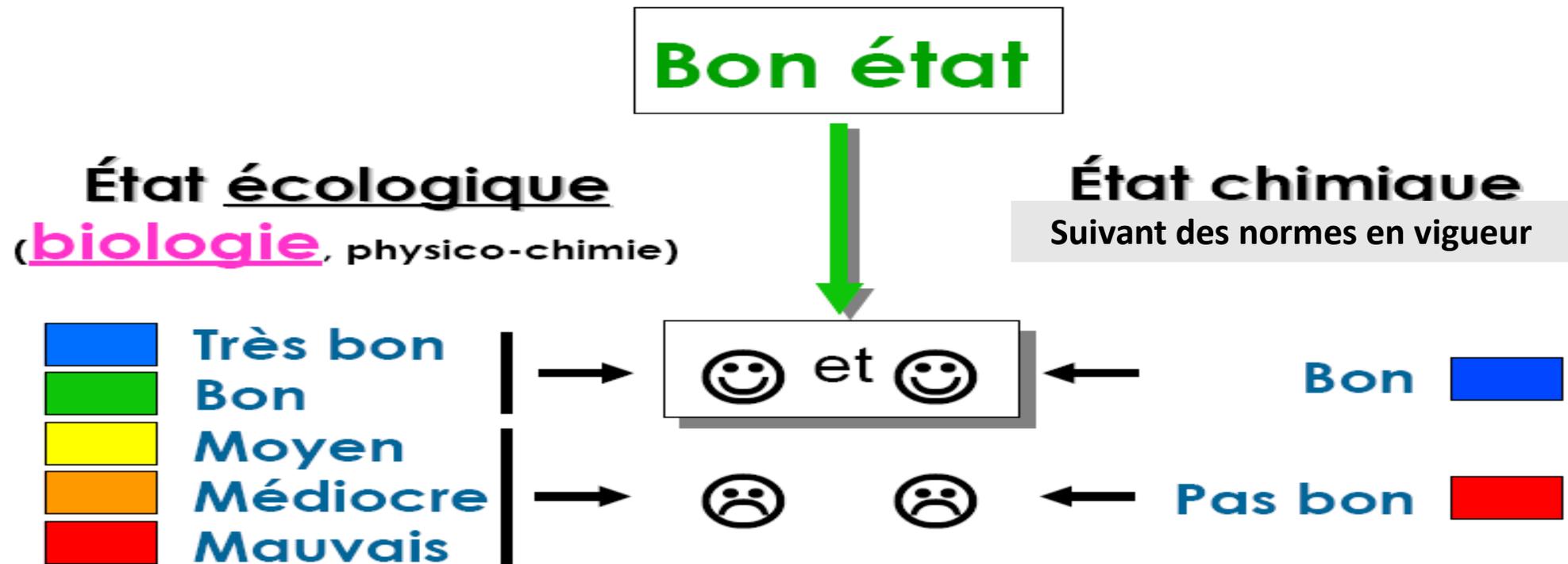
Directive cadre sur l'eau

- objectif d'atteinte du bon état général des milieux aquatiques dans l'avenir proche;
- non dégradation de l'existant et restauration de l'état des écosystèmes aquatiques (continuité écologique des cours d'eau);
- respect des objectifs des zones protégées;
- lutte contre les pollutions par les toxiques;
- Atténuer les effets des inondations

A la fin : Obligation de résultat pour chaque État.

Directive cadre sur l'eau

- Le bon état = bon état chimique + bon état écologique



LES SYSTEMES DE COLLECTE ET D'ÉVACUATION

LES SYSTEMES D'EVACUATION DES EAUX USEES ET EAUX PLUVIALES

SYSTEMES FONDAMENTAUX :

- - **Systeme unitaire** : Canalisation unique pour évacuer tous les effluents (eaux usées et eaux pluviales)
- - **Systeme séparatif** : Eaux usées et eaux pluviales sont évacuées dans deux canalisations distinctes
- - **Systeme mixte** : C'est un réseau constitué, suivant les zones, en système unitaire et en système séparatif

LES SYSTEMES D'EVACUATION DES EAUX USEES ET EAUX PLUVIALES

- **SYSTEME PSEUDO SEPARATIF :**

On appelle pseudo séparatif, des réseaux séparatifs où le réseau d'E.U. peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines.

- **SYSTEME COMPOSITE :**

C'est une variante du système séparatif qui prévoit par divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.

LES SYSTEMES D'EVACUATION DES EAUX USEES ET EAUX PLUVIALES

- **SYSTEME SOUS PRESSION :**

Le réseau fonctionne en charge. Les eaux sont évacuées par l'intermédiaire de pompes.

- **SYSTEME SOUS DEPRESSION :**

Le transport de l'effluent s'effectue par mise en dépression des canalisations (pompes provoquant le vide).

→ **Nécessité de renouveler et de réhabiliter les réseaux**

LES SCHEMAS TYPES DES RESEAUX D'EVACUATION

- 1. Le schéma perpendiculaire au cours d'eau**
- 2. Le schéma type « collecteur latéral »**
- 3. Le schéma type « collecteur transversal »**
- 4. Le schéma type « par zones étagées »**
- 5. Le schéma type « centre collecteur unique »**
- 6. Le schéma type « radial »**

