

**VERSION EXPERIMENTALE**

**RESUME THEORIQUE**  
**&**  
**GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

<b>MODULE N°:08</b>	PROJET POUR LES TRAVAUX PUBLICS : CANALISATION ET ASSAINISSEMENT D'UN BATIMENT
---------------------	---

**SECTEUR : BTP**

**SPECIALITE : TECHNICIEN SPECIALISE  
GEOMETRE TOPOGRAPHE**

**NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALISE**

## REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document.

**Pour la supervision :**

M. Khalid BAROUTI	Chef projet BTP
Mme Najat IGGOUT	Directeur du CDC BTP
M. Abdelaziz EL ADAOUI	Chef de Pôle Bâtiment

**Pour la conception :**

M. Pavel Tsvetanov	Formateur animateur CDC/BTP
M. Jigoreanu DORU	Formateur animateur CDC/BTP

**Pour la validation :**

M. Pavel Tsvetanov	Formateur animateur CDC/BTP
--------------------	-----------------------------

**Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme.**

**DRIF**

## SOMMAIRE :

*Présentation du module .....*

*I. Résumé de théorie : .....*

*1. Les matériaux utilisés pour les tuyaux*

- a. La fonte.....*
- b. L'amiante-ciment .....*
- c. Le grès vernissé .....*
- d. Les matières plastiques .....*
- e. Autres matériaux .....*

*2. La réseau d'assainissement à l'intérieur d'un bâtiment*

- a. Définition des termes .....*
- b. Les parties composantes d'une réseau de canalisation...*
- c. Calcul d'un débit de branchement .....*
- d. Calcul de diamètre d'un collecteur d'appareils .....*
- e. Calcul de diamètre d'une descente verticale .....*
- f. Relations de calcul hydraulique .....*
- g. Calcul de diamètre d'un collecteur général .....*
- h. Ventilation primaire d'une canalisation.....*
- i. Ventilation secondaire d'un canalisation .....*
- j. Détails d'exécution .....*
- k. Branchement à l'égout public .....*

*3. Les fosses septiques .....*

*4. Le système d'épandage .....*

*II. Guide de travaux pratique .....*

*1. Application de calcul pour l'assainissement d'un bâtiment ...*

*III. Evaluation de fin de module .....*

*IV. Liste bibliographique .....*

Durée : 84 heures

## OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

- **COMPORTEMENT ATTENDU**

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit savoir dimensionner les réseaux d'assainissement d'un bâtiment, selon les conditions, les notions et les principes suivants.

- **CONDITIONS D'EVALUATION**

A partir :

- Des connaissances accumulées,
- Des règles qu'il doit suivre,
- D'une situation simulée

A l'aide :

- Des tableaux des données type abaque,
- Des dessins et schémas avec les plans du bâtiment,
- D'une documentation pertinente : lois, règlements, etc.

- **CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE**

- Respect des normes des réseaux d'assainissement,
- Respect de normes de dimensionnement et calcul des réseaux,
- Respect des règles de santé et de la sécurité,
- Respect des règles de protection de l'environnement,
- Association précise entre les effets négatifs et les causes à leur base,

Trouver tous les modules sur | [www.bac-ofppt.blogspot.com](http://www.bac-ofppt.blogspot.com)

<p><b>PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU</b></p>	<p><b>CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE</b></p>
<p><b>A.</b> Avoir des connaissances sur les caractéristiques techniques des tuyaux.</p> <p><b>B.</b> Avoir connaissances d'un système d'assainissement d'un immeuble;</p> <p><b>C.</b> Calcul de diamètre d'un système d'assainissement pour un immeuble;</p> <p><b>D.</b> Avoir connaissances des fosses septiques;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diamètres des tuyaux;</li> <li>▪ Longueur des tuyaux;</li> <li>▪ Divers type des matériaux pour tuyaux</li> <li>▪ Destination de chaque type de tuyau;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Système unitaire et séparatif ;</li> <li>▪ Descentes et chutes uniques;</li> <li>▪ Siphonne, regards et branchements;</li> <li>▪ Raccordements entre réseaux;</li> <li>▪ Ventilation primaire et secondaire;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Débit des appareils;</li> <li>▪ Diamètre d'un collecteur des appareils</li> <li>▪ Transformation de diamètre équivalent</li> <li>▪ Coefficient de simultanéité;</li> <li>▪ Débit total et débit réel;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principe de fonctionnement;</li> <li>▪ Dimensionnement d'une fosse;</li> <li>▪ Types constructifs;</li> <li>▪ Le principe d'épandage;</li> </ul>

## OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

- LE SRAGIAIRE DOIT AVOIR LES SAVOIR, SAVOIR – FAIRE OU SAVOIR – ÊTRE NECESSAIRES POUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

### **A) Avant d'apprendre à connaître les caractéristiques techniques des tuyaux :**

- a) Savoir les matériaux utilisés pour la fabrication des tuyaux ;
- b) Savoir les efforts qui doivent être supportés par tuyaux;
- c) Savoir la compatibilité entre les types des eaux et des tuyaux;
- d) Savoir les types d'accessoires nécessaires pour chaque type de tuyau;

### **B) Avant d'apprendre à connaître un système d'assainissement :**

- a) Savoir la différence entre les eaux pluviales et les eaux usées;
- b) Savoir la classification des eaux en : eaux noires, grise, chimiques, etc.
- c) Savoir le rôle d'un siphon d'appareil et de son garde d'eau;
- d) Savoir le rôle de ventilation et les principes de réalisation;
- e) Savoir les règles à suivre pour l'exécution d'un branchement;

### **C) Avant d'apprendre à connaître les calculs de diamètre :**

- a) Savoir distinguer un : collecteur d'appareilles, collecteur général;
- b) Savoir les relations de calculs hydrauliques du Basin et Chézy;
- c) Savoir utiliser les abaques de calcul;
- d) Savoir faire les transformations du diamètre plein à  $7/10$  et  $1/2$ ;

### **D) Avant d'apprendre à connaître les fosses septique :**

- a) Savoir le rôle des colonies microbiennes anaérobies et aérobies ;
- b) Savoir celles deux étapes : de fermentation et d'oxydation ;
- c) Savoir les parties composantes d'une fosse septiques ;
- d) Savoir la fonctionnement d'un système d'épandage ;

## PRESENTATION DU MODULE

Le module : « **Assainissement d'un bâtiment** », s'apprend pendant le deuxième semestre de formation, donc dans la première année de formation.

Ce module est conçu autour du processus de la construction de bâtiment. Les thèmes développés recouvrent à la fois des étapes de l'acte de construire (commercial, études, exécution...) et des thèmes transversaux (calculs, principes de fonctionnement, règles à suivre).

L'importance des grandes étapes de déroulement des activités d'apprentissage des « **Assainissement d'un bâtiment** », est de connaître le but et les objectifs suivants :

- Définir les principaux types des réseaux d'assainissements ;
- Identifier les types des eaux d'après leur provenance ;
- Comprendre les principes de dimensionnement des réseaux ;
- Maîtriser les règles d'exécution des réseaux d'assainissement ;
- Connaître les étapes d'une opération de construire ;
- Gérer la qualité de ces travaux sur chantier ;

### **Durée : 84 heures**

- Théorie = 54 heures
- Pratique = 26 heures
- Epreuve = 4 heures

Trouver tous les modules sur | [www.bac-ofppt.blogspot.com](http://www.bac-ofppt.blogspot.com)

## **MODULE N° 8**

### **PROJET POUR LES TRAVAUX PUBLICS : CANALISATION ET ASSAINISSEMENT D'UN BATIMENT**

#### **I. RESUME THEORIQUE**

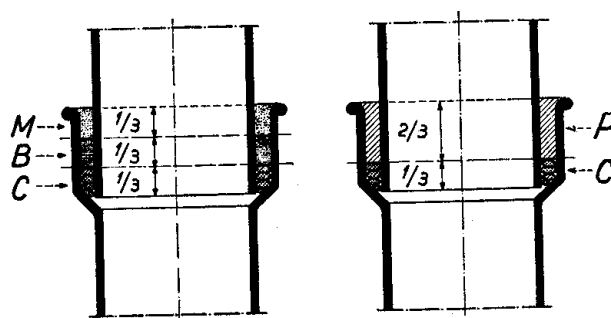


## I.1. LES MATERIAUX UTILISES POUR LES TUYAUX

### I. 1. a. La fonte

**Définition :** la fonte est un alliage de fer et carbone, obtenu dans les hauts fourneaux par le traitement des minerais de fer, moyen de coke métallurgique (c'est-à-dire une fusion réductrice).

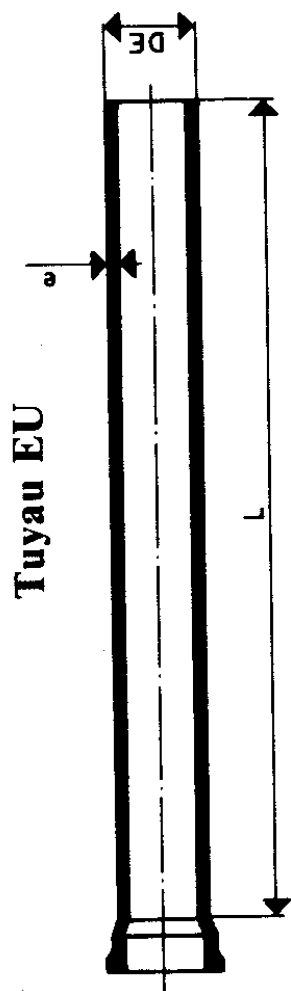
- D'après le contenu en carbone, la fonte peut être :
  - **fonte de moulage (ou fonte grise)** – qui a un contenu de 3,5 à 6% en carbone et qui est facile à usiner ;
  - **fonte d'affinage (ou fonte blanche)** – qui a un contenu de 2,5 à 3,5 en carbone et qui est destinée à la production du fer et acier ;
  - **fontes spéciales** – qui contiennent de petites quantités de silicium, d'aluminium, de manganèse, de nickel, de chrome, etc.
- Pendant le dernier siècle, la fonte a été le matériau le plus employé par rapport à les nombreux avantages que présentent les tuyaux en fonte :
  - sécurité vis-à-vis des ruptures et des fuites – comme conséquence de la résistance du métal et des procédés de confections des joints ;
  - facilité d'adaptation à tous les tracés, grâce à la diversité des raccords existants ;
  - inaltérabilité relative vis-à-vis de l'oxydation ; etc.
- A la cause de ces raisons, même maintenant la fonte s'impose pour :
  - canalisations sous fortes pressions,
  - conduites exposées aux chocs ou soumises à des efforts exceptionnels,
  - canalisations en terrains instables,
  - canalisations de 350 mm. de diamètre et plus, etc.
- Pendant très long temps les tuyaux en fonte d'écoulement s'assemblaient par emboîtement avec garniture de joint en filasse de chanvre, corde goudronnée, plomb coulé ou couronne en mortier de ciment et solin en mastic de vitrier. Ça a été la « série salubre » ou **S.A.**



— Joint d'emboîtement souple sur tuyaux

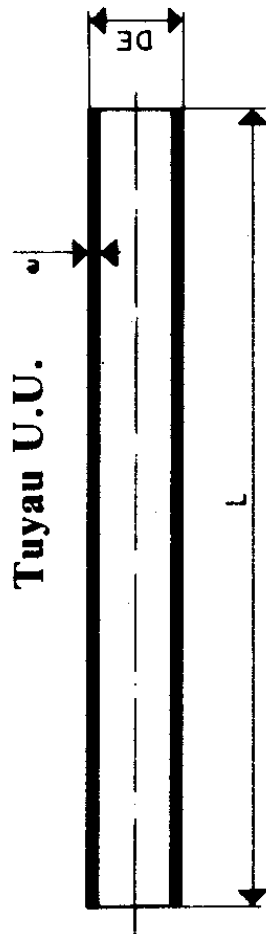
M. Mortier de ciment Portland (dosage 1/2 ciment, 1/2 sable). - B. Mastic bitumineux plastique à froid. - C. Corde goudronnée matée au cordoir. - P. Produit bitumineux coulé à chaud, durcissant ensuite.

- Tout en conservant ses principales caractéristiques, la série **S.A.** a évolué vers deux autres séries :
  - la série **E.U.** – à emboîtement et bout uni,
  - la série **U.U.** – à deux bouts lisses,
- Pour toutes ces deux séries, par rapport de la Norme NF-A- 48.720 de novembre 1983, les principales caractéristiques sont données dans les tableaux suivants :



**Tuyaux avec revêtement intérieur de protection spéciale**

Diamètre nominal DN	e mm	DE mm	Masse approximative pour une longueur utile L de :			
			3 m kg	2,65 m kg	2,5 m kg	2 m kg
50	3	58	11,6	-	9,5	7,7
75	3	83	16,8	15	-	11,4
100	3,1	110	22,7	19,8	-	15,2
125	3,2	135	30	-	25	20,5
150	3,2	160	36	-	30,5	24,5



Tuyaux avec revêtement intérieur de protection spéciale

Diamètre nominal DN	e mm	DE mm	Masse approximative pour une longueur utile L de :	
			3 m	2,85 m
			kg	kg
50	3	58	11,2	10,6
75	3	83	16,2	15,4
100	3,1	110	21,7	20,7
125	3,2	135	28,5	27
150	3,2	160	34,5	32,5
200	3,7	210	53	50
250	4,2	274	79	75
300	4,7	326	106	101

- ♦ Les caractéristiques de ce type des tuyaux sont les suivantes :

1. Longueurs :

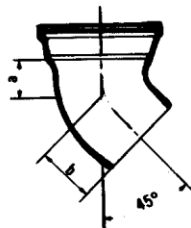
- **Pour les tuyaux E.U.** : 2.00 m ; 2.65 m ; 3.00 m (chutes préfabriquées à 2.435 m pour les immeubles de 2.50 m sous plafond) ; bouts : 0.15 m ; 0.25 m ; 0.50 m et 1.0 m ;
- **Pour les tuyaux en U.U.** – n'ayant pas d'emboîtement ils n'ont pas de longueur déterminées. On peut les couper à longueur voulue. En principe, éléments de base de 2.85 m et de 3.00 m.

A départ des tuyaux, on trouve aussi des accessoires comme en suite :

Les modèles sont sensiblement les mêmes que ceux des anciennes séries :


**Pour les tuyaux EU**

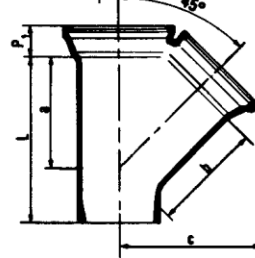
symbole 



(a)


Coudes à 20°, 45°, 67°30', 87°30'.

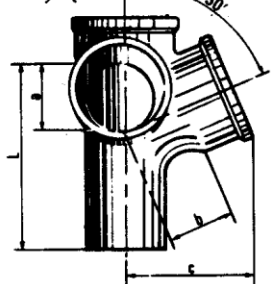
symbole 



(b)


Culottes simples et doubles à : 45°; – 67°30'.

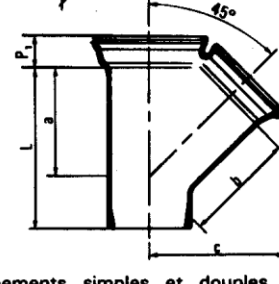
symbole 



(c)


Culottes doubles d'équerre à 67°30'

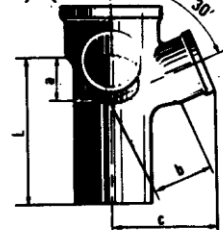
symbole 



(d)

Embranchements simples et doubles à 45°, 67°30'.

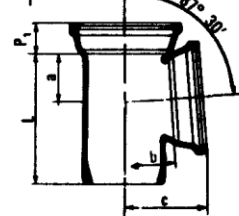
symbole 



(e)

Embranchements doubles d'équerre à 67°30'.

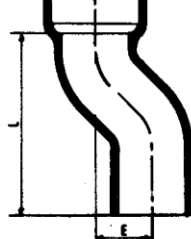
symbole 



(f)

Culottes simples à 87°30' (tés).

