

## Aminagements Réseaux D'eau

Réseaux secs: énergie, télécom, transports

Réseaux humides: eau, assainissement, chauffage / clim.

Espaces verts: jardins d'alignement, jardinières.

Les 4 types de réseaux: - Arborescent ou maillé

- Gravitaire
- unitaire ou séparatif
- réparatif ou unitaire

Prévoir: arborescent, réparatif ou unitaire, le gravitaire possible

Eau potable: maillé sinon arborescent, le gravitaire possible et en pression pour la distribution.

Les 4 types d'eau: - eau potable

- eau non potable

- eaux usées: domestiques {  
- eaux noires (matières fécales / urine)  
- eaux grises (douche, lavabo, baignoire)  
non domestiques {  
- industrielles (hors de processus industriels)  
- extérieures (pompage d'il full, chantier, arrosage routier)

- eaux pluviales:  
- pluie  
- ruisseau de voirie

Les indus. doivent traiter leurs eaux pour qu'elles aient la qualité des eaux usées domestiques.

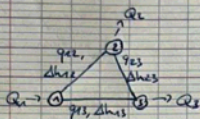
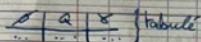
captage → traitement → pompage → transport → stockage {  
arborescent  
maillé

Réseau maillé: - débits ( $60 \text{ m}^3/\text{h}$  pour les incinérateurs)

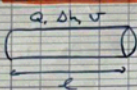
- minimiser les pertes de charge.

- vitesses cibles  $\approx 1 \text{ m/s}$   $96 \text{ m/s}$  Car  $< 1.2 \text{ m/s}$  coup de bélier  
redimensionnement

Perda de carga: Hardy Cross



$$\Delta h = 8 \times L \times Q^2$$



- Loi des nœuds:  $Q_1 - q_{12} - q_{13}$
- Loi des mailles:  $dh_{12} + dh_{23} - dh_{13} = 0$

- 1) Les débits  $Q_i$  sont fixés.
- 2) On définit les  $q_{ij}$  arbitrairement avec la loi des nœuds de manière cohérente.
- 3) On dimensionne les canalisations en conséquence.
- 4) On calcule les pertes de charges:  $\Delta h = 8 \times L \times Q^2$
- 5) On vérifie la loi des mailles:  $\sum \Delta h = 0$
- 6) On corrige la maille la plus déséquilibrée
- 7)  $dp = -\Delta h_{maille} / \sum (q_{12} + q_{13} + q_{23})$   
 $\rightarrow$  on transforme le débit du tronçon au plus grand  $\Delta h$
- 8) On recalcule les débits dans la maille concernée et on redimensionne les tronçons
- 9) On recalcule les pertes de charges et on réitère

$\rightarrow$  il faut à la fin:  $-\Delta h \leq 20 \text{ m}$

- au moins un réseau par maille avec  
 $q >$  débit pompier (60 m<sup>3</sup>/h).



②

Paris  $\approx 200 \text{ L/jour/hab.}$  | Chicago  $\approx 358 \text{ L/jour/hab.}$

Captage : 1) nappe phréatique : prot<sup>ct</sup> des nappes, bonne qualité  
épuration réduite, meilleur goût.

- 2) rivières : protection cours d'eau, qualité moyenne, épuration chère

Autres ressources : - nappes profondes (fontaines)

- eau de pluie

- mer

Transport : - aqueducs

- canalisation enterrées (fonte, acier, béton, plastique)

↳ sur une longue distance, traitement nécessaire.

Traitement : - chloration / déchloration

- biologique

- ozonation

- filtration

Stockage : - château d'eau (mise en pression)

- enterré

Distribution : - réseau enterré

- en égout si possible

- maille ou ramifiée/arborescent.

Orgues hydrauliques : pompe (pression, circulation, ...), clapet, régulateur de pression, dispositifs anti-bélier, vannes (régulat<sup>r</sup>, isolement, vidange), compteurs, fontaines (bore, décor), incendie

Dysfonctionnements : fuites, coups de bélier, chute de pression, avarage, contamination du réseau.



③

Assainissement : mesures industrielles et réglementaires visant à réduire l'impact des eaux sur la santé et l'environnement.  
Le règlement ne concerne que les eaux usées domestiques.

domaine du maître  
domaine de l'assainissement = tous les eaux sauf potable et amplement

\* Pas besoin d'assainissement si autoépuration mais volume limité et concerne surtout les pollutions biodégradables.

Assainissement collectif : - @ gravitaire possible

- unitaire ou réparatif  
- visible ou non-visible

\* Dimensionnement : unitaire : pluie

réparatif : pluie @ eaux usées.

- Th. Bernoulli :

$$\frac{v^2}{2g} + h + \frac{P}{\rho g} = H$$

↳ Si H = cste considérer les pertes de charges linéaires et ponctuelles.