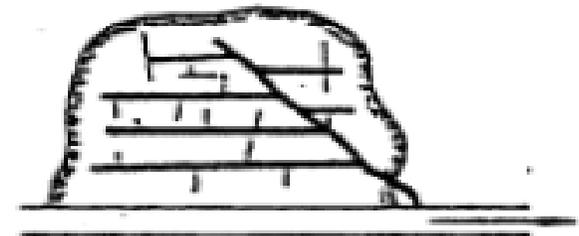
LES SCHEMAS TYPES DES RESEAUX D'EVACUATION



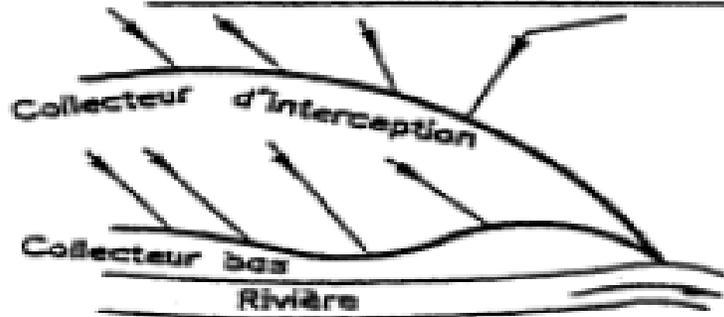
①



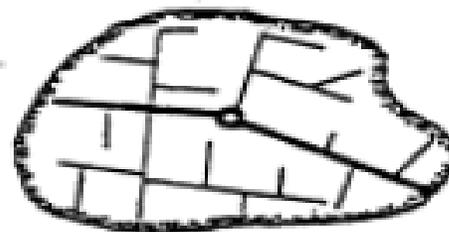
②



③



④



⑤



⑥

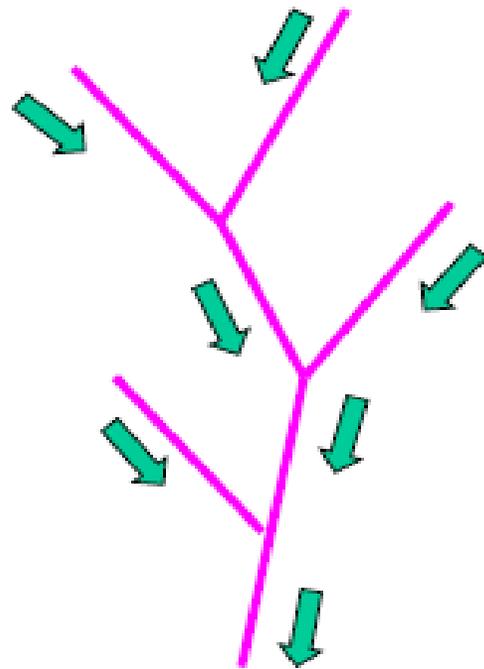
1. Schéma type "perpendiculaire"
2. Schéma type "collecteur latéral"
3. Schéma type "collecteur transversal"

4. Schéma type "zones étagées"
5. Schéma type "centre collecteur unique"
6. Schéma type "radial"

LES TYPES DE RESEAUX

Deux types de réseaux :

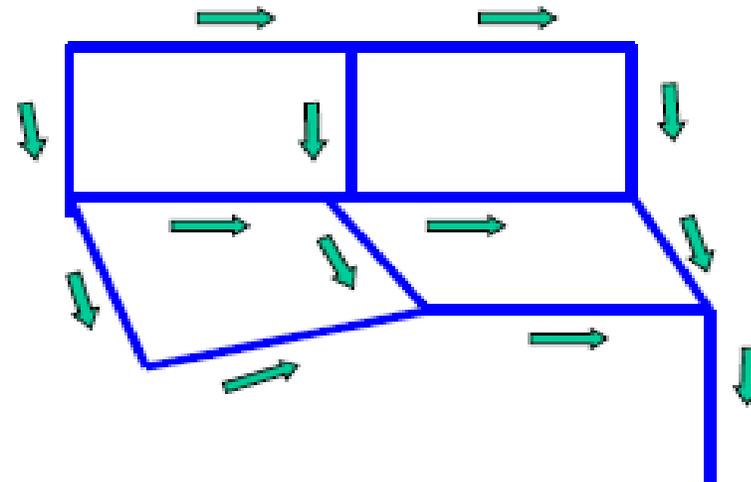
ramifié



EXUTOIRE

ou

maillé



EXUTOIRE

LA CONCEPTION DES RESEAUX

L'ENQUÊTE PREALABLE

- **Nécessité de réaliser une enquête préalable ayant pour objet de fournir les informations sur :**
 - l'urbanisation
 - les équipements existants
 - le milieu naturel
- **L'étude préalable doit répondre aux questions suivantes :**
 - **Quel est le devenir des eaux de ruissellement recueillies ?**
 - **Comment limiter les risques d'inondation ?**
 - **Est-il possible de choisir une solution alternative ?**

L'ÉTUDE PREALABLE

- **L'étude préalable porte sur :**
 - **La connaissance du terrain et des pratiques locales**
 - **La connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin**
 - **L'existence et la capacité de l'exutoire**
 - **La recherche des zones où il est possible d'infiltrer ou de prévoir des zones d'équipements de rétention**
 - **La qualité des eaux de ruissellement dans le cas d'un rejet vers un exutoire naturel sensible**