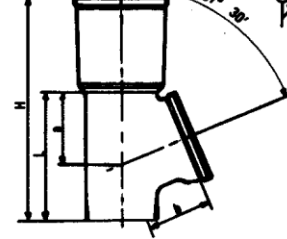
symbole 



(g)

Coudes d'étage : E = 75 mm et 150 mm.

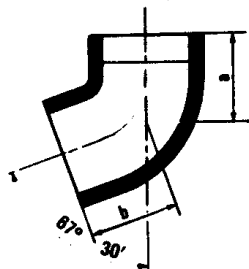
symbole 



(h)

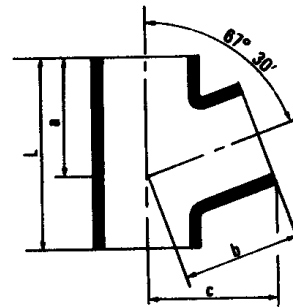
Culottes allongées à 67°30'.

**Pour les tuyaux UU**



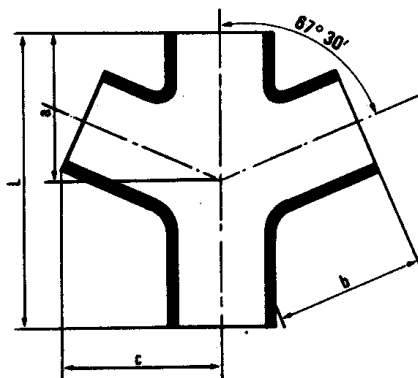
(a')

Coudes à 22°, - 45°, - 67°30', - 87°30'.



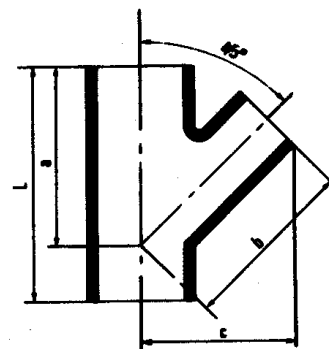
(b')

Culottes simples à 45°, - 67°30', - 87°30'.



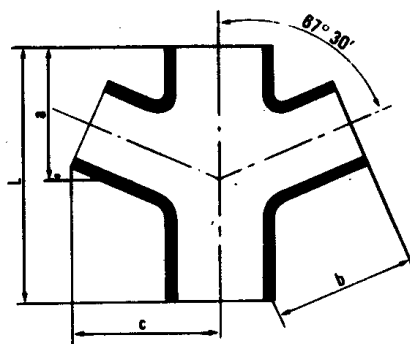
(c')

Culottes doubles à 67°30'.



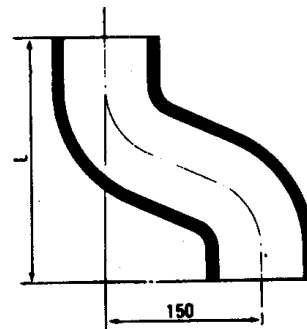
(d')

Embranchements simples à 45°; - 67°30'.



(e')

Embranchements doubles à 67°30'.



(f')

S (couche d'étage). Ecartement : E = 75 et 150 m/m

**2. Epaisseur :**

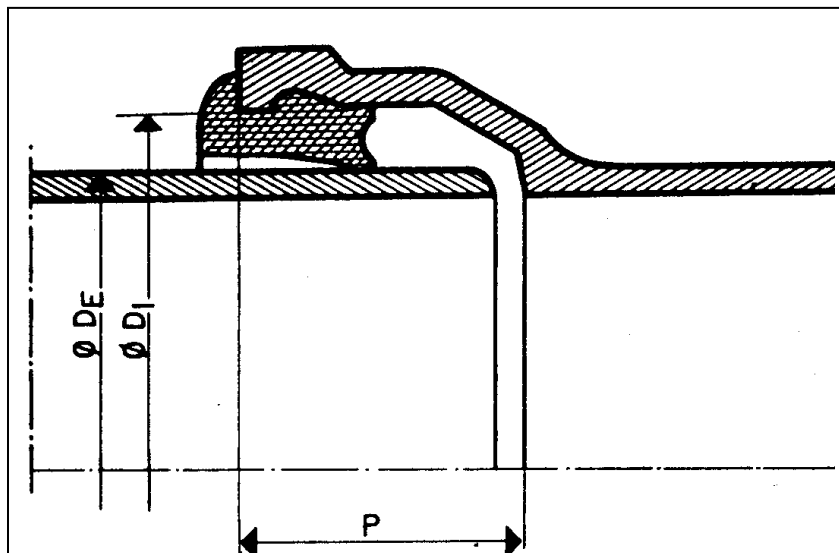
Les épaisseurs normales sont identiques dans les deux séries mais elles peuvent être légèrement réduites, au maximum 0.5 mm pour le DN : 50 à 100 mm et à 0.8 mm pour le DN : 125 à 300 mm.

**3. Revêtements :**

Sauf spécification contraire, les tuyaux et raccords en fonte sont livrés avec un revêtement extérieur appliqué en peinture antirouille, et à l'intérieur un brai-Epoxy.

**4. Joints :**

- **Pour les tuyaux type E.U.** les joints sont en élastomère. Un joint c'est un anneau d'une seule pièce constituée par deux composants différents :
  - l'un dur correspond au talon de l'emboîture,
  - l'autre souple formant lèvre, destiné à s'appliquer sur le fût de l'élément à emboîter d'une part et d'autre part à prendre appui sur la partie intérieure de l'emboîture.

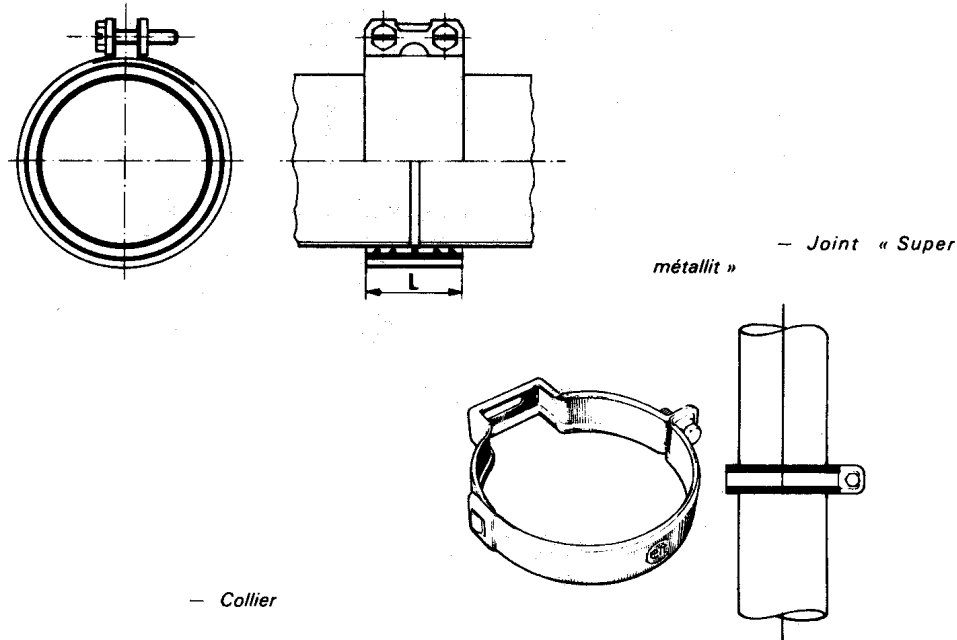


Dimensions en millimètres

Diamètre nominal DN	Diamètre extérieur du fût DE	Diamètre intérieur d'emboîtement DI	P mini
50	58 ± 2	73	35
75	83 ± 2	99	37,5
100	110 ± 2	126	40
125	135 ± 2	152	42,5
150	160 ± 2	179	45

— Dimensions d'emboîtements des joints «JC».

- **Pour les tuyaux type U.U.** un joint est essentiellement constitué par un manchon en caoutchouc fretté par un collier en acier inoxydable qui serre les extrémités des tuyaux lisses au moyen de deux vis en acier cadmié.



La face interne du manchon de joint est muni au centre d'une butée annulaire qui s'interpose entre les branches d'extrémité des bouts unis et de chaque côté, de lèvres destinées à assurer une étanchéité éprouvée à 5 bars.

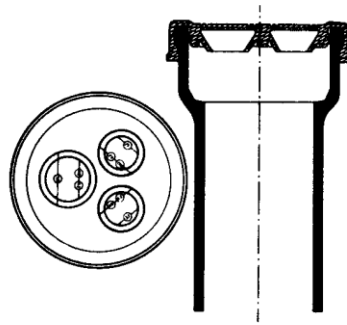
Il existe encore un modèle renforcé dit «IGH» (immeuble de grande hauteur), qui peut résister à une pression statique de 10 bars. En tous cas pour les tuyaux U.U. il est impératif d'utiliser des colliers maintenant le tuyau fermement à la paroi.

##### 5. Divers :

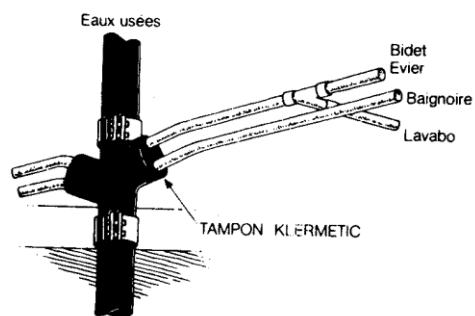
On peut ranger dans cette catégorie :

- **Les tampons de raccordement en élastomère** – qui présentent un ou plusieurs orifices de diamètres différents dont les sillons moulés en creux se découpent pour permettre le raccordement de petites évacuations. Avec ce système on peut réaliser la réception séparée d'une vidange à grand débit (par exemple : baignoire) avec deux autres évacuations séparées de petit débit (par exemple : lavabo, évier) sans craindre le désamorçage des siphons de ces appareils.
- **Manchon en fonte** – qui comporte une butée centrale et deux joints « V » automatiques en élastomère. Ce mode de jonction est utilisé pour raccorder deux éléments de tuyaux U.U. ou des coudes, culottes, embranchements, sur une chute verticale d'eaux usées.

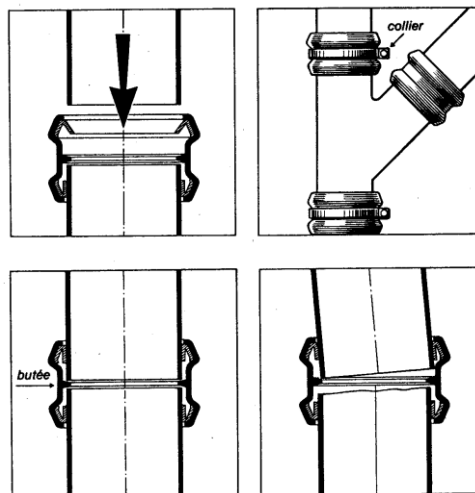
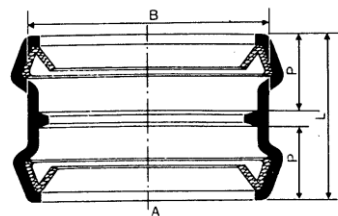
Ces deux systèmes sont présentés sur les figures suivantes :



— Tampon en «élastomère» pour plusieurs raccordements



— Raccordements sur chute UU d'eaux usées de 2 appartements.



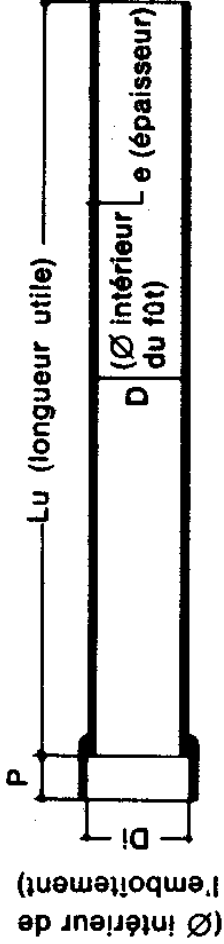
— Manchon fonte et son utilisation



I. 1. b. L'amiante-ciment

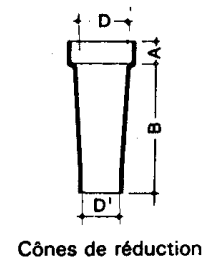
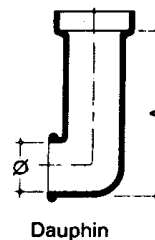
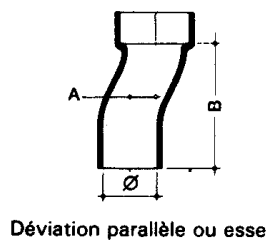
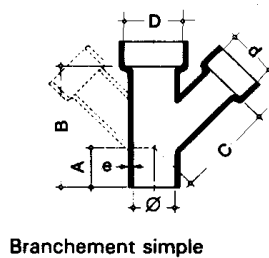
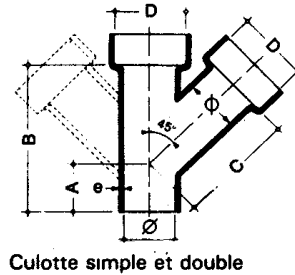
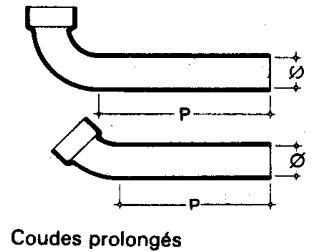
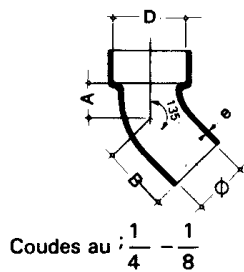
**Définition :** les tuyaux en amiante-ciment sont fabriqués par compression en présence d'eau, d'un mélange intime et homogène de ciment et de fibres d'amiante.

- ♦ D'après leur utilisation on trouve deux séries de fabrication :
  - **série bâtiment** – qui s'utilise pour toutes les chutes verticales d'eaux usées et pluviales et quelques canalisations horizontales intérieures (collecteurs), en conformité avec la norme NF-P- 16.302
  - **série assainissement** – qui est une série renforcée et allant à de très grands diamètres (100 à 1.200 mm.) destinée à des évacuations horizontales enterrées, en conformité avec la norme NF-P- 16.30

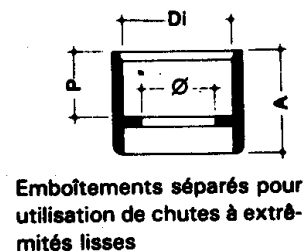
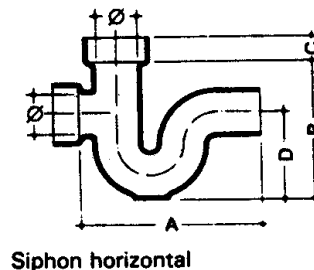
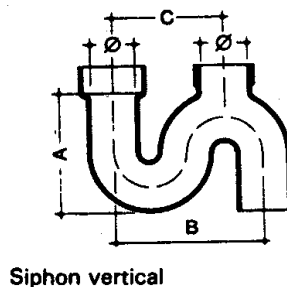
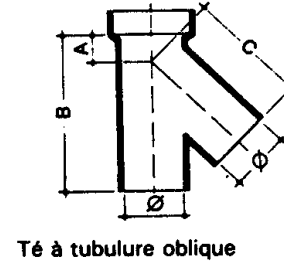
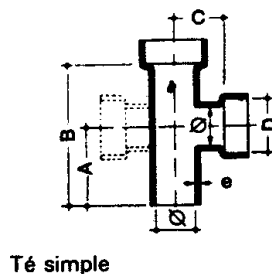
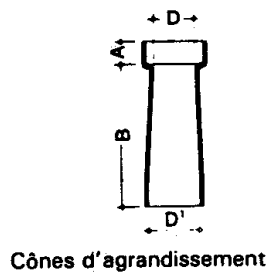


D (mm)	60	80	100	125	150	175	200	250	300	350	400	500
Section (cm <sup>2</sup> )	28.2	50.2	78.5	123	177	240	314	491	707	962	1257	1962
e (mm)	7	7	7.5	8	8	8	9	11	11.5	12	13	15
Di (mm)	92	112	133	159	184	209	242	296	351	402	451	558
Lu (mètres)	1 m - 2 m - 3 m - 4 m (le 4 m à partir du Ø 100)											
P (mm)	50	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
Poids (kg/ml)	3.4	4.4	5.8	7.4	9.2	11	13.9	21	27	33	42	64

Comme pour les tuyaux en fonte il existe une gamme importante de raccords par exemple :



#### Evacuations intérieures



- Les tuyaux de la série «bâtiment» qui nous intéressent plus spécialement sont utilisés comme :
  - descentes d'eaux pluviales,
  - descentes d'eaux usées,
  - descentes d'eaux vannes,
  - vide-ordures,
  - fourreaux,
  - raccordements particuliers,
  - conduits de fumées et de gaz brûlés,
  - ventilation et aération, etc.