- Manning - Strickler :

$$v = KR^{2/3} I^{1/2}$$

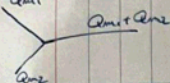
$$Q = S_{moyenne} \times v = S_{moyenne} KR^{2/3} I^{1/2}$$

K : coef. rugosité ; R : rayon hydraulique =  $\frac{D}{4}$  ; I : pente.

avec  $Q_{ref}$  le débit de référence et  $0.6 < v < 14 \text{ m/s}$  ou  
 $0.6 < v < 3 \text{ m/s}$  on choisit le diamètre correspondant des  
pour  
l'usage

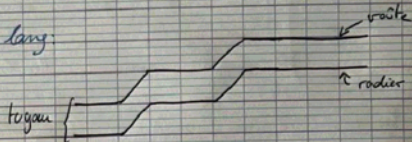
tuyaux (fonte, béton, PVC...)



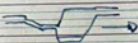


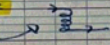
Pour les eaux usées, on additionne les débits moyens et on calcule le débit de pointe:  $Q_p = Q_m (1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m}})$

Profil en long:



✱ Organes du réseau: - égout de visite: 50cm, échant. propres, échant. chert.



- rigoles: le plus petit et bassin de décantation.
- dérivations et courbes: vigilance aux pertes de charges.
- réservoir de charge: tête de réseau si faible pente.
- rampe
- station de pompage
- puits de chute → 
- égrilleurs
- chambre à sable } présents à l'entrée d'une station d'épuration.

Construction assainissement: - peu profond → tranchée

- moyen profond → sous-eux
- très profond → tunnelier.

Dysfonctionnements: - dégagements gazeux  
- corrosion (usure / encroûtement / éboulement)  
- mauvais dimensionnement (pluvial).

⚠ hygiène et sécurité des visiteurs.

→ Recouvrement trop contraignant (lin. du réseau) → restitution en milieu naturel.

④

Théorie de la pluie : - pluviomètre (lampe d'eau, bonne estimation annuelle/mensuelle).

- station pluviométrique (intensité en  $J^o$  du temps).
- image radar (à partir des stations pluviométriques).

Caractérisation de la pluie : - temps de retour

- intensité - durée (- fréquence).
- hauteur - durée.

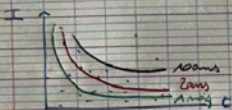


image de plu: quantifie la proba ou le  
tps de retour d'une pluie donnée.

Shannon - Montana : A et B coefs fixés pour un lieu donné.

$$i = \text{intensité maximale max (mm/min)} = A \times t^{-B}$$

$$h = \text{hauteur précipitée pelt } t \text{ (mm)} = A \times t^{1-B}$$

correction spatiale pour une fréquence et une durée donnée.

$$i(S) = i \times S^{-0.02} \quad \text{Sen ha.}$$

4 modèles de pluie : - rectangulaire

- triangle simple
- triangle double
- Chicago

↳ théorie bien adaptée au ps aléatoire mais pas réalisme.

4 niveaux de protection des effets de la pluie : - NO : temps sec.

- N1 : milieu naturel
- N2 : inondations
- N3 : biens
- N4 : personnes.

bassin versant : zone de collecte d'eau pluviale caractérisée par sa surface, son inclinaison, son coef. de ruissellement, son exutoire et son temps de concentration.

coef imperméabilisé<sup>o</sup> :  $\frac{S_{\text{imperm. tot}}}{S_{\text{tot}}}$

coef apport pluvial :  $\frac{\text{Volume recueilli à l'exutoire}}{\text{Volume précipité}}$

surface active :  $S_{\text{a}} = S_{\text{tot}} \times K_{\text{a}}$

tps de concentration : durée de parcours du chemin hydraulique le plus long du bassin versant.

Transformation pluie-débit :

- rationnelle :  $Q = I \times i \times S_{\text{a}}$   
coef imperméabilisé<sup>o</sup>  $\times$  intensité :  $i = 1,5 \times t^{-2,5}$   $\hookrightarrow$  surface (ha)  $\leq 50$  ha

- superficielle :  $Q = K \times H^{\alpha} \times P^{\beta} \times S^{\gamma}$   $\rightarrow$  coef allongement  
 $\downarrow$  pente  $\downarrow$  coef imperméabilisé<sup>o</sup>  $\uparrow$  surface

$K, \alpha, \beta, \gamma$  = coef qui dépendent du temps de retour de la pluie.