LES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT

LA CONSTITUTION DU RESEAU

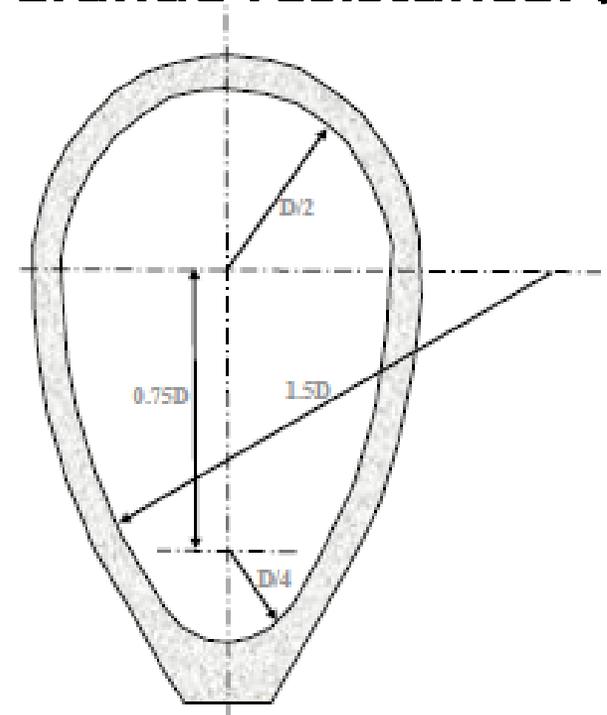
- **Un réseau d'assainissement** est constitué d'un ensemble de canalisations implantées si possible sur le domaine public et le plus souvent de section circulaire de diverses catégories : béton armé, non armé, grès, métalliques, PVC, PEHD, etc.
- **En certaines circonstances**, il peut être implanté des ouvrages de collecteur à sections particulières tels :
 - **ouvrages ovoïdes normalisés**
 - **collecteurs à cunettes et banquettes**
 - **collecteurs à sections particulières (rectangulaire, ovale, etc...)**

LA CONSTITUTION DU RESEAU

- **Ouvrages ovoïdes normalisés**

Ces ouvrages conviennent spécialement pour les voies étroites, ou dans celles où la circulation intense impose de limiter la largeur des fouilles. D'autre part, la forme de ces tuyaux leur confère une grande résistance. Ils peuvent donc être employés à faible profondeur.

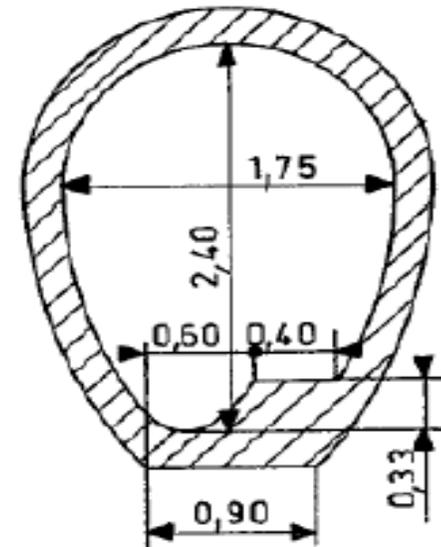
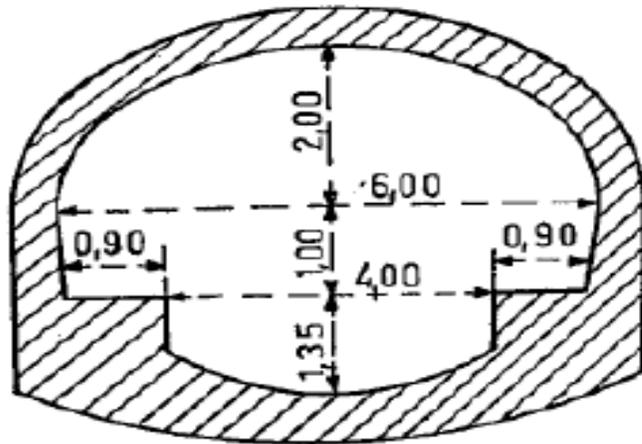
- Leur hauteur est égale à une $1,5 D$ de la partie demi-cylindrique supérieure, le diamètre du cylindre inférieur étant égal à $D/4$, le raccord est obtenu par deux arcs de cercles de rayon $1.5 D$.



LA CONSTITUTION DU RESEAU

- Collecteurs à cunettes et banquette

Les égouts à cunettes permettent un bon écoulement des eaux usées. En période d'orage, l'eau monte dans l'ouvrage bien qu'en général la section soit surabondante. Une banquette permet la circulation en période de temps sec pour l'entretien de l'ouvrage. Des canalisations ou des câbles sont placés éventuellement en partie supérieure de l'ouvrage.