▪ **Joints**

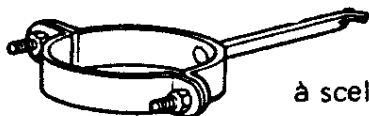
Les tuyaux en amiante-ciment s'allongent sous l'influence de l'humidité. Il est indiqué de fixer chaque tuyau par un seul collier pour les tuyaux en élévation et à 50 mm de l'emboîture. Les types des colliers sont les suivantes :

- à pointe ;
- à scellement ;
- type colliers ;

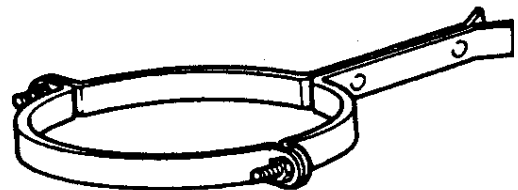
On peut illustrer ces types des colliers comme sur la figure suivante :



à pointe



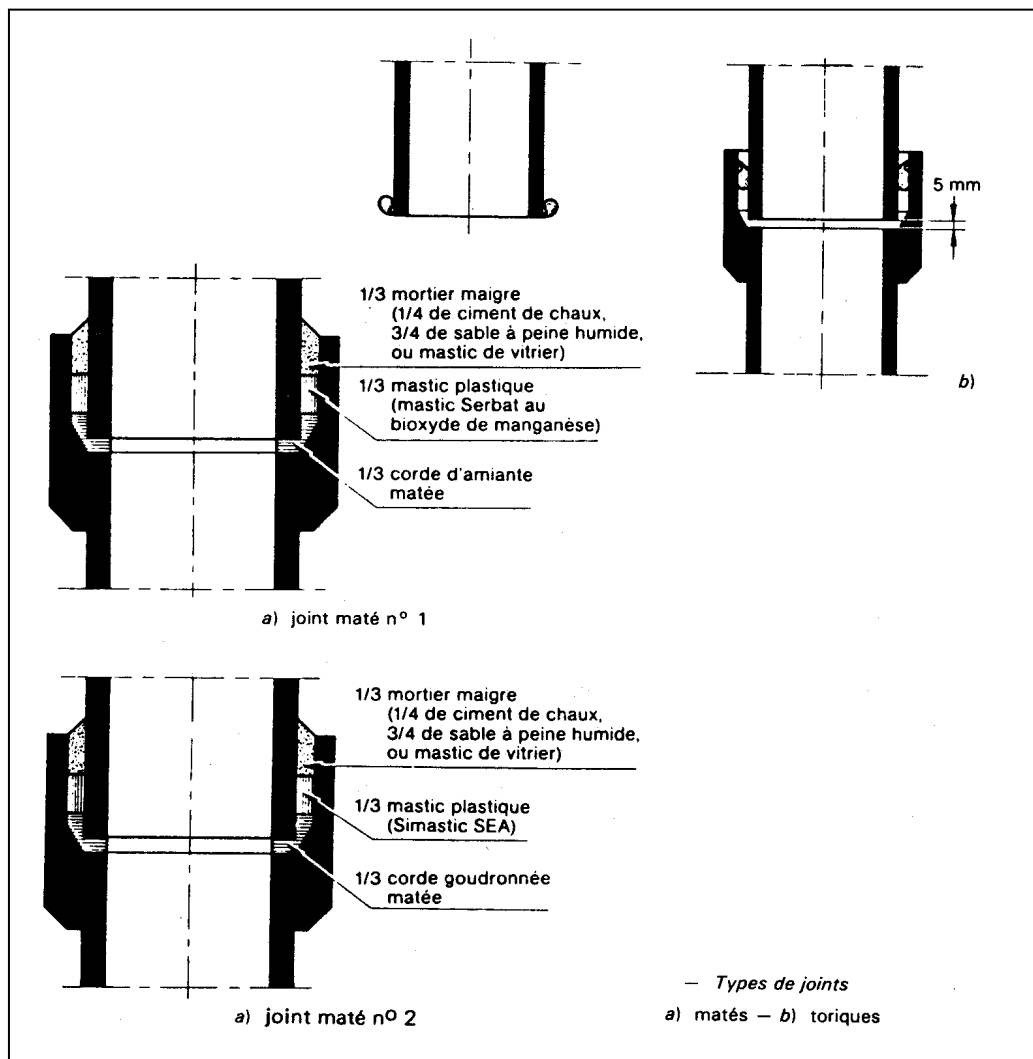
à scellement



— Colliers

On peut trouver **trois types des joints** :

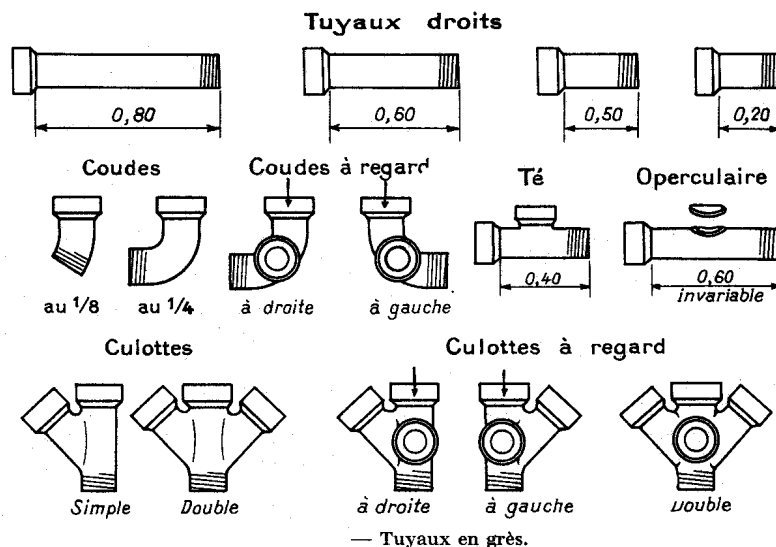
- **les joints matés du type n° 1** – qui sont indiqués pour tous usages intérieurs et extérieurs à l'exclusion de l'évacuation d'eaux usées ou pluviales, pour les bâtiments d'habitation à 1 ou 2 niveaux ;
- **les joints matés de type n° 2** – qui sont utilisés aussi pour l'évacuation d'eaux usées et pluviales mais dans les immeubles avec plusieurs niveaux ou bâtiments industriels et agricoles,
- **les joints toriques** – type toc-ring de la Sté Eternit – qui s'utilise d'habitude pour toutes les cas antérieurs et en plus pour la circulation d'air et conduits de fumées, etc. ;



### I. 1. c. Grès vernissé

**Définition :** les tuyaux en grès sont obtenus par la cuisson d'argiles plastiques qui sont en plus vernissées qu'un mince couche verre, pour créer une surface lisse, qui confère aux tuyaux les qualités suivantes :

- inconductibilité électrique,
  - inattaquabilité par les acides,
  - poli s'opposant aux incrustations, etc.
- L'avantage principal des tuyaux en grès est que sa durée de vie est indéfinie, parce que le frottement de l'eau dans la canalisation n'ayant aucune action usante sur le vernis.
  - Les principaux types de tuyaux et accessoires réalisés en grès vernissé sont donnés dans la figure suivante :

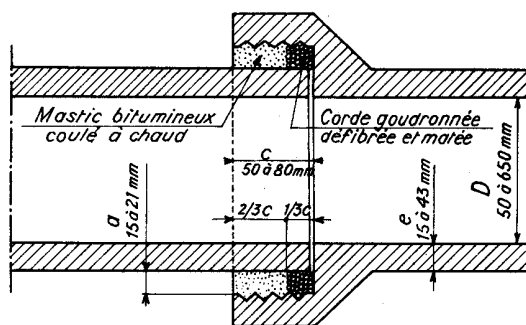


- ◆ Dans ce cas les joints sont traités de manière suivante :

**Canalisations grès - Dimensions.**

Diamètre nominal DN	Épaisseur minimale <i>e</i> (mm)	Diamètre intérieur du corps <i>D</i> Valeur minimale (mm)	Diamètre extérieur du corps <i>D<sub>1</sub></i> Valeur maximale (mm)	Diamètre intérieur de l'emboîtement <i>D<sub>i</sub></i> Valeur minimale (mm)	Espace annulaire entre tuyau et emboîtement Valeur minimale (mm)	Profondeur d'emboîtement <i>P</i> Valeur minimale (mm)	Charge de rupture à l'écrasement Valeur minimale (daN/m)
100	15	97	137	155	9	45	1500
125	16	122	164	183	9,5	50	1500
150	17	146	190	210	10	50	1800
200	20	195	248	270	11	55	2100
250	22	244	304	326	11	60	2400
300	24	294	360	384	12	60	2400
350	26	344	414	438	12	60	2600
400	29	393	472	496	12	60	2800
(450)	32	442	528	554	13	60	2800
500	35	492	584	610	13	65	3000
600	39	590	694	720	13	70	3000

(Extrait NF P 16.321)



— Joint sur tuyau en grès.

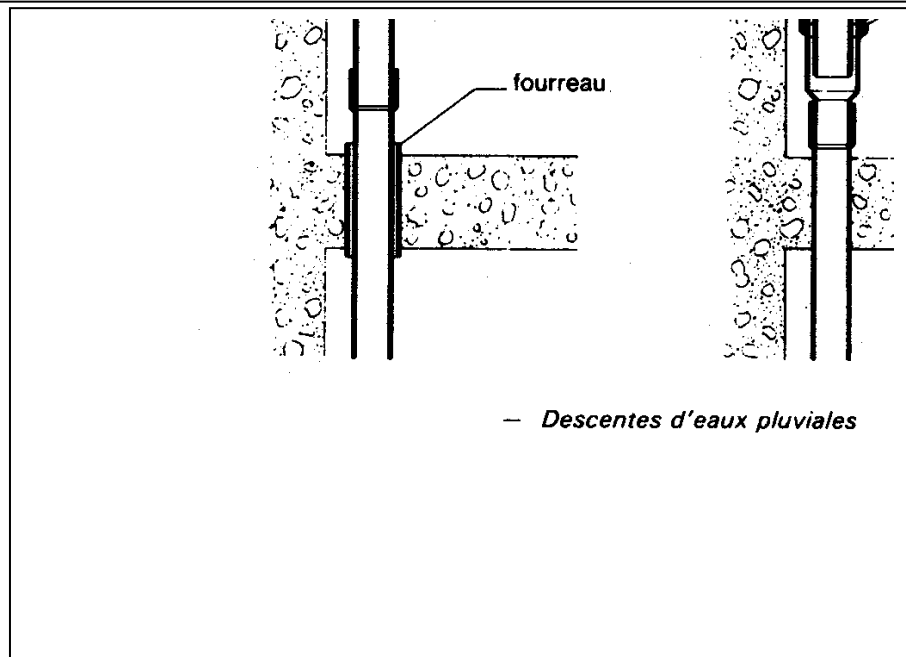
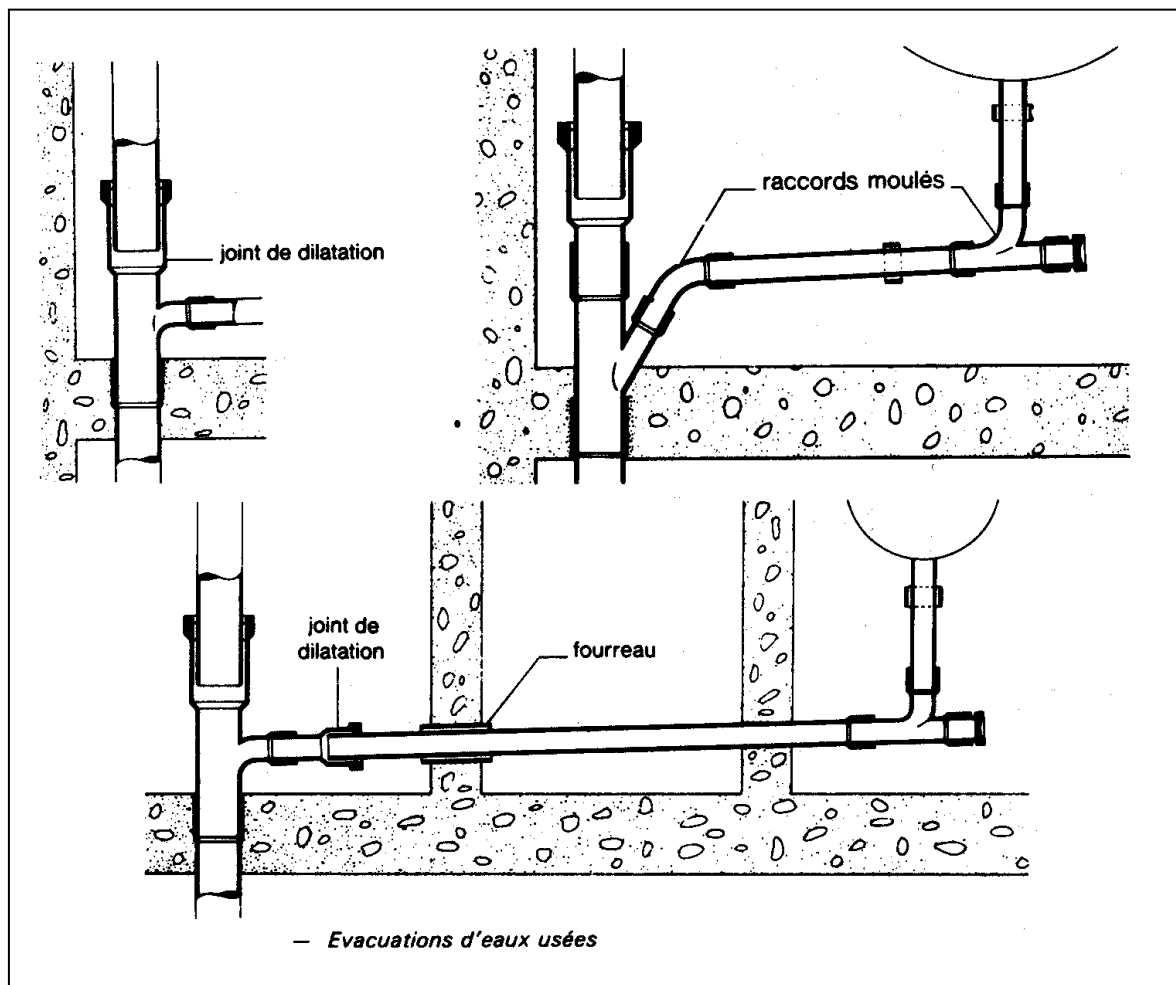
- Les tuyaux en grès vernissés qui sont posés verticalement, se brisent parfois au voisinage des emboîtements, sous l'influence des tassements du mûr auquel s'adosse la canalisation, ou sous celle de vibrations transmises par lui. Aussi leur emploi comme chute ou descentes doit-il être évité.
- L'emploi de tuyaux de grès se fait pour véhiculer n'importe quel liquide neutre ou corrosif, à condition qu'il n'ait à supporter qu'une très faible pression.