Pour les bassins dont  $S > 50$  ha : méthode bassin linéaire, résoudre :

$$\begin{cases} \frac{dV(t)}{dt} = Q_{\text{el}}(t) - Q_{\text{s}}(t) \\ V(t) = K - Q_{\text{s}}(t) \end{cases}$$



5

Réseau unitaire simple:

$A_{eq}$	$C_{eq}$	$I_{eq}$	$E_{eq}$
$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\left( \frac{\sum I_j A_j}{\sum A_j} \right)^{1/2}$	$\frac{\sum E_j}{\sum A_j}$

Réseau unitaire complexe:

$A_{eq}$	$C_{eq}$	$I_{eq}$ <small>débit de pointe</small>	$E_{eq}$
$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j A_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum I_j Q_{pj}}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pmax})}{\sqrt{\sum A_j}}$

Planning - Schöck:

$$Q = K \cdot I \cdot R \cdot L \quad \text{avec } K = \text{coefficient de correction}$$

$K_{pénètation} = 70$

$K_{pénètation \text{ réseaux pluviaux}} = 60$

$K = \text{coefficient de correction}$

nombre de Froude: caractérise l'écoulement.

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{g \cdot D}}$$

$Fr > 1$ : torrentiel

$Fr < 1$ : fluvial

$$Fr^2 = \frac{E_{eq}}{E_p}$$

Calcul des réseaux:

- 1) choix période de pluie  $T$  selon le niveau  $N$
- 2) calcul temps de concentration (méthode rationnelle  $Q = Q_{5 \text{ min}}$ )
- 3) calcul débit en  $f^\circ$  de la pluie.
- 4) calcul du diamètre  $\phi$  sachant que  $0.6 \leq v \leq 3 \text{ m/s}$ .
- 5) vérifier que l'écoulement reste fluvial:  $Fr < 1$ .

Théorie hygiéniste:

il faut envisager les saux pluviaux le @ vite le @ loin possible  $\rightarrow$  réseaux arborescents  $\rightarrow$  flux, volumes, pollution ingérables.

conséquences:   
 - inondation   
 - déversoirs d'orage pleins   
 - stations d'épuration pleines } pollution.

⚠ un surdimensionnement du réseau donne un gros débordement localisé à la place de plus petits débordements généralisés.

1970: Le réseau séparatif → 2 réseaux à gèrer (pluvial, usé)

1980: déconnecta la parcelle en régulant le débit de fuite → volumes de stockage souterrains.

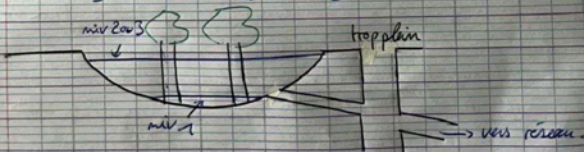
1990: régulation du débit de fuite → volumes de stockage en surface → échange, sel

2000: régulation du débit de fuite → volumes de stockage en surface intégrés à l'aménagement → jardins, jassés.

↳ abattant volume (évaporat° et infiltration) ⊕ efficace pour lutter contre la pollution.

- démission du réseau
- entre le transport et les investissements coûteux.
- la gestion des eaux pluviales n'est pas de l'assainissement.

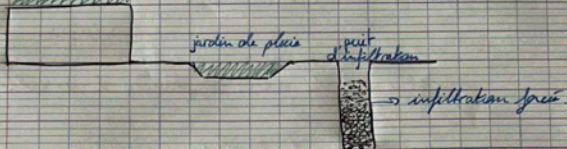
→ jardin de pluie: dimensionner comme pour un réservoir de stockage; débit de fuite régulé.



63

- toiture végétalisée
- zone urbaine arrosable
- revêtements perméables infiltration superficielle
- ouvrages d'infiltration cf p 227-228 (ex: puits d'infiltration)

toiture végétalisée



Impact:

- réduction des coûts
- réseaux moins chers
- transport eaux pluviales en surface quand possible.
- embellissement du milieu urbain.
- écologique.
- moins de dysfonctionnement.

prage → pompage → potabilisation → transport → stockage (châteaux d'eau)

(rivières) rejet → station épuratrice → eaux usées → distribution

Eau pluviale comme une ressource:

- récupération avec cuve, pompes (arrosage, WC...)
- ↳ cher et rarement pérenne ⇒ développement de sys. @
- économies sur la construction et l'entretien | pérenne
- service écologique ou écosystémique (présence d'une zone humide peut constituer un bénéfice pour la communauté).

⇒ intérêt économique et écologique de développer les jardins de pluie (et les toitures végétalisées).



13<sup>e</sup> - 15<sup>e</sup> siècles: fontaines à boire

- murale à eau perdue
- l'eau s'écoule d'un mascarou dans un bassin, vasque ou gaille

16<sup>e</sup>: fontaine élément urbain

- association utilité et urbanisme

17<sup>e</sup> - 19<sup>e</sup>: fontaine monument

- embellissement des artères importantes de la ville
- distribution en eau
- isolé, adossé, en angle.

19<sup>e</sup>: fontaine et composition urbaine

- participe à l'articulation des tracés urbains et met en valeur les perspectives et les places.

Fontaines WALLACE  $\Rightarrow$  fontaines à boire.

20<sup>e</sup>: fontaine d'élément urbain