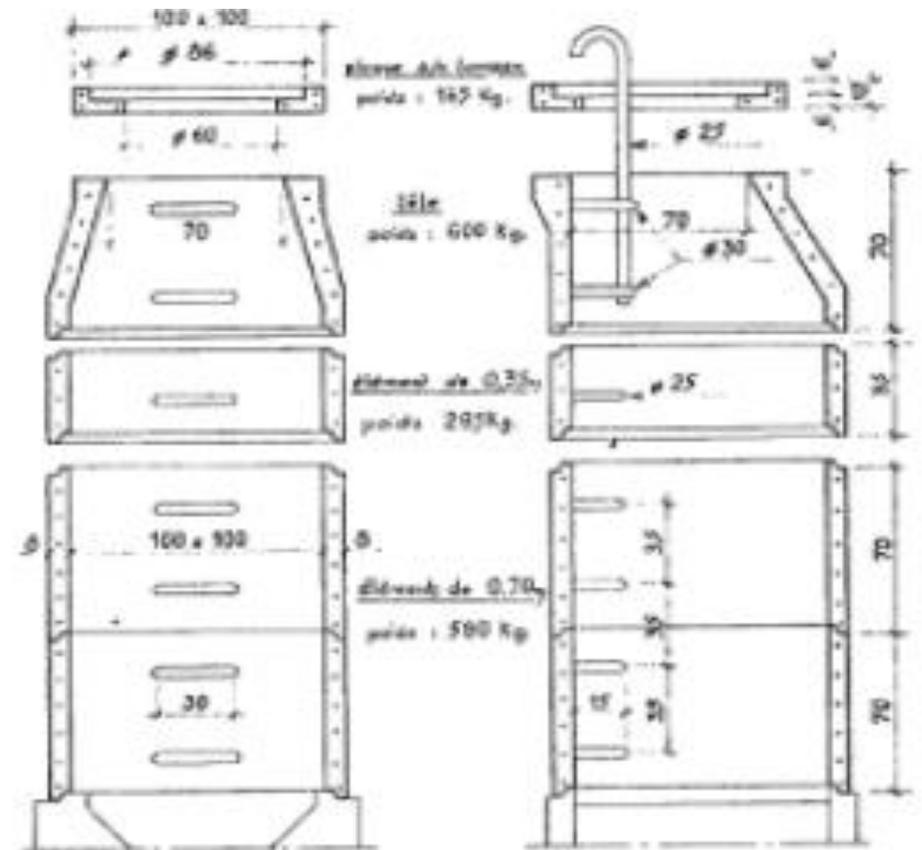
LA CONSTITUTION DU RESEAU

- Les réseaux comportent par ailleurs bon nombre d'ouvrages annexes courants qui présentent une importance particulière pour une exploitation rationnelle et correcte.
- Regards de visite : Ils permettent l'accès aux canalisations pour les curages et l'entretien et assurent la ventilation du réseau.

L'exploitation rationnelle du réseau conduira à réaliser des regards dans les lignes droites à intervalles variant en moyenne entre 35 et 70 mètres.

Par ailleurs il seront également implantés dans les cas suivants :

- changement de direction
- changement de pente
- changement de diamètre

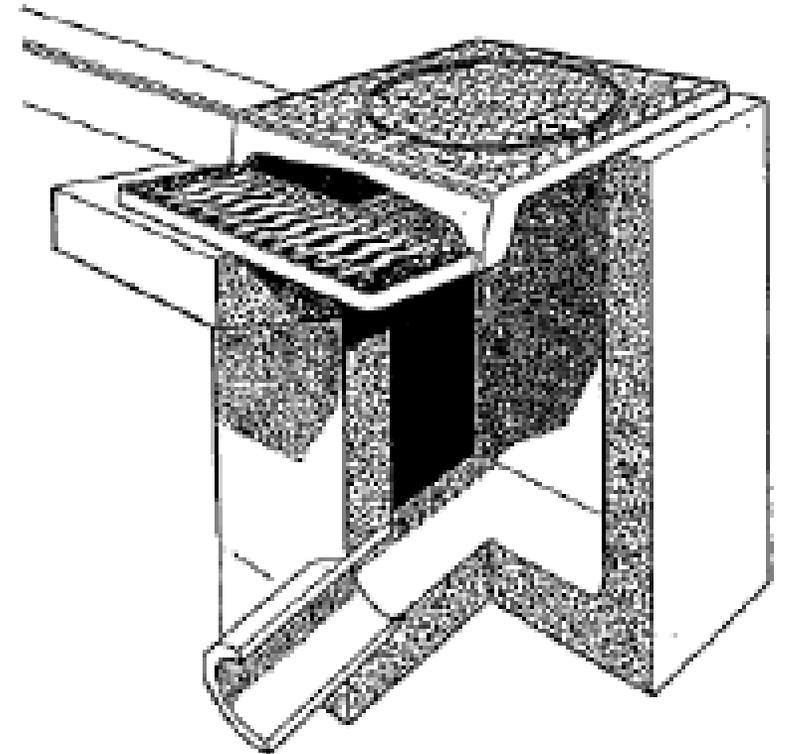


LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Avaloirs et bouches d'égouts :

Le rôle des avaloirs et bouches d'égout est d'assurer l'entrée dans un égout, soit unitaire, soit pluvial des eaux de pluie et de lavage des chaussées.

**Elles peuvent être équipées :
de systèmes sélectifs permettant une
rétention de corps étrangers (feuilles, sables, ...).
Dans ce cas, il convient de réaliser un entretien
régulier des paniers (risques de nuisances
olfactives et ce qui gêne au bon écoulement des
eaux).**



LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Les branchements à l'assainissement

▪ Schéma des différents ouvrages :

-branchements domaine public

(\varnothing 150 mm avec 3% de pente au

minimal) domaine privé \varnothing 100 mm

avec 1,5% de pente au minimal)