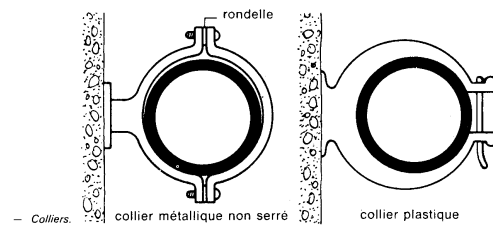
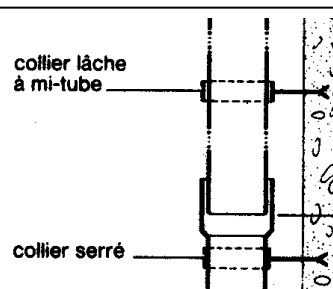
#### I.1.d. Matières plastiques

- ♦ Les tuyaux en matières plastiques (P.V.C.) ont pris une large place dans la réalisations des évacuations d'eaux usées, des chutes d'eaux pluviales, des collecteurs de faible pente en sous-sol, des ventilations secondaires, du fait de leur légèreté, de leur mise en place rapide, de leur invulnérabilité pour les transports de l'eaux, etc.
- ♦ Aussi comme les types précédentes et les tuyaux en matières plastiques sont réalisés en deux séries :
  - **série E.U.** – pour les eaux usées ;
  - **série E.P.** – pour les eaux pluviales ;
- ♦ Spécifique pour les tuyaux en matières plastiques sont les suivantes :
  - **une forte dilatation** : 0.8 mm/ mètre pour une écart de température de 10°
  - **une forte rétraction** : environ 1% (par exemple une chute d'eau de 2.50 m peut perdre 2.5 cm dans le temps),
- ♦ Dans cette cause est nécessaire d'utiliser des assemblages coulissants (manchons de dilatation à bague de joints de dilatation à lèvres) et des colliers de fixation non serrés à fond.

Les canalisations réalisées en matières plastiques, peuvent être des types suivants :

  - **Descentes d'eaux usées** – chaque raccord doit comporter à sa partie supérieure un joint de dilatation pouvant être incorporé au raccord lui – même ;
  - **Descentes d'eaux pluviales intérieures** – traversées des planchers. La descente doit traverser le plancher sous fourreau. Dans le cas où elle serait bloquée dans le plancher par un branchement, il doit être prévu un joint de dilatation à chaque niveau ;
  - **Descentes d'eaux pluviales extérieurs** – dans ce cas les joints des descentes ne doivent être garnis de colle. Aussi le collier situé à mi-tube doit être lâche et seul celui placé sous la tulipe doit être serré ;
- ♦ **Colliers de fixation** – ils ne doivent jamais être serrés à fond afin de permettre un léger glissement, sauf dans le cas d'exécution de points fixes.
  - **Assemblages** – on distingue deux types d'assemblage :
    - **fixes** – ils sont obtenus par emboîtements collés à l'aide d'adhésifs à solvant fort,
    - **démontables** – qui peuvent être : brides et collets (brides folles) raccords à joint préformé (coulissant)





**Tableau des épaisseurs nominales (minimales)  
des tubes en fonction de leur utilisation**

Nature des effluents	Eaux usées Eaux vannes		Eaux usées Eaux vannes Eaux pluviales	
Situation	au-dessus du sol		en sous-sol	
Nature de la pose	aérienne		aérienne	
Assemblages	collés ou à bague de joint		collés ou à bague de joint	
DN	diamètre	épaisseur	diamètre	épaisseur
16				
20				
25				
32	32	3,0		
40	40	3,0		
50	50	3,0		
63	63	3,0		
75	75	3,0		
90	90	3,0		
100	100	3,0		
110	110	3,0		
125	125	3,0		
140	140	3,0		
160	160	3,5		
200	200	4,7		
250			250	6,1
315			315	7,7
400			400	9,8
500			500	12,3
630			630	15,4
710			710	17,4



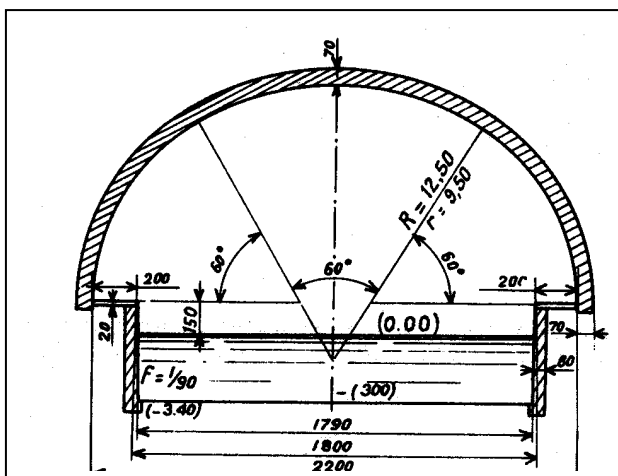
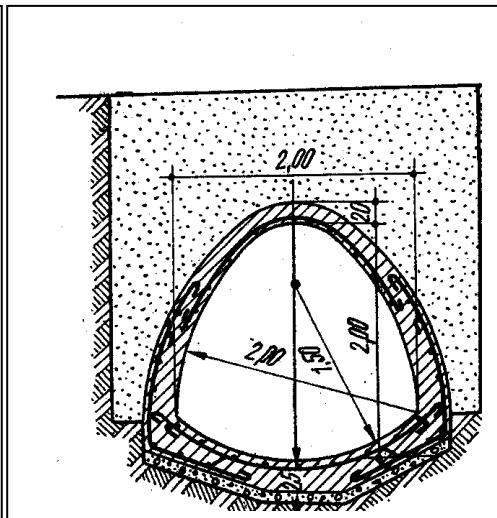
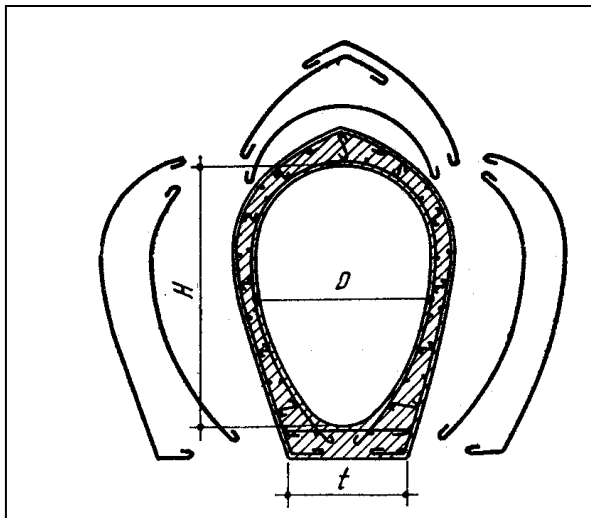
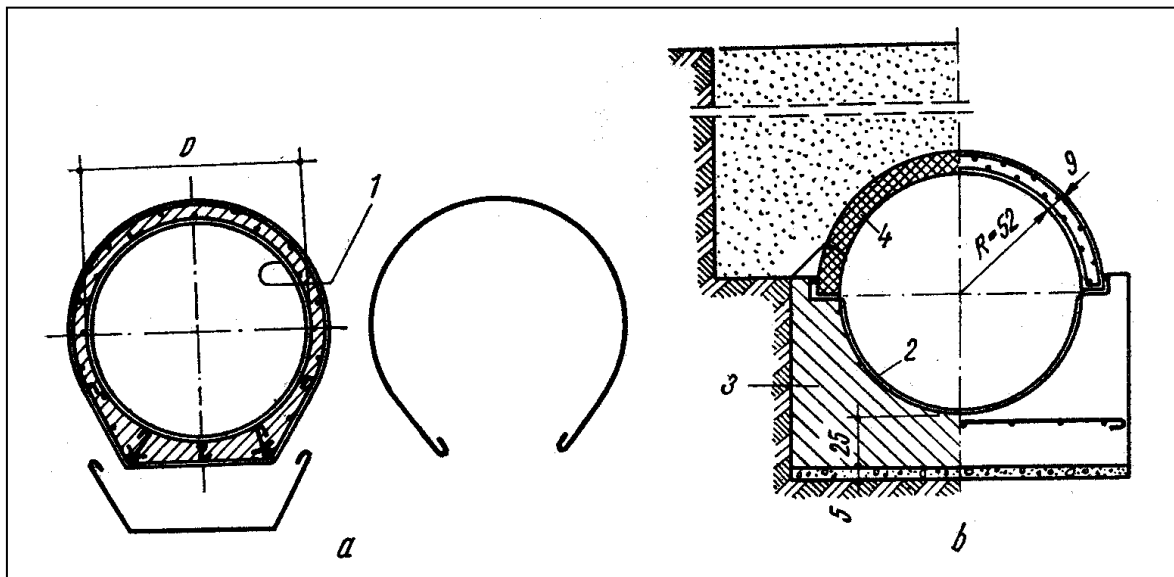
**I.1.e. Autres matériaux**

- **L'emploi du zinc** – est pratiquement réservé à la réalisation des gouttières et des descentes d'eaux pluviales extérieures. Il se présente sous forme de tuyaux légèrement tronconique pour faciliter l'emboîtement, de 2.00 m longueur ; à un diamètre de 80-100-110 mm et à une épaisseur de 0.56-0.66-0.82 mm.
- **Les tubes en acier** – conviennent aussi bien que les matériaux précédents pour établir les chutes et les descentes d'eaux ménagères. Dans ce cas les joints s'effectuent soit au moyen de manchons en fonte avec deux bagues de caoutchouc, soit au moyen des raccords filetés, soit par soudure autogène. Dans ce cas on doit prévoir un film intérieur contre l'oxydation et extérieur aussi.
- **Les tubes en cuivre** – comme le cuivre est devenu d'un prix très élevé n'est plus guère utilisé en chutes. On le réserve à certaines constructions très soignées qui par exemple comportent par ailleurs une couverture elle-même en cuivre.
- **Les tubes en plomb** – dans l'établissement des évacuations le tuyau en plomb constitue un matériau de premier ordre. Tout d'abord il présente une surface intérieure lisse et qui se conserve en raison d'inaltérabilité du métal vis-à-vis des eaux usées. De plus dans ce cas les joints réalisés par soudure, présentent une étanchéité excellente et durable.

**Les tubes en béton armé**

**Définition** – le béton armé est un matériau composé par un mélange des différents granulats (sables et graviers), en présence de l'eau de gâchage et parfois de l'autres adjuvants.

- Pour réaliser les tubes en béton on doit faire un coulage dans moules qui sont centrifugé, et pour agrandir leur résistance mécaniques, les tubes sont renforcées avec des armatures d'acier.
- Les tuyaux en béton armé sont d'habitude utilisées pour les canalisations de grandes diamètres comme sont par exemple les égouts collecteurs d'un ville.
- Les problèmes spécifiques pour ces tubes sont :
  - leur poids est grande et nécessite outillages pour montage ;
  - les joints pour être étanchés nécessitent traitements spéciaux ;
  - par rapport de la nature de l'eaux collectes, parfois elles nécessite protection de la surface intérieure ;
- La section de ces tubes peut être comme sur les figures suivantes :



## I. 2. LA RESEAU D'ASSAINISSEMENT A L'INTERIEUR D'UN BATIMENT

### I. 2. a. Définition des termes

Pour pouvoir étudier une réseau d'assainissement, on doit établir première fois, la signification des termes suivants:

- **Les chutes** - reçoivent exclusivement les évacuations des W.C.
- **Les descentes** - d'eaux ménagères reçoivent exclusivement les évacuations : d'éviers, d'appareils de toilette, de buanderie et d'urinoirs.
- **Chutes unique** – servent à l'évacuation des appareils de toute nature existant dans un immeuble.
- **Descendante pluviale** – servant à évacuer les eaux de pluie.
- **Collecteur d'appareils** – canalisation d'allure horizontale recueillant les eaux usées et raccordant les différents appareils sanitaires aux tuyau de chute.
- **Collecteur principal** – canalisation d'allure horizontale collectant les différentes chutes et tuyaux descendants d'un bâtiment pour le conduire à l'égout public.
- **Branchement d'égout** – galerie souterraine reliant l'égout public à la propriété et permettant la visite du collecteur.
- **Siphon** – dispositif obturateur hydraulique dont le rôle est d'empêcher la communication de l'air vicié des égouts avec l'air des locaux habités, sans gêner pour cela l'évacuation des liquides et des matières.
- **Garde d'eau** – hauteur d'eau tenue en réserve dans le siphon et formant une fermeture hydraulique.
- **Ventilation** – partie de tuyauterie prolongeant les tuyaux d'évacuation verticaux en les mettant en communication libre avec l'atmosphère.
- **Ventilation secondaire** - tuyau amenant l'air nécessaire pendant les évacuations et empêchant l'aspiration de la garde d'eau des siphons.

En principe, une canalisation doit respecter les règles suivantes :

- **Evacuation des eaux** – les canalisations d'évacuation des eaux doivent assurer l'évacuation rapide et sans stagnation (en dehors des siphons) des eaux de la pluie et des eaux usées chargées des déchets, provenant des appareils sanitaires.
- **Les parois intérieures** – doivent être lisses pour éviter l'arrêt des poussières et déchets.

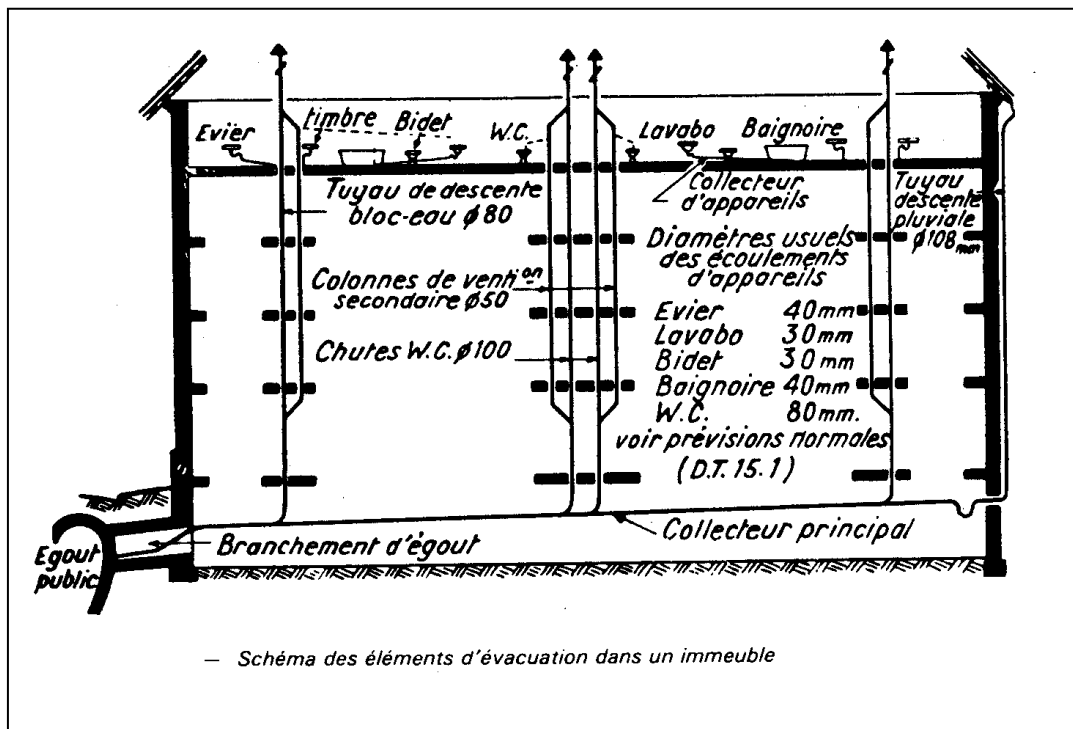
- **Les diamètres** – doivent être choisis suffisant pour les débits à assurer, mais suffisamment petits pour que les parois soient lavées.
- **Les coudes** - de changement de direction doivent avoir un rayon suffisant pour ne pas freiner l'évacuation.