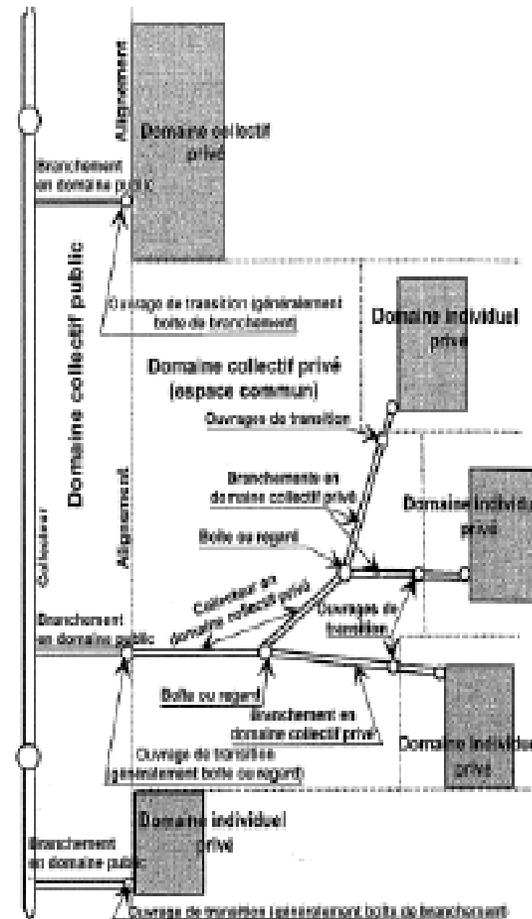
-boîtes de branchement -collecteur

Deux modes de raccordements

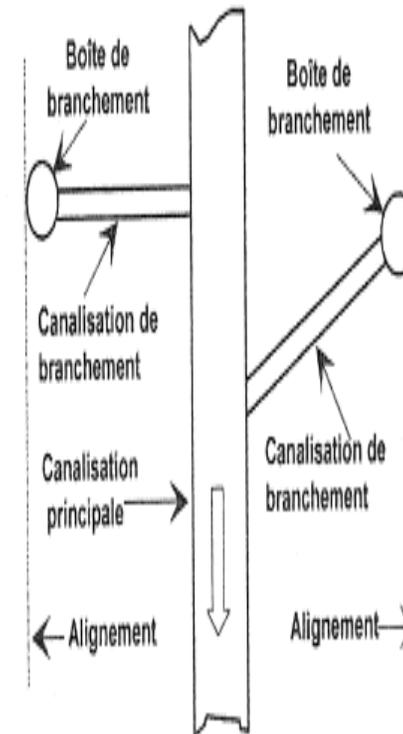
individuels :

« sur collecteur »

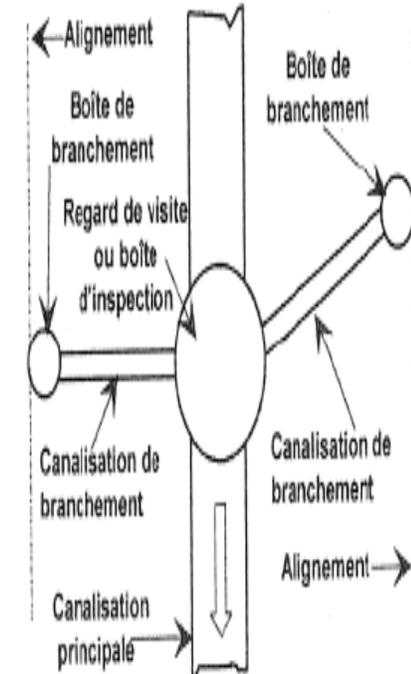
« sur regard de visite »



« sur collecteur »



« sur regard de visite »



LA CONSTITUTION DU RESEAU

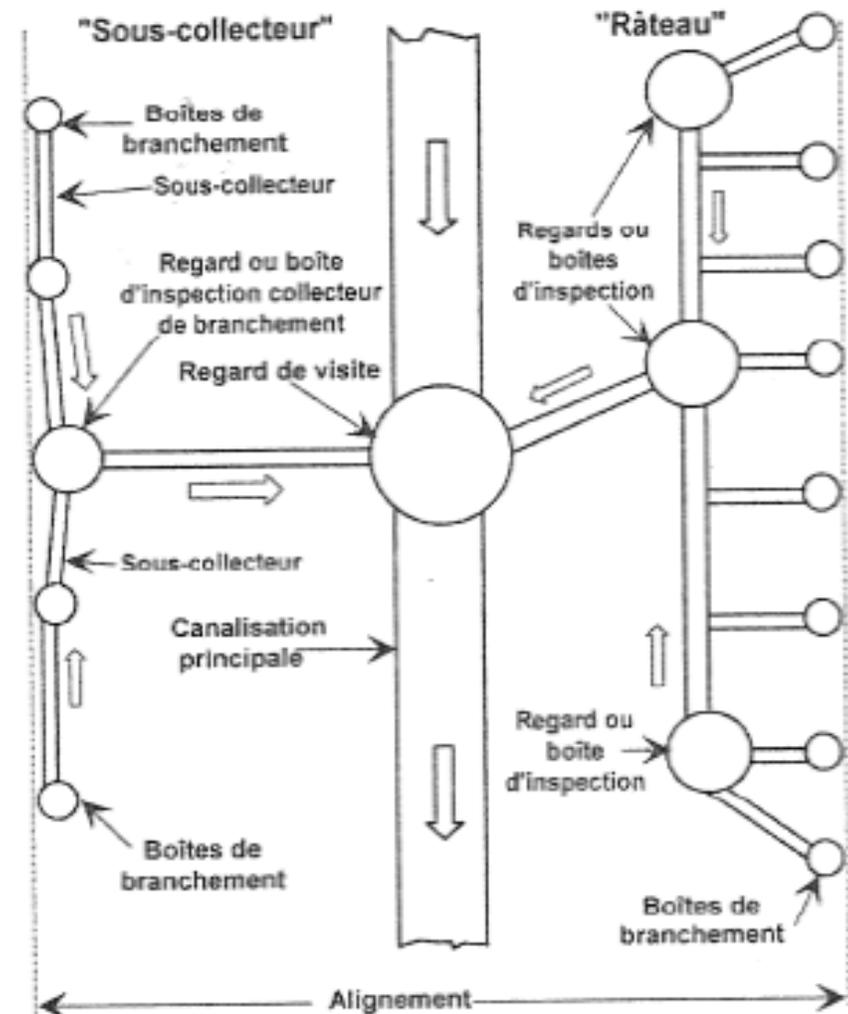
➤ Les raccordements sur le collecteur

- En râteau ou sous-collecteur
- \varnothing minimal 150 mm
- Pente minimale de 3%
- Boîtes ou regards d'inspection tous les 30 à 35 mètres
- **Tous les matériaux conviennent en conformité aux normes en vigueur**

➤ **Suivant leur conception les réseaux d'assainissement peuvent également comporter des ouvrages annexes spéciaux ayant des fonctions particulières.**

Ainsi on rencontre fréquemment :

- des déversoirs d'orage
- des stations de pompage
- des bassins de rétention



LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ les déversoirs d'orage

Ouvrages exécutés sur réseau unitaire ou pseudo-séparatif permettant de conserver et de diriger vers la station le débit correspondant à celui des eaux usées.

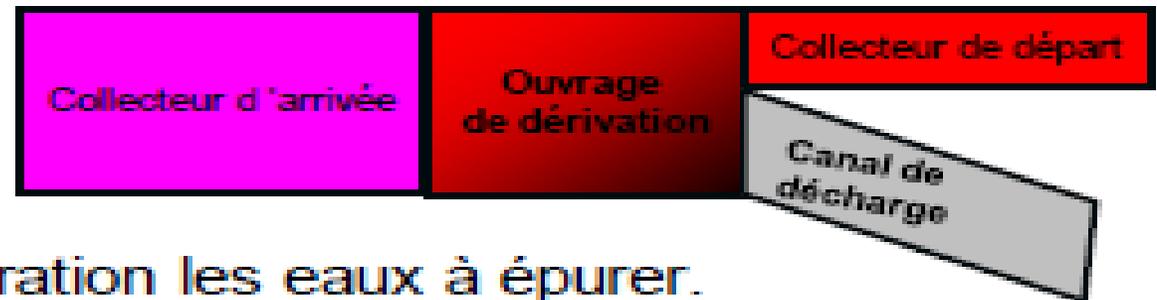
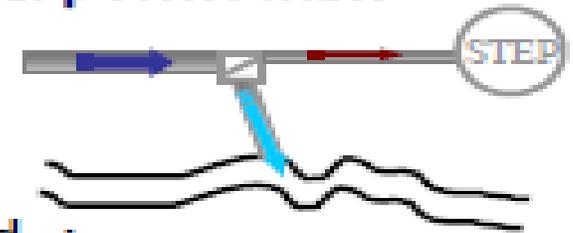
L'excédent est évacué directement vers le milieu naturel.

Dans tous les cas de figure, le déversoir d'orage comprend :

- un ouvrage de dérivation ;
- un canal ou collecteur de décharge conduisant l'eau déversée à un émissaire naturel (ruisseau, rivière), y compris l'ouvrage de rejet lui-même au droit de l'émissaire

Le déversoir d'orage est raccordé :

- à l'amont : au collecteur d'arrivée amenant les eaux unitaires
- à l'aval : au collecteur de départ qui transporte vers la station d'épuration les eaux à épurer.



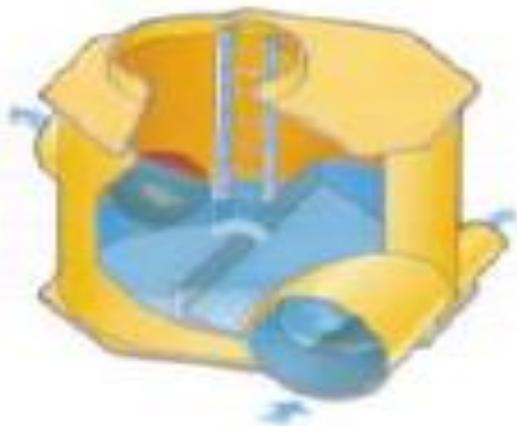
LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Déversoir d'orage

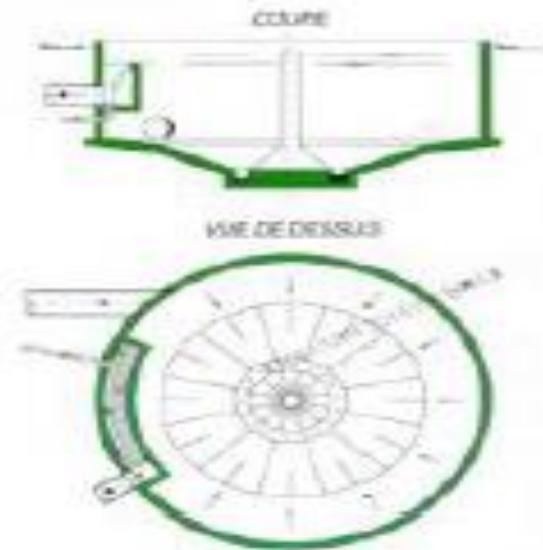
✓ Solutions diverses

- ✓ Ouvrages à seuil déversant
- ✓ Ouverture de radier
- ✓ Siphon
- ✓ Système avec régulation par vanne

✓ Ouvrages préfabriqués



Déversoir d'orage avec dégriffleur à fines lames intégré dans le déversoir de traitement.



LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Station de pompage

Les postes de pompage sont surtout utilisés sur le réseau eaux usées, éventuellement en réseau unitaire. Ces postes ont pour but de relever les effluents lorsque le relief du terrain n'offre pas de pentes suffisantes pour assurer un écoulement gravitaire.

Suivant les cas on distingue :

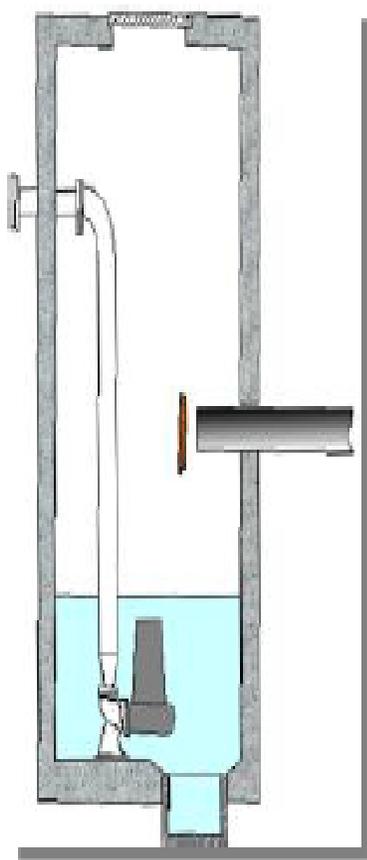
- **les postes de relèvement** pour relever les effluents sur une faible hauteur et une courte distance,
- **les postes de refoulement** pour relever sur une forte dénivelée et une grande longueur.

LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Station de pompage

Les éléments constitutifs d'une station de pompage sont principalement :

- la bache de pompage
- la motopompe
- la canalisation de refoulement



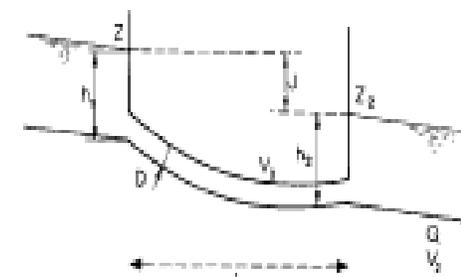
et parfois :

➤ **des siphons** : il s'agit de dispositifs dont le profil en long comporte une discontinuité constituée d'une partie descendante, d'une partie plate ou à faible pente et d'une remontée.

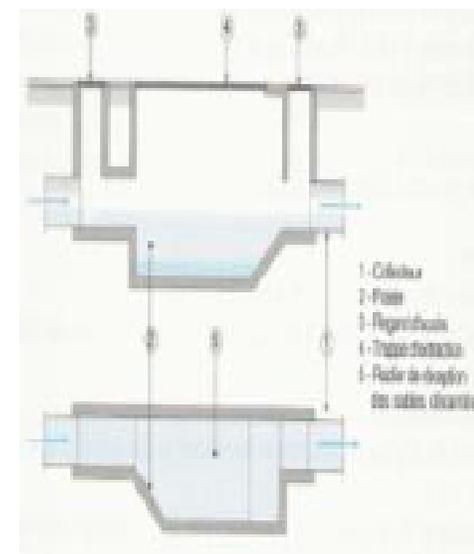
Ils peuvent être implantés pour franchir des obstacles (naturels ou artificiels) qui empêchent de maintenir constante la pente du profil du réseau.

➤ **les chambres de dessablement** : elles ont pour objectif de piéger par décantation les sables dans le but d'éviter les dépôts dans les canalisations, d'éviter l'abrasion dans les systèmes de pompage, de protéger le milieu naturel,...

Principes hydrauliques



Eq. 41 - Fonctionnement d'un siphon



LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Bassins de rétention

La fonction d'un bassin de rétention est de stocker temporairement les eaux excédentaires apportées par le ruissellement.

Leurs fonctions au sein du système d'assainissement peuvent être diverses :

- écrêter les pointes de débits et éviter les débordements (bassin de rétention d'eaux pluviales),
- stocker temporairement des eaux à traiter en station d'épuration (bassin d'orage sur réseau unitaire).

La restitution des eaux peut être envisagé par infiltration dans le sol support ou vers un exutoire naturel ou artificiel.

Plusieurs types de bassins sont distingués :

- bassins secs (la majeure partie du temps) : couvert ou à ciel ouvert ; dans ce cas ils peuvent avoir une autre fonctionnalité (terrain de loisirs, aire de jeux, ...),
- bassins en eau : ils contiennent en permanence un certain volume d'eau (la capacité de stockage est assurée par le marnage).

LA CONSTITUTION DU RESEAU

➤ Bassins de rétention

✓ FONCTION INITIALE : protection contre les inondations

✓ AUTRES USAGES :

- maîtrise du ruissellement pluvial
- réserve écologique
- activités de loisirs
-



LE CALCUL DES SECTIONS D'OUVRAGES

CALCUL DES SECTIONS D'OUVRAGES

La connaissance des débits à évacuer et la pente des ouvrages permet de choisir la section qui sera déduit de la formule d'écoulement adoptée. Les dimensions des canalisations varient selon des diamètres courants de fabrication, ce qui apporte de ce fait, une capacité supplémentaire d'écoulement.

Dans l'instruction technique, les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de **CHEZY**

V : Vitesse d'écoulement en m/s $V = C\sqrt{RI}$

R : Rayon hydraulique avec $R = \frac{S}{P}$

S : section mouillée en m², P : périmètre mouillé en m

I : Pente de l'ouvrage en m.p.m

C : Coefficient donné par la formule de BAZIN

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}}$$

LES OUVRAGES D'EAUX USEES

γ est un coefficient d'écoulement qui varie suivant les matériaux utilisés et la nature des eaux transportées

γ est pris à 0,25 compte tenu des inégalités dans le réseau (Abaque ab3)

On obtient donc :

$$V = 70 R^{2/3} I^{1/2}$$

D'où le débit capable de l'ouvrage Q_c :

$$Q_c = V \times S$$

avec Q_c en m^3/s , V en m/s et S en m^2

CONTRAINTES DE CALAGE EAUX USEES

- Les canalisations d'eaux usées sont généralement circulaires
- Pour éviter les risques d'obstruction, le \varnothing minimum sera de **200 mm**.
- Pente minimum : **0,002 m/m**
- Couverture minimale de la canalisation : **80 cm** (sinon dalle de répartition) : (DTR assainissement ou Fascicule 70)
- Regard de visite tous les **80 m** au maximum (hydro curage ou visite par caméra)
- Regard à chaque changement de pente ou de direction
- **Vitesse maximum : 4 m/s**
 - **Conditions d'auto curage :**
 - Pour le débit moyen actuel : **$V \geq 0,30 \text{ m/s}$**
 - En pratique **$I > 0,002 \text{ m/m}$** à l'aval des réseaux et si possible **$I > 0,004 \text{ m/m}$** dans les conduites à l'amont des réseaux EU.