### I. 2. b. Les parties composantes d'une réseau d'assainissement

On distingue d'habitude dans un réseau intérieur d'évacuation les suivantes éléments composants :

- a) **branchements** – pour chaque appareil d'utilisation,
- b) **collecteurs d'appareils** – qui sont des canalisations d'allure horizontale sur lesquelles se raccordent les branchements,
- c) **canalisations verticales** – faisant suite aux collecteurs :
  - les descentes d'eaux ménagères reçoivent les décharges d'éviers, lavabos, douches, baignoires, bidets, urinoirs, etc.
  - les chutes desservent uniquement des W.C.
  - les chutes uniques assurent à la fois les fonctions de descentes et de chutes (dans ce cas avec ventilation secondaire obligatoire).
- d) **collecteurs principaux** – qui sont canalisations d'allure horizontale recueillant, en cave, les descentes des chutes,
- e) **ventilation primaire et secondaire** – pour assurer l'aération de réseau ;
- f) **branchement d'égout** – pour diriger toutes les eaux collectées vers la station de traitement ;

On peut illustrer tous ces éléments comme dans la figure suivante :



**I. 2. c. Calcul de débit d'un branchement**

- Chaque appareil sanitaire est raccordé à la réseau d'évacuation des eaux usées, par l'intermédiaire d'un **branchement**.
- D'habitude ce branchement est prévu avec un **siphon hydraulique** qui est posé à la sortie de chaque appareil pour intercepter la communication entre l'atmosphère des locaux et l'air vicié des canalisations.
- Cependant, l'efficacité d'un siphon réside dans sa **garde d'eau**. Il convient donc de combattre les causes susceptibles de provoquer la disparition de cette dernière par :
  - Fuite à la partie inférieure du siphon, par exemple au bouchon de dégorgement ; dans ce cas le remède d'assurer l'étanchéité,
  - Evaporation de l'eau, souvent constatée après une longue période de non-occupation des locaux. Comme mesure on peut introduire un peu d'huile recouvrant l'eau, éviterait l'évaporation de l'eau ;
  - Refoulement (ou aspiration) de l'eau, provoquée par l'apparition momentanée, dans le branchement d'évacuation d'une surpression (ou d'une dépression).
- Comme règle générale, est établis que le diamètre du branchement d'un appareil est égal au diamètre du siphon de cet appareil.
- Ces diamètres sont fixés par rapport des observations statistiques et sont donnés pour chaque type d'appareil.
- En conformité avec la norme NF-P- 41.201, dans le tableau suivant sont indiqués les diamètres minimaux des siphons d'appareils, ce qui revient à fixer les diamètres des branchements, presque toujours égaux à ceux des siphons.

**Extrait du tableau**

DÉSIGNATION DES APPAREILS	DIAMÈTRE INTÉRIEUR MINIMUM DU SIPHON (mm)	DÉBIT DE BASE (l/s)
Bidet, bain de pieds.....	30	0,50
Lavabo .....	30	0,75
Evier, bac à laver, plonge ordinaire....	40	0,75
Réceptacle à douche.....	40	0,50
Baignoire .....	40	1,50
Urinoir .....	50	1,00
Water-closet à chasse directe.....	80	1,50
Water-closet à section siphonique.....	60	

**I. 2. d. Calcul de diamètre d'un collecteur d'appareils**

- Un collecteur d'appareils doit ramasser les eaux usées qui proviennent de tous les branchements qui se trouvent sur même niveau ou étage d'un bâtiment, pour le diriger vers une descente verticale.
- Comme d'habitude au niveau d'un étage on trouve toujours plusieurs appareils de même type, on peut grouper ces appareils pour trouver un diamètre nécessaire pour tous les appareils de même type. Pour ça on utilise aussi les observations statistiques qui sont centralisées dans un tableau :

**Extrait de la norme P-41.201**

NATURE ET NOMBRE N DES APPAREILS	DIAMÈTRES (en mm)		
	Chute ou descente		Colonne de ventilation secondaire
	Sans ventilation secondaire	Avec ventilation secondaire	
<b>Lavabos ou bidets :</b>			
$N \leq 3$	50	50	20
$4 \leq N \leq 7$	60	50	20
$8 \leq N \leq 15$	80	60	30
$N > 15$	90	80	40
<b>Eviers ou timbres :</b>			
$N \leq 3$	80	80	30
$4 \leq N \leq 12$	90	80	30
$N > 12$	100	90	40
<b>Baignoires :</b>			
$N \leq 3$	80	60	40
$4 \leq N \leq 7$	80	80	40
$8 \leq N \leq 15$	90	80	40
$N > 15$	100	90	50
<b>Water-closet à chasse directe :</b>			
$N \leq 3$	90	90	40
$N > 3$	100	100	50
<b>Appareils de toutes natures possédant, sauf les W.-C., une ventilation secondaire et s'évacuant dans une chute unique.</b>	—	100	—

En practice on peut trouver deux cas différents :

- **en cas d'appareils pareilles**, on doit choisir du ce tableau le diamètre qui corresponde au numéro des appareils existant et cela reste comme diamètre du collecteur ;
- **en cas d'appareils de différentes natures**, on doit calculer la section équivalente de chaque type, pour peut faire la somme des tous les appareils et après ça on doit suivre la procédure d'appareils pareils ;

□ Par exemple : si on veut déterminer le diamètre d'une descente recevant :

**2 baignoires + 2 bidets + 5 lavabos = 9 appareils ;**

on doit calculer première fois les diamètre équivalentes avec les relations :

- pour 7 lavabos on trouve une section :  $\frac{\pi \times 60^2}{4}$  ;

- pour 7 baignoires on trouve une section :  $\frac{\pi \times 80^2}{4}$

- il résulte qu'un lavabo ou un bidet équivaut à :  $\frac{60^2}{80^2}$

donc 0,57 baignoire et dans ce cas on a :

**2 + 7 X 0,57 = 5,99 baignoires ;** et pour cette valeur on doit choisir par le tableau un diamètre de 80 mm.

### **I. 2. e. Calcul de diamètre d'une descente verticale**

- Une descente verticale doit ramasser pendant la hauteur de bâtiment tous les collecteur d'appareils du chaque niveau ou étage.
- Alors, première fois on doit fait la somme des débits de base, par rapport de tableau de débit de chaque appareil, pour toutes les appareils de bâtiment ;
- Après ça, cette somme est ensuite multipliée par un coefficient de simultanéité

$$k < 1 ;$$

- (k) peut être déterminé en fonction du nombre (x) d'appareils collectés dans tout le bâtiment, par la formule suivante :

$$k = \frac{1}{\sqrt{x-1}} ;$$

- Pour les descentes des eaux pluviales, on doit prendre en calcul 0,05 l/s pour chaque mètre carré de la surface drainée et avec ce débit on peut choisir du tableau le diamètre nécessaire ;

### I. 2. f. Relations de calcul hydraulique

- Une relation entre le débit, la pente et le diamètre pour les canalisations, est donnée par l'expression suivante due à **Bazin** :

$$U = \frac{87 \times \rho \times \sqrt{i}}{\sqrt{\rho + \gamma}}$$

dans cette relation on trouve :

$\gamma$  - représente le **coefficient de rugosité**, qui tient compte de la nature des parois, et qui peut avoir les suivantes valeurs : 0.06, 0.16, 0.46, 0.85, 1.30, 1.75 ;

$i$  - est **la pente** de canalisation, qui doit être telle qu'au passage du débit maximal, la vitesse de l'eau soit comprise entre 0.60 m/s et 3 m/s, la valeur optimal avoisinant 1.50 m/s ;

$\rho$  - on considère comme **rayon hydraulique** et il est déterminé avec :

$$\rho = \frac{s}{\psi} \quad \text{où on trouve :}$$

$s$  - section mouillée,

$\psi$  - périmètre mouillé,

$\rho$  - varie avec la hauteur de remplissage dans la canalisation ;

- Dans le cas d'une section circulaire de rayon «r» coulant à section pleine ou à demi-section,  $\rho$  est égal à :

$$\frac{\pi \times r^2}{2 \times \pi \times r} = \frac{r}{2}$$

- Pour une canalisation demi-pleine, avec  $\gamma = 0.16$ , on peut utiliser le tableau ci-dessous, en buts suivants :
  - si on connaît la pente et le débit d'un collecteur on peut fixer le diamètre nécessaire ;
  - si on connaît le débit et le diamètre on peut choisir la pente nécessaire ;
  - si on connaît la pente et le diamètre on peut déterminer le débit qui peut être transporter ;



**Débits calculés suivant la formule de Bazin**  
avec  $\gamma = 0,16$  (canalisations remplies à demi-section)

DIAMÈTRES (mm)	PENTES EN CENTIMÈTRES PAR MÈTRE ( $i \times 10^3$ )						
	0,5	1	2	3	4	5	6
75	0,86	1,22	1,72	2,10	2,43	2,71	2,97
90	1,42	2,01	2,84	3,48	4,02	4,49	4,92
100	1,83	2,59	3,66	4,48	5,18	5,79	6,34
120 (a)	3,13	4,43	6,26	7,67	8,86	9,90	10,8
135	4,32	6,11	8,65	10,6	12,2	13,7	15,0
150	5,76	8,14	11,5	14,1	16,3	18,2	19,9
162	7,11	10,1	14,2	17,4	20,1	22,5	24,6
175	8,77	12,4	17,5	21,5	24,8	27,7	30,4
200	12,6	17,8	25,2	30,9	35,6	39,8	43,6 (b)
225	17,3	24,5	34,6	42,4	49,0	54,8	60,0
250	23,1	32,7	46,2	56,6	65,3	73,1	80,0
300	37,6	53,2	75,2	92,1	106 (b)	119	130
DIAMÈTRE (mm)	DÉBITS EN LITRES PAR SECONDE						
Ligne à échelons aa : les débits placés au-dessus correspondent à des vitesses inférieures à 0,60 m/s. Ligne à échelons bb : les débits placés en dessous correspondent à des vitesses supérieures à 3,00 m/s.							

### I. 2. g. Calcul de diamètre d'un collecteur général

- Un collecteur général ne peut pas être utilisé en plein section parce que il doit garder une partie libre pour empêcher l'effet du piston hydraulique en réseau, et alors il est calculé seulement à 1/2 ou 7/10 de section avec les relations suivantes :
  - pour les sections coulant en 1/2 de la section la vitesse doit rester même :
 
$$u_1 = u_{1/2} ; \quad \text{et alors on a :}$$

$$Q_1 = 2 \times Q_{1/2}$$
  - pour les canalisations coulant remplies à la 7/10 de leur hauteur il y a :
 
$$U_{7/10} = 1,105 \times U_{1/2}$$

$$Q_{7/10} = 1,65 \times Q_{1/2}$$

$$S_{7/10} = 0,75 \times S_1 = 1,50 \times S_{1/2}$$
- Dans ce cas on utilise pour dimensionnement des collecteurs un tableau comme ci-dessous :

Formule de Bazin

Tableau à lecture directe donnant le débit connaissant le diamètre de la canalisation et sa pente

$$u = \frac{87 \rho \sqrt{i}}{\sqrt{\rho + \gamma}} \quad (Q = S \times u)$$

avec  $\gamma = 0,16$  et pour les canalisations remplies à mi-hauteur

DIAMÈTRE (en mm)	SECTION TOTALE (en cm²)	PENTES EN CENTIMÈTRES PAR MÈTRE (i × 10³)										
		3	4	5	6	7	8	9	10	12	16	20
		(a)										
30	7,07	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,32	0,37	0,42
35	9,62	0,25	0,29	0,32	0,35	0,38	0,41	0,43	0,46	0,50	0,58	0,65
40	12,57	(a) 0,36	0,42	0,47	0,51	0,56	0,59	0,63	0,66	0,73	0,84	0,94
45	15,90	0,51	0,59	0,65	0,72	0,77	0,83	0,88	0,92	1,01	1,17	1,31
50	19,63	0,68	0,79	0,88	0,96	1,04	1,11	1,18	1,24	1,36	1,57	1,76
54	22,90	0,84	0,97	1,09	1,19	1,29	1,38	1,46	1,54	1,69	1,95	2,18
55	23,76	0,89	1,03	1,15	1,26	1,36	1,45	1,54	1,62	1,78	2,05	2,29
60	28,27	1,13	1,31	1,46	1,60	1,73	1,85	1,96	2,07	2,26	2,61	2,92
67	35,26	1,54	1,78	1,98	2,17	2,35	2,51	2,66	2,81	3,07	3,55	3,97
70	38,48	1,74	2,00	2,24	2,46	2,65	2,83	3,01	3,17	3,47	4,01	4,48
75	44,18	2,10	2,43	2,71	2,97	3,21	3,43	3,64	3,84	4,20	4,85	5,43
80	50,27	2,51	2,90	3,24	3,55	3,84	4,10	4,35	4,59	5,03	5,80	6,49
90	63,62	3,48	4,02	4,49	4,92	5,31	5,68	6,03	6,35	6,96	8,03	8,98

DÉBITS EN LITRES PAR SECONDE

DÉBITS EN LITRES PAR SECONDE

		PENTES EN CENTIMÈTRES PAR MÈTRE ( $i \times 10^3$ )										
DIAMÈTRE (en mm)	SECTION TOTALE (en cm <sup>2</sup> )	0,2	0,5	1	2	3	4	5	6	8	10	12
			(a)									
94	69,40	1,01	1,60	2,27	3,21	3,93	4,53	5,07	5,55	6,41	7,17	7,85
100	78,54	1,16	1,83	2,59	3,66	4,48	5,18	5,79	6,34	7,32	8,18	8,96
108	91,61	1,48	2,35	3,32	4,70	5,75	6,64	7,42	8,13	9,39	10,5	11,50
120	113,1	1,98	3,13	4,43	6,26	7,67	8,86	9,90	10,8	12,5	14,0	15,3
125	122,7	2,21	3,50	4,95	7,00	8,58	9,91	11,1	12,1	14,0	15,7	17,1
135	143,1	2,73	4,32	6,11	8,65	10,6	12,2	13,7	15,0	17,3	19,3	21,2
150	176,7	3,64	5,76	8,14	11,5	14,1	16,3	18,2	19,9	23,0	25,7 (b)	28,2
162	206,1	4,49	7,11	10,1	14,2	17,4	20,1	22,5	24,6	28,4	31,8	34,8
175	240,5	5,55	8,77	12,4	17,5	21,5	24,8	27,7	30,4	35,1	39,2	43,0
200	314,2	7,97	12,6	17,8	25,2	30,9	35,6	39,8	43,6	50,4	56,3	61,7
225	397,6	11,0	17,3	24,5	34,6	42,4	49,0	54,8	60,0	69,3	77,5	84,9
250	490,9 (a)	14,6	23,1	32,7	46,2	56,6	65,3	73,1	80,0	92,4	103	113
300	706,9	23,8	37,6	53,2	75,2	92,1	106 (b)	119	130	150	168	184

Débits en litres par seconde

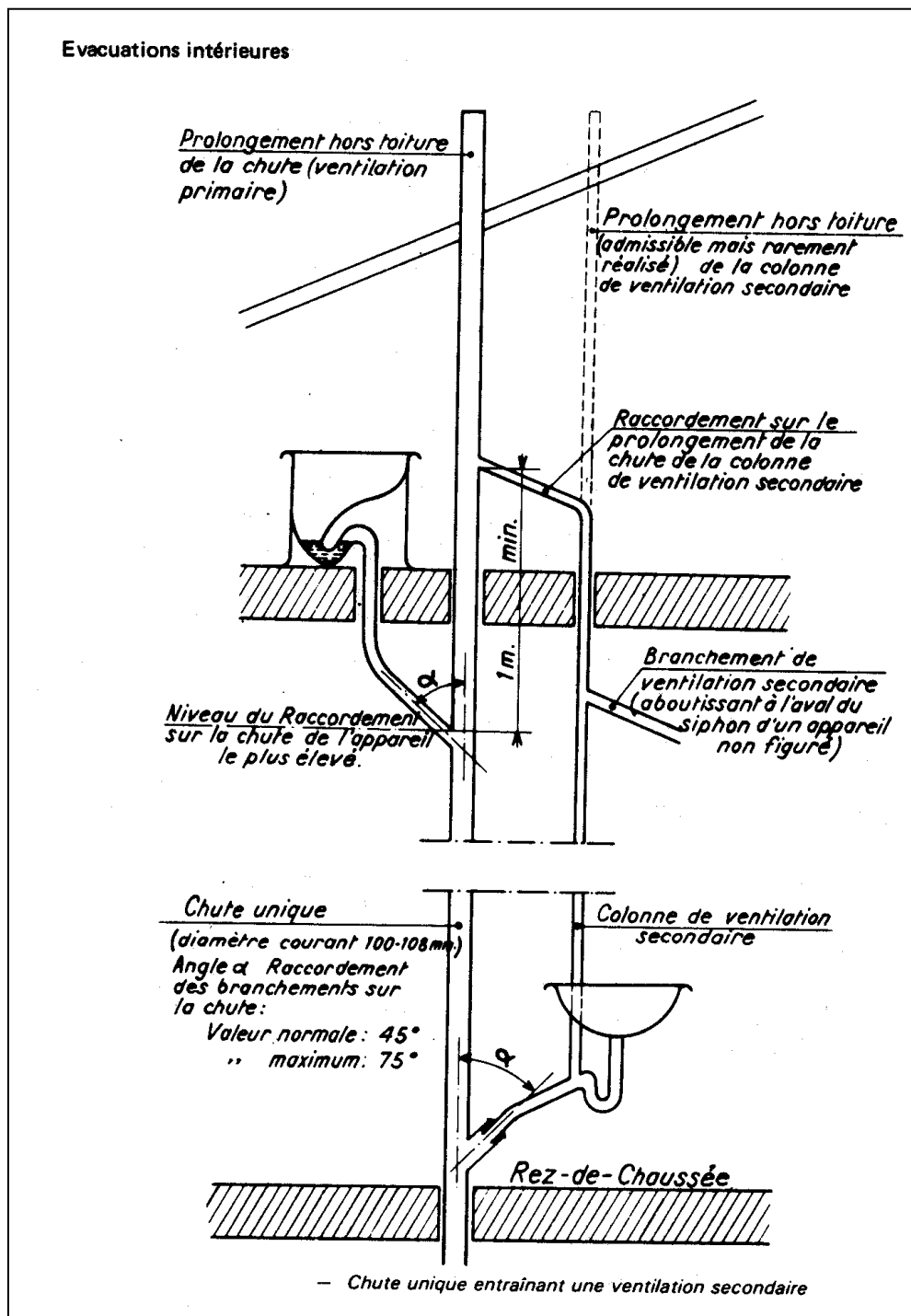
— Débit pour canalisation remplie à mi-hauteur :  $Q$ ,  
— Débit pour canalisation remplie aux 7/10 :  $Q_7 = 1,65 Q$   
— Débit pour canalisation coulant à pleine section :  $Q_0 = 2Q$ ,  
Lignes à échelons : repérage des limites inférieure et supérieure des vitesses (voir observations C).