LES OUVRAGES D'EAUX PLUVIALES

Le coefficient d'écoulement γ est pris à 0,46 compte tenu des dépôts susceptibles de se former dans le réseau (Abaque ab4)

On obtient donc : $V = 60R^{3/4} I^{1/2}$

D'où le débit capable de l'ouvrage Q_c : $Q_c = V \times S$

avec Q_c en m^3/s , V en m/s et S en m^2

CONTRAINTE DE CALAGE

EAUX PLUVIALE

- Pour éviter les risques d'obstruction, le diamètre minimum sera de **300 mm**.
 - Pente minimum : **0,003 m/m**
 - Couverture minimale de la canalisation : **80 cm** (sinon dalle de répartition)
 - Regard de visite tous les **80 m** au maximum (hydro curage ou visite par caméra)
 - Regard à chaque changement de pente ou de direction
- CONTRAINTE DE CALAGE**

CONTRAINTES DE CALAGE

EAUX PLUVIALE

- Vitesse maximum : **4 m/s**
- Conditions d'auto curage :
- Pour le **1/10** du débit à pleine section :
 $V \geq 0,60 \text{ m/s}$
- Pour le **1/100** du débit à pleine section :
 $V \geq 0,30 \text{ m/s}$
- En pratique, $V_{PS} > 1 \text{ m/s}$ pour les ouvrages circulaires et $V_{PS} > 0,9 \text{ m/s}$ pour les ovoïdes.

CALCUL DES SECTIONS D'OUVRAGES

FORMULE DE MANNING - STRICKLER :

$$C = K \cdot R^{1/6}$$

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$Q_c = V \cdot S = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot S$$

- K** = Coefficient de Manning - Strickler
S = Section mouillée de l'ouvrage en m²
P = Périmètre mouillé de l'ouvrage en m
R = Rayon hydraulique de l'ouvrage S/P en m
I = Pente longitudinale de l'ouvrage en m/m
V = Vitesse de l'eau dans l'ouvrage en m/s
Q_c = Débit capable de l'ouvrage en m³/s

LE COEFFICIENT K DE MANNING-STRICKLER

Valeurs courantes de K :

- Ouvrages en fonte, béton, grés, PVC, PEHD :
K = 70 à 80
- Ouvrages métalliques en tôle ondulée :
K = 40 à 45
- Fossés profonds engazonnés :
K = 25 à 30

CHOIX DES MATERIAUX

Fascicule 70 du CCTG pour réseaux gravitaires

Fascicule 71 du CCTG pour réseaux sous pression

Références normatives :

NF EN 476 → norme cadre pour les ouvrages

NF EN 1610 → norme sur la mise en œuvre des réseaux et la réception

NF EN 752 → norme cadre sur la conception des réseaux

NF EN 124 → normes produits pour les dispositifs de couronnement et de couverture

NF P 98331 → norme pour la réalisation des tranchées

LES EAUX USEES

LES EAUX USEES

Le calcul des réseaux d'eaux usées suppose une procédure en 3 étapes :

- calcul des débits permettant de déterminer les caractéristiques dimensionnelles du réseau,
- le calcul des sections d'ouvrages,
- la résolution proprement dite du projet.

LES DEBITS D'EAUX USEES DOMESTIQUE

On détermine une consommation journalière de l'année se situant dans la fourchette 200 à 250 l/j/hab (*Ceau*) dans les habitats nouveaux ou rénovés (*Ceau* variable en fonction du contexte local).

On calcule le débit moyen *Qm* avec :

$$Q_m = \frac{C_{eau} \times N_{hab}}{86400}$$

avec :

Ceau en l/j/hab

Qm en l/s

LES DEBITS D'EAUX USEES DOMESTIQUE

On détermine le coefficient de pointe p qui est le rapport entre le débit maximal et le débit moyen au cours de la même journée.

$$p = a + \frac{b}{\sqrt{Q_m}}$$

Q_m en l/s

$a = 1,5$ et $b = 2,5$

D'où :

$$1,5 \leq p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}} \leq 4$$

On obtient donc le débit de pointe Q_p :

$$Q_p = Q_m \times p$$

Q_p en l/s

VALEURS MOYENNES DE CONSOMMATIONS JOURNALIERES ET DE COEFFICIENTS DE POINTE D'ÉTABLISSEMENTS COURANTS

ACTIVITES	CONSOMMATION JOURNALIERE	COEFFICIENT DE POINTE
Cantines	10 l. par rationnaire	10
Internat	150 l. par élève	6
Ecoles	60 l. par élève	6
Ateliers et bureaux	60 l. par personne	4
Casernes	90 l. par soldat	3
Hôpitaux	400 l. par lit	3
Hôtels	500 l. par chambre	4
Gymnase	20 l. par usager	2
Centres commerciaux	5 l. par m ²	2,5

LES DEBITS D'EAUX USEES INDUSTRIELLES

- Dans le cas d'absence d'éléments sur la consommation des industries, l'Instruction Technique préconise la prise en compte d'un débit de **30 à 60 m³ / jour / hectare** loti suivant le caractère de la zone industrielle concernée.

LES DEBITS D'EAUX CLAIRES PARASITES

$$Q_{ecp} = Q_m \times (T_{dilu}/100)$$

avec:

Q_{ecp} : Débit des eaux claires parasites en l/s

Q_m : Débit moyen des eaux usées en l/s

T_{dilu} : Taux de dilution en %

LES DEBITS DE TEMPS SEC

Le débit de temps sec est donc la somme des débits présentés précédemment.

INFORMATION PRATIQUE

- Un collecteur \varnothing 200 mm posé avec une pente minimale de 0,004 m/m permet l'évacuation de 20 l/s à une vitesse de 0,6 m/s.
- Un lotissement de 300 logements génère un débit de pointe < 5 l/s sur la base de 250 l/j./hab. avec 3,5 eq/hab/logement.
- En zone rurale, les diamètres des réseaux EU sont rarement supérieurs à 200 mm.

MERCI POUR VOTRE ATTENTION