DÉBITS EN LITRES PAR SECONDE

- Débit pour canalisation remplie à mi-hauteur :  $Q$ ,
- Débit pour canalisation remplie aux 7/10 :  $Q_1 = 1,65 Q$ ,
- Débit pour canalisation coulant à pleine section :  $Q_2 = 2Q$ ,
- Lignes à échelons : repérage des limites inférieure et supérieure des vitesses (voir observations C).

### I. 2. h. La ventilation primaire d'une canalisation

**Définition :** la ventilation primaire d'une chute ou d'une descente consiste à prolonger la canalisation au-dessus des appareils desservis pour la faire déboucher hors-toiture, comme sur le schéma suivant :

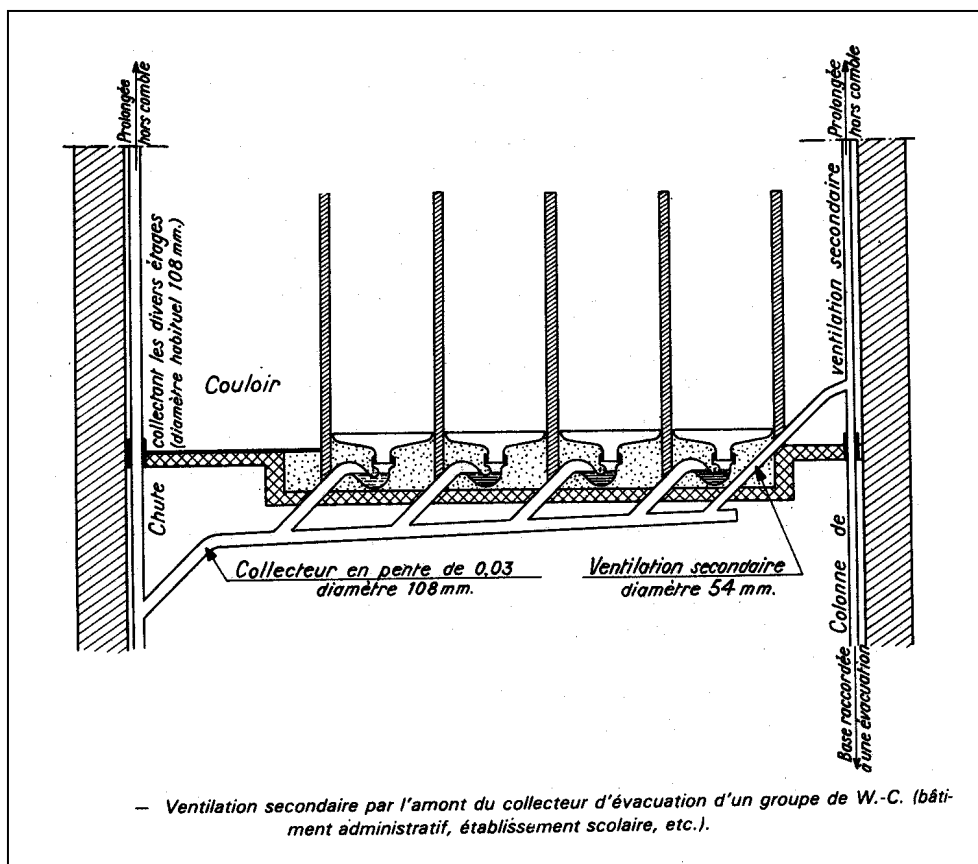
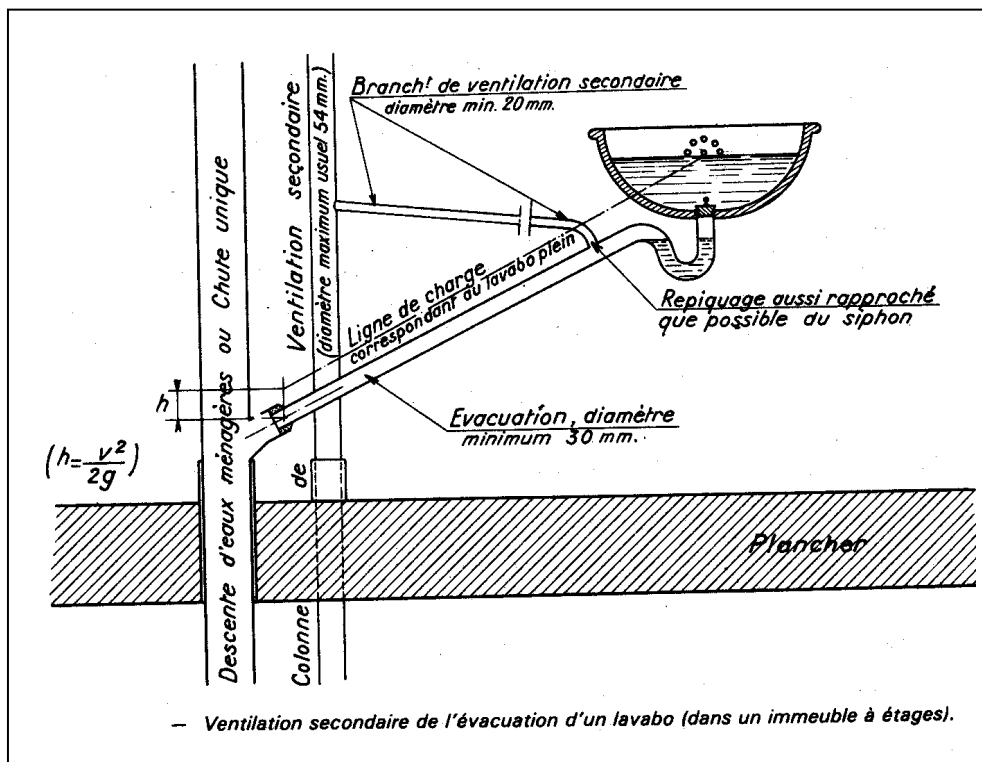


- Les tuyaux de chute et de descente d'eaux ménagères doivent être prolongés en ventilation primaire **dans leur diamètre** jusqu'à l'air libre et au-dessus des locaux habités.
- L'avantage principal offert par la ventilation primaire réside dans l'accélération du mouvement de l'eau, d'où diminution des risques d'obstruction.
- Pour comprendre son influence, on doit connaître que la masse d'eau remplace dans la canalisation un égal volume de l'air, et son mouvement exige donc que l'air puisse s'échapper, ce dernier rencontre généralement une issue vers la bas, mais sort également par le haut quand la ventilation primaire existe.
- Dans ce cas, l'établissement de la ventilation primaire apparaît donc indispensable au fonctionnement correct des évacuations verticales.
- La ventilation primaire des chutes et descentes d'eaux ménagères présente encore un avantage hygiénique important : celui de contribuer à ventiler l'égout public.

### **I. 2. i. La ventilation secondaire d'une canalisation**

**Définition :** un dispositif de ventilation secondaire s'oppose aux effets de refoulement (ou aspiration) de l'eau, provoquée par l'apparition momentanée, dans le branchement d'évacuation d'une surpression (ou d'une dépression), et ce résultat s'obtient en reliant le branchement d'évacuation directement à l'atmosphère par un tube de faible diamètre.

- Dans son rôle d'équilibreur de pression, ce tube laisse échapper de l'air vicié quand se manifestent des surpressions intérieures, mais pour éviter de créer une traversée de toiture supplémentaire, on raccorde le plus souvent la ventilation secondaire à la ventilation primaire de la chute, comme dans le schéma précédente.
- L'air circulant dans les canalisations de ventilations secondaires contient de nombreux gaz, dont certains (ammoniac, acide sulfhydrique) sont malodorants et même nocifs, et alors on doit utiliser :
  - une étanchéité rigoureuse,
  - une grande souplesse de pose,
- Un dispositif de ventilation secondaire est composée d'habitude par :
  - **les branchements de ventilation secondaire** – qui sont des canalisations repiquées sur le siphon d'un appareil ;
  - **la colonne de ventilations secondaire** – qui est une canalisation d'allure verticale sur laquelle se raccorde plusieurs branchements ;
- Parfois quand nous avons plusieurs appareils dans mêmes pièces on peut utiliser un seul tuyau de ventilations secondaire pour tous les appareils, comme sur la figure suivante :



### **I. 2. j. Détails d'exécution**

- **Les collecteurs** assurant l'une ou l'autre de fonctionnes suivantes :
  - **rassembler et rejeter** dans les canalisations verticales les évacuations d'appareils installés dans un même étage – et dans ce cas il s'agit des collecteurs d'appareils,
  - **recueillir les effluents** des descentes et des chutes à leurs pieds pour les diriger vers le branchement d'égout ou vers l'extérieur du bâtiment – et dans ce cas il s'agit des collecteurs généraux,
- Pour définir un collecteur, on doit établir ses paramètres :
  - du tracé ;
  - du diamètre ;
  - de la pente ;
  - du débit maximal ;
- **Tracé :**

Pour l'établir du tracé on doit respecter les suivants règles :

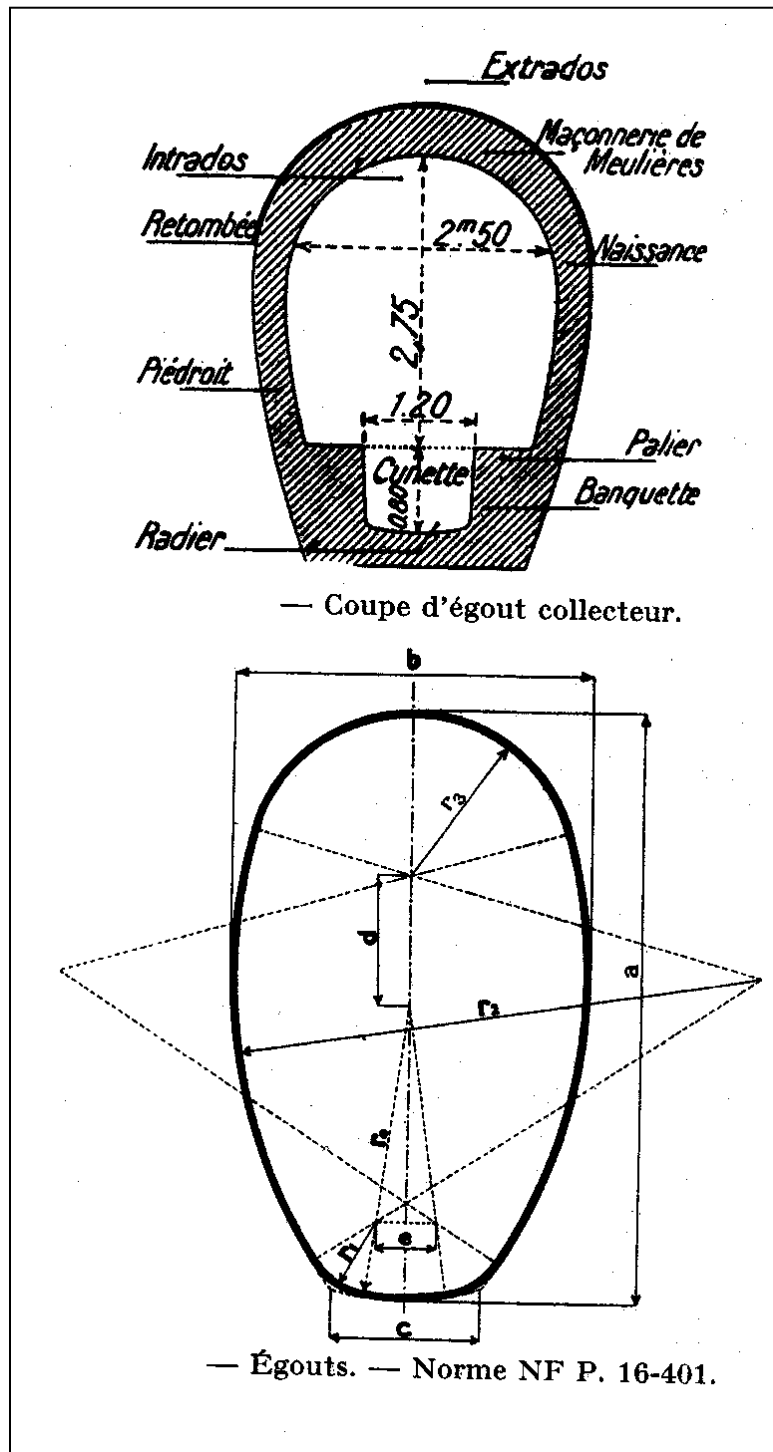
  - rechercher le tracé présentant le minimum de changements de direction,
  - admettre le coudes au quart seulement quand il s'agit d'eaux ménagères ou pluviales circulant à la vitesse minimale de 1 m/seconde,
  - en l'autre cas on doit utiliser deux coudes 1/8 séparés par un élément droit d'une longueur au moins égal à 15 cm pour les diamètres inférieurs de 54 mm et à 25 cm pour les diamètres supérieures à 54 mm,
  - effectuer les raccordements des canalisations sous des angles voisins de 45°,
  - prévoir des orifices de visite à l'amont des points (coudes, branchements) où les obstructions sont les plus probables,
  - aux travers des cloisons, murs, planchers, on doit placer des fourreaux réservant un jeu suffisant,
- **Diamètre :**
  - pour les branchements d'évacuation d'appareils, le diamètre est habituellement pris égal à celui du siphon,
  - le diamètre d'un collecteur général se détermine par la condition que , lors du passage du maximum du débit, la canalisation doit remplies :
    1. à mi-hauteur, quand il reçoit seulement les eaux ménagères et eaux vannes,
    2. aux 7/10 du hauteur, quand parmi les éléments du débit figurent des eaux pluviales,
- **Pente :**

Signalons que toutes canalisations transportant des eaux vannes doit présenter une pente minimale de 3% (3 cm par mètre).

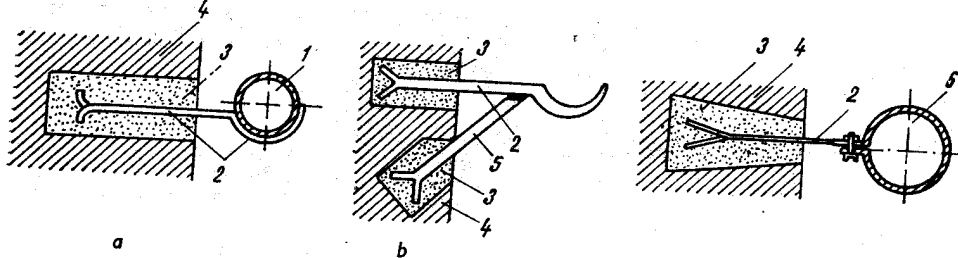
**Les égouts** - chaque ville doit être pourvue d'égouts.

- les égouts qui sont de 2.5 à 4 m de largeur s'appellent **collecteurs**,
- quand ils sont entre 1.05 à 1.90 m, s'appellent **ordinaires**,

Les parties composantes d'un égout sont illustrées dans le schéma suivant :



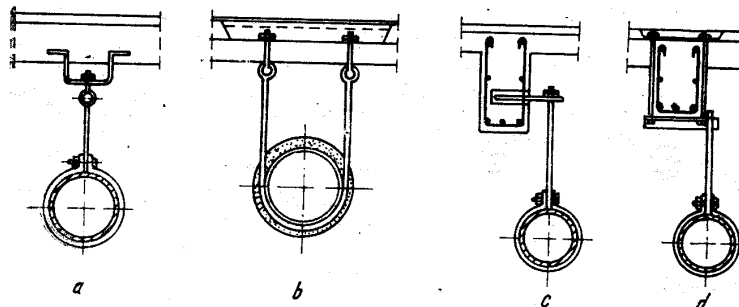
**Détailles de fixations** - pour fixer en murs et cloisons les colliers qui soutiennent les descentes et chutes verticales, on doit exécuter des fixations comme sur la figure :



Dans ce schéma on trouve :

1. collecteur horizontal,
2. colliers,
3. mortier,
4. murs (cloisons),
5. collecteur vertical,

- ◆ Si on doit faire un passage sous un plancher et le collecteur doit rester suspendu, en ce cas les fixations sont des suivants types :



- ◆ Les colliers qui on doit utiliser sont représentés sur la figure :

		Nombre de supports	
		Intérieur des bâtiments	Extérieur des bâtiments
Parcours vertical	Pour tout élément droit de : longueur $\geq 2,70$ m	1	1 (EU) 2 (UU)
	longueur $\geq 1$ m		1
	longueur $\leq 1$ m	1	
Parcours horizontal	Pour tout raccord du type : culotte et embranchement	1	1
	changement de direction $> 45^\circ$	1	1
	Longueur $\geq 2$ m	2	2
	Raccords ou longueurs $< 2$ m	1	1

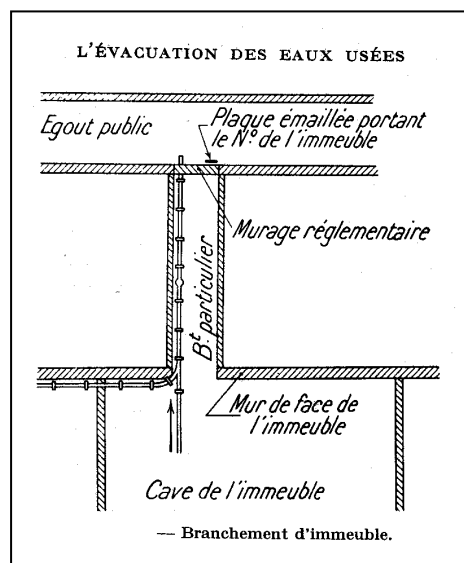
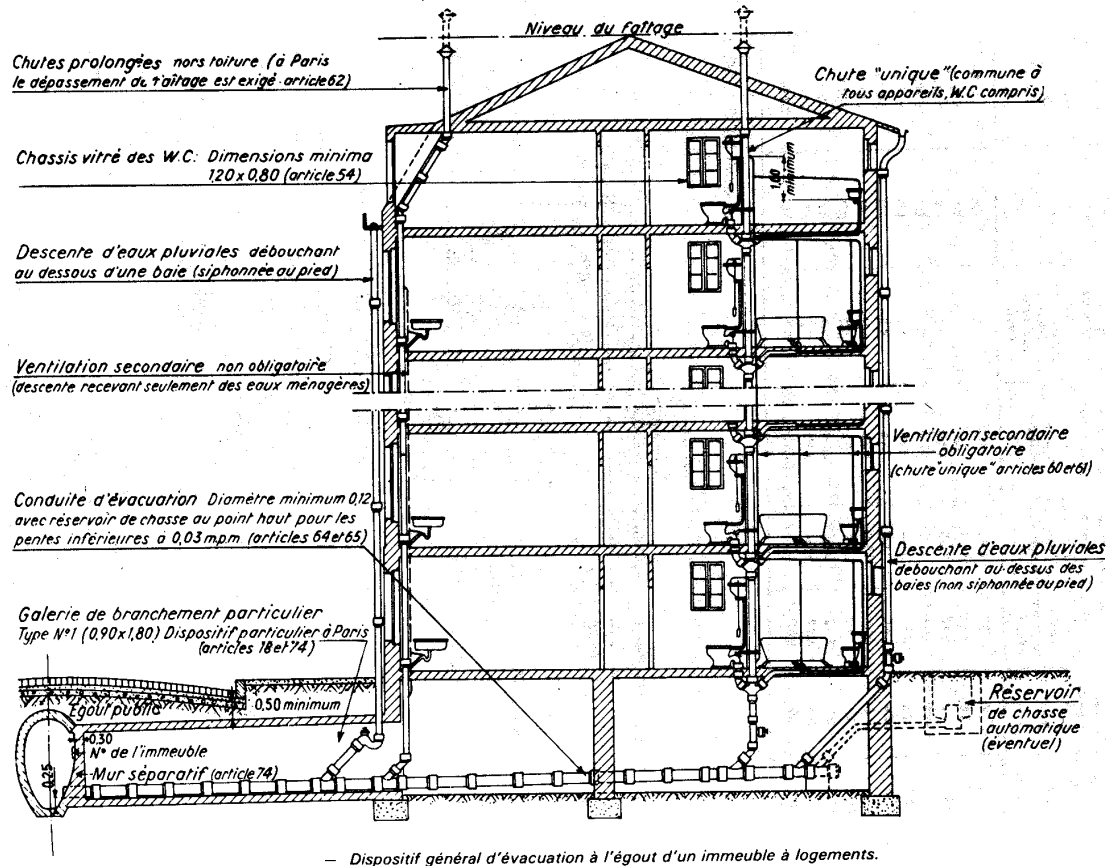
  

— Colliers supports.



**I. 2. k. Le branchement à l'égout public**

- Dans certaines villes il est obligatoire de faire un branchement d'égout particulier, qui va du mur de face de la maison à l'égout avec lequel il se raccorde le long du piédroit. C'est dans ce petit branchement que se trouve placé le tuyau de l'évacuation générale.



### I. 3. Les fosses septiques

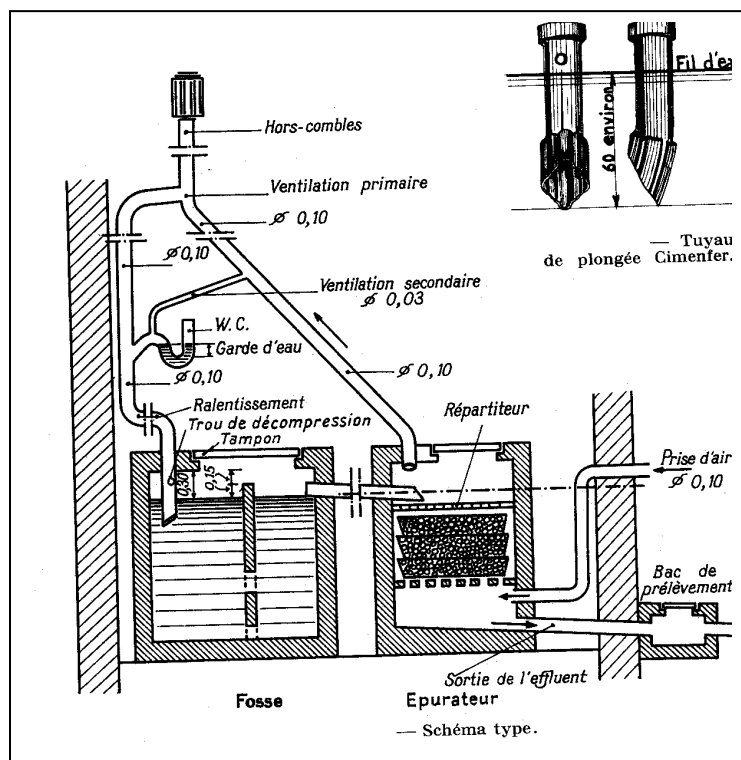
**Définition :** Une fosse septique est une cavité creusée par homme pour servir de réceptacle pour les eaux usées. Son rôle est de collecter toutes ces eaux jusqu'à leur évacuation par une vidange, à une station de traitement des eaux. Cette mesure est prise pour empêcher les pollutions du sol.

▪ **Les principes de fonctionnement d'une fosse septiques :**

1. Premier principe c'est celui de la **fermentation septique**, qui consiste à assurer aussi complètement que possible grâce aux colonies microbiennes anaérobies (c'est-à-dire celles constituées de microbes vivant à l'abri de l'air) la destruction de la matière albuminoïde existant dans les corps et liquides introduits dans la fosse septique.

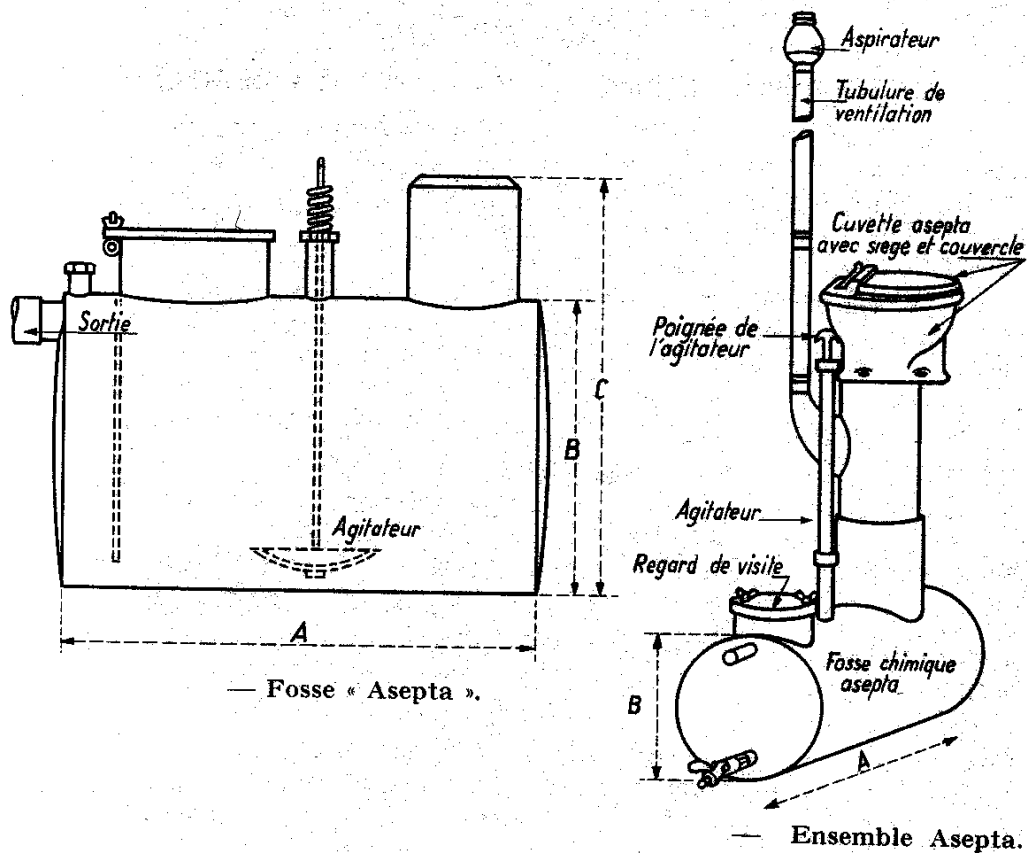
2. Deuxième principe consiste dans la **fixation** des matières organiques dissoutes sur les matériaux capables de servir de supports oxydants aux colonies microbiennes aérobies (c'est-à-dire celles constituée de microbes vivant dans l'air), pour les transformer en nitrates et en nitrates solubles.

- Par rapport de celles deux principes, il y a donc deux phases dans l'épuration et en conséquence il y a deux sortes d'appareils :
- les fosses pour la première phase, qui sont **les épurateurs**,
  - les fosses pour la deuxième phase, appelés aussi **les nitrificateurs**,



- 
- | Volume    | Nbre usagers | Hauteur | Largeur B |
|-----------|--------------|---------|-----------|
|           |              | H*      |           |
| 1 000 l.  | 4            | 1,30    | 1,18      |
| 1 500 l.  | 6            | 1,20    | 1,48      |
| 2 000 l.  | 8            | 1,60    | 1,48      |
| 2 500 l.  | 10           | 1,45    | 1,65      |
| 3 000 l.  | 12           | 1,45    | 2,00      |
| 5 000 l.* | 20           | 1,72    | 2,16      |
- \* Dimensions en m.

- ♦ **Les fosses chimiques** – sont un cas spécial de fosses qui fonctionnent sans eau. En ce cas la dissolution se fait dans une partie de la fosse sous l'action d'un produit spécial dont il est versé une petite quantité de temps à autre par la cuvette, comme sur le schéma suivant. Un agitateur à poignée permet d'activer la solubilisation, et les liquides à la sortie ne contiennent plus de bacilles typiques dysentériques ou autres. La ventilation se fait par un tube sur la cuvette ou sur la pipe.



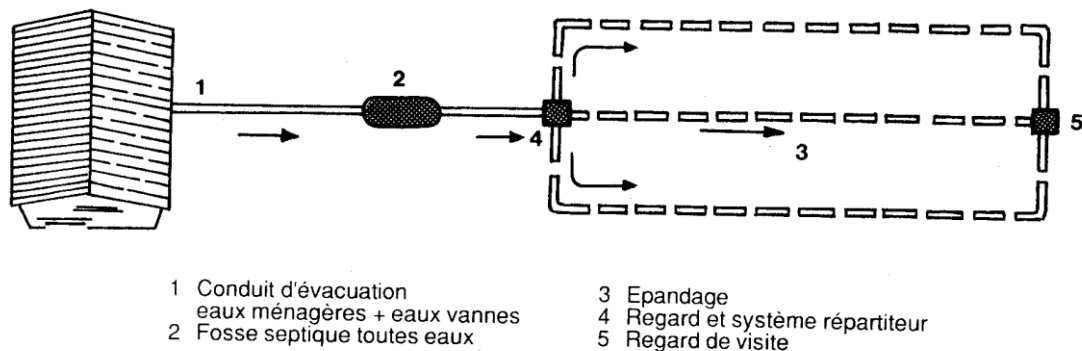
Dimensions des fosses types Aseptia

Nombre de personnes	3	3 à 6	6 à 9
	—	2 à 4	5 à 6
Longueur A .....	1,000 m	1,000 m	1,320 m
Diamètre B .....	0,500 m	0,635 m	0,700 m
Hauteur totale C .....	0,90 m	0,90 m	0,90 m
	à 1,50 m	à 1,50 m	à 1,50 m

- ♦ Dans ce cas les substances autorisées sont :
  - la soude,
  - la potasse,
  - les hypochlorites de sodium, calcium et de potassium, etc.
- ♦ Tout appareil devra porter une plaque d'identification de construction avec la mention du nombre d'utilisateurs.

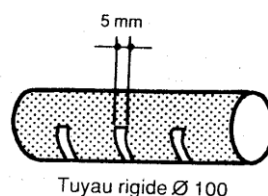
#### I. 4. Le système d'épandage

**Définition :** un système d'épandage de base comporte une fosse septique toutes eaux, destinée à recevoir les eaux vannes et les eaux ménagères et à retenir les matières solides et flottants pour protéger l'épandage du risque de colmatage, comme sur le schéma suivant :



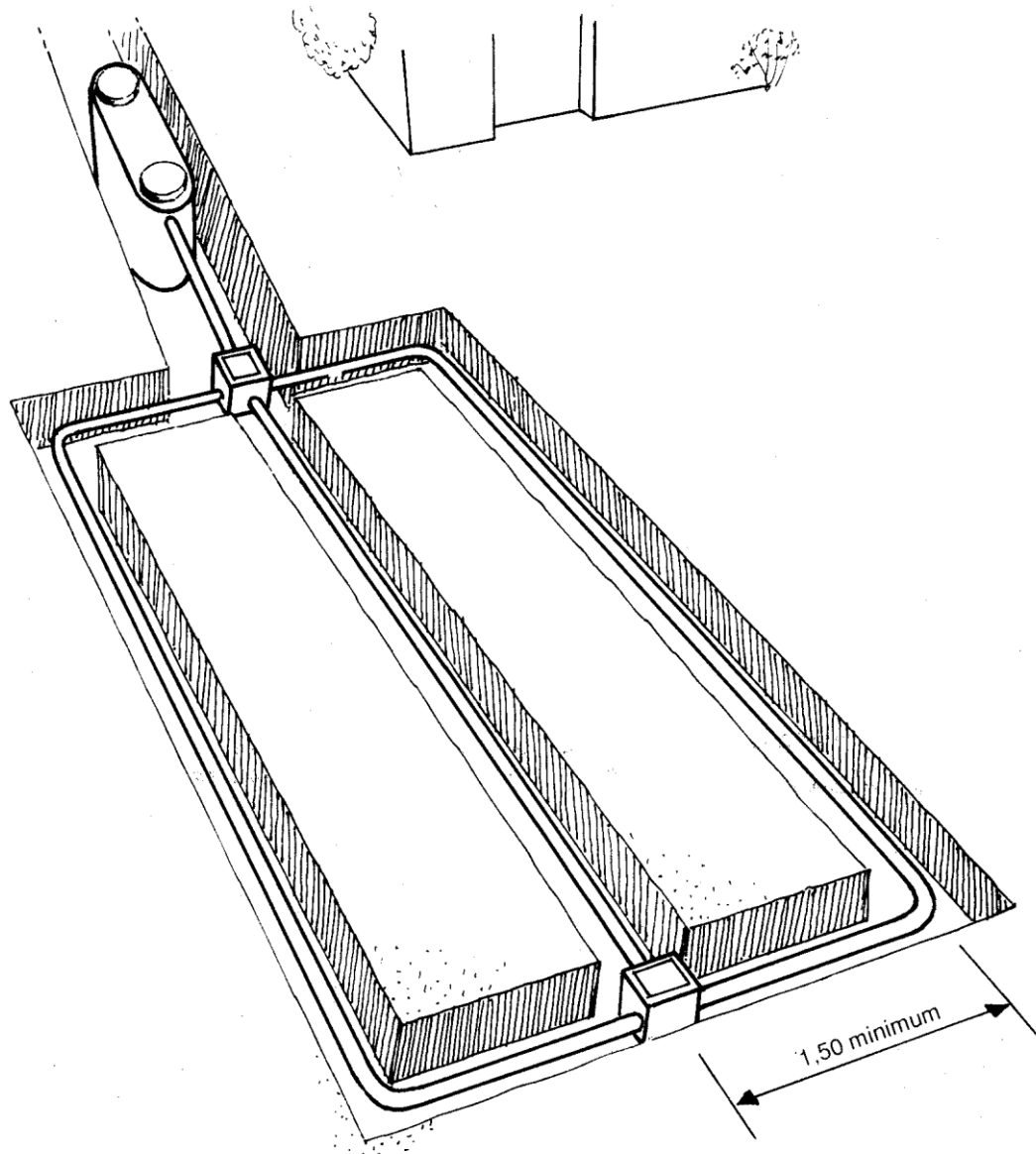
– Principe d'un assainissement autonome

- L'épandage souterrain répartit dans le sol les effluents issus de la fosse septiques, de manière qu'ils y soient infiltrés et épurés. Un épandage ne doit pas être réalisé à moins de 35 m d'un puits exploité pour l'alimentation en eau potable.
- Une pente de terrain supérieure à 14% rend la construction d'un épandage très problématique.
- L'épandage sur sol naturel en place est de préférence constitué par des tranchées filtrantes de 0,4 à 0,8 m de large et de 0,6 à 1,0 m de profondeur.
- Cette tranchée est garnie de 5 cm de sable et d'une couche de 30 cm de gravier, dans laquelle est disposé horizontalement le tuyau de répartition :



– Canalisation de répartition.

- La longueur d'une ligne de tuyau répartiteur doit ne pas dépasser 30 m et la distance entre les axes des tranchées ne doit pas être inférieure à 1,50 m; comme sur la figure suivante :



*Épandage pour tranchée filtrante.*

- La surface, et donc la longueur des tranchées sont calculées à partir du nombre d'habitants que peut héberger l'habitation et de la perméabilité du sol en place, déterminée par des tests d'infiltration effectués.

### APPLICATION PRATIQUE POUR LE CALCUL DES ASSAINISSEMENTS DANS UN BATIMENT

- On considère un immeuble avec rez-de-chaussée et 6 étages qui a les suivants appareils sanitaires au intérieure :
  - à rez-de-chaussée : 1 évier, 1 WC, 1 salle d'eau (conciergerie), 1 lavage de cour et 1 lavage de garage,
  - pour chaque étage : deux appartements gauche et droit, qui comporte chacun : 1 baignoire, 2 lavabos, 1 bidet, 1 évier, 1WC
  - le bâtiment a une surface en plan de 200 m<sup>2</sup>, qui est partagée également pour 4 descentes pluviales, placées aux coins du bâtiment.
- En ce cas, il faut dimensionner les **collecteurs d'appareils** pour chaque étages, les **descentes verticales** et les **collecteurs générales**, si on connaît que les descentes et chutes sont placées comme sur le schéma suivant :

#### L'ÉVACUATION DES EAUX USÉES

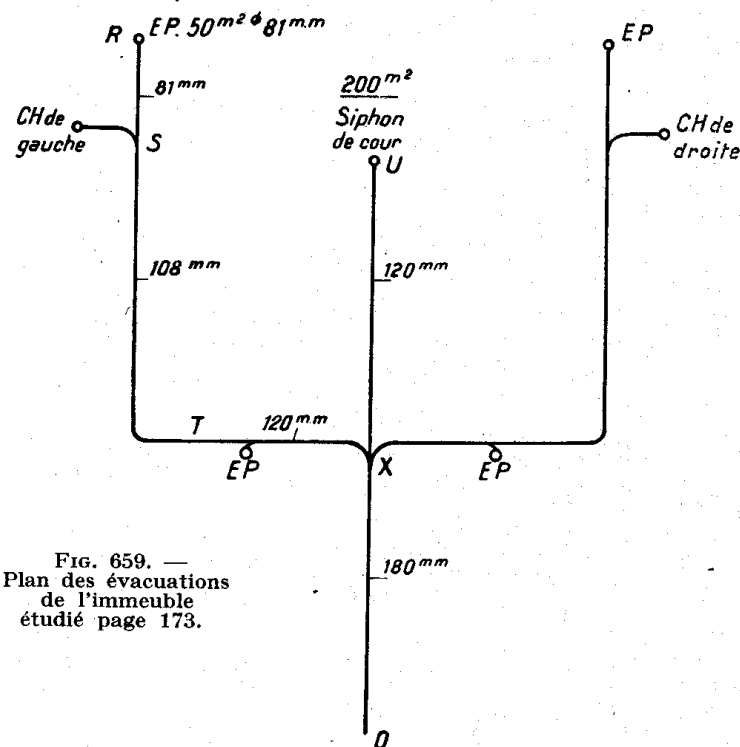


FIG. 659. —  
Plan des évacuations  
de l'immeuble  
étudié page 173.

6 baignoires	à 1,5	l/s	.....	9	l/s
12 lavabos	à 0,75	—	.....	9	—
6 bidets	à 0,5	—	.....	3	—
6 éviers	à 0,75	—	.....	4,5	—
6 W.-C.	à 1,5	—	.....	9	—
36 appareils	.....	.....	.....	34,50	—

**Mode de travail****Calcul des collecteurs d'appareils**

- Parce que **chaque étage** a deux appartements avec même numéro des appareils, on peut considérer que pour chaque niveau on a deux collecteurs d'appareils, chaque un pour desservir un appartement.
- Dans ce cas pour dimensionner un collecteur comme celui-ci, on doit compter tous les appareils d'un appartement :

**2 lavabos + 1 bidet + 1 baignoire + 1 évier + 1 WC =**

**3 lavabos + 2 baignoire + 1 WC** – par rapport à l'équivalence de même diamètre ;

- Après ça on transforme le diamètre de lavabos en équivalente de WC, et on a

$$\frac{50^2}{90^2} = \frac{2.500}{8.100} = 0,308 ; \text{ c'est-à-dire que : } \mathbf{1 \text{ lavabos} = 0,308 \text{ WC} ;}$$

- Si on fait même chose pour une baignoire, on trouve :

$$\frac{80^2}{90^2} = \frac{6.400}{8.100} = 0,790 ; \text{ c'est-à-dire que : } \mathbf{1 \text{ baignoire} = 0,790 \text{ WC} ;}$$

- Dans ce cas la relation de calcul ci-dessus devient :

**3 x 0,308 + 2 x 0,790 + 1 = 3,5 WC** ; nombre qui doit être arrondi en haut et dans le tableau de simultanéité de mêmes appareils, pour 4WC on trouve :

$$\mathbf{D_{collecteur} = 100 \text{ mm},}$$

- **Pour rez-de-chaussée**, si on fait la même opérations, on trouve les suivantes :

**1 évier + 1 WC + 1 salle d'eau + 2 lavages = 1 WC + 4 baignoires**

- Nous connaissons déjà que : **1 baignoire = 0,790 WC** ; et alors on a :

$$\mathbf{1 + 4 \times 0,790 = 4,16 ; \text{ et donc pour } 5 \text{ WC on a : } D_{collecteur} = 100 \text{ mm}}$$

**Calcul des diamètres de descentes verticales**



- On connaît que pour chaque appartement on a un numéro de 6 appareils et multiplié avec six étages, on trouve pour chaque chute un numéro de 36 appareils sanitaires.

- Dans ce cas on doit calculer le coefficient de simultanéité avec la relation :

$$k = \frac{1}{\sqrt{x-1}} ; \text{ et pour } x = 36 ; \text{ on a } k = 0,18$$

- En suivre on détermine le débit cumulé pour tous 36 d'appareils et on trouve :

$$D = 34,50 \text{ l/s} ;$$

- La probabilité du graphique est de 0,18 pour 36 appareils, le débit de base sera donc :

$$34,50 \times 0,18 = 6,21 \text{ l/s} ; \text{ et dans le tableau du page 32, on trouve pour ce débit un diamètre nécessaire :}$$

$$\Phi = 100 \text{ mm} ;$$

- Pour les descentes d'eaux pluviales**

Chaque descente qui prend 50 m<sup>2</sup> sera de 80 mm, et le siphon du cour qui prend 200 m<sup>2</sup> sera de 135 mm. Alors le débit de chaque descente sera de :

$$50 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ l/s} = 2,5 \text{ l/s}$$

et pour le siphon :

$$200 \text{ m}^2 \times 0,05 \text{ l/s} = 10 \text{ l/s}$$

### Débit et diamètres de collecteurs générales

On fera la somme des débits que doivent recevoir les différents tronçons en faisant jouer la règle de l'hypothèse des simultanités, s'il y a lieu, comme l'indique le code en servant du graphique et l'on cherchera dans la table de Bazin quels sont les diamètres qui conviennent. Si la pente des collecteurs est de 3 %, on pourra dresser le tableau suivant :

Tronçon	Débits calculés en lit. sec.	Débits de la table à 3 cm.	Débits de la table mult. par 1,5	Diamètres adoptés en mm.
RS	2,5	3,01	4,51	80
ST	2,5 + 6,2 = 8,7	5,75	8,62	108
TX	8,7 + 2,5 = 11,2	7,67	11,50	120
UX	= 10,0	7,67	11,50	120
XO (1)	(2 × 11,2) + 10 = 32,4	23,22	34,83	180

## 1. Choix des matériaux pour collecteurs

Par rapport des diamètres établis et de la catégorie des eaux transportées, on peut faire l'exécutions du ces collecteurs en :

- pour le tronçon **R-S** : en PVC,
- pour le tronçon **S-T** : en PVC ou amiante-ciment,
- pour le tronçon **T-X** : en amiante-ciment,
- pour le tronçon **U-T** : en PVC,
- pour le tronçon **X-O** : en grès ou béton ;

## EVALUATION DE FIN DE MODULE

QUESTIONS	BAREME
1. Comment est obtenue la fonte ?	/2
2. Préciser les types de fontes d'après leurs contenus en carbone.	/2
3. Préciser les revêtements d'un tuyau en fonte ?	/2
4. Comment est obtenue l'amiante-ciment ?	/2
5. Quelles sont les séries de tuyaux d'amiante-ciment ?	/2
6. Nommez les domaines d'utilisation de tuyaux d'amiante-ciment.	/2
7. Donnez la définition du gré vernissé ?	/2
8. Quelles conditions sont imposées pour une canalisation ?	/2
9. Définir une ventilation secondaire ?	/2
10. Quelles règles doivent respecter le tracé d'un collecteur ?	/2
<b>Total :</b>	<b>/20</b>

REPONSES	BAREME
<p>1. <b>Définition</b> : la fonte est un alliage de fer et carbone, obtenu dans les hauts fourneaux par le traitement des minerais de fer, moyen de coke métallurgique (c'est-à-dire une fusion réductrice).</p>	/2
<p>2. <b>D'après le contenu en carbone</b>, la fonte peut être :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>fonte de moulage (ou fonte grise)</b> – qui a un contenu de 3,5 à 6% en carbone et qui est facile à usiner ;</li> <li>- <b>fonte d'affinage (ou fonte blanche)</b> – qui a un contenu de 2,5 à 3,5 en carbone et qui est destinée au production du fer et acier ;</li> <li>- <b>fontes spéciales</b> – qui contiennent de petites quantités de silicium, d'aluminium, de manganèse, de nickel, de chrome, etc.</li> </ul>	/2
<p>3. <b>Revêtements</b> : sauf spécification contraire, les tuyaux et raccords en fonte sont livrés avec un revêtement extérieur appliqué en peinture antirouille, et à l'intérieur un brai-Epoxy.</p>	/2
<p>4. <b>Définition</b> : les tuyaux en amiante-ciment sont fabriqués par compression en présence d'eau, d'un mélange intime et homogène de ciment et de fibres d'amiante.</p>	/2
<p>5. D'après leur utilisation on trouve deux séries de fabrication :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>série bâtiment</b> – qui s'utilise pour toutes les chutes verticales d'eaux usées et pluviales et quelques canalisations horizontales intérieures (collecteurs), en conformité avec la norme NF-P- 16.302</li> <li>- <b>série assainissement</b> – qui est un série renforcée et allant à de très grand diamètres (100 à 1.200 mm.) destinée à des évacuations horizontales enterrées, en conformité avec la norme NF-P- 16.30</li> </ul>	
<p>6. Les tuyaux de la série «bâtiment» qui nous intéressent plus spécialement sont utilisés comme :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descentes d'eaux pluviales,</li> <li>- descentes d'eaux usées,</li> <li>- descentes d'eaux vannes,</li> <li>- vide-ordures,</li> <li>- fourreaux,</li> <li>- raccordements particuliers,</li> <li>- conduits de fumées et de gaz brûlés,</li> <li>- ventilation et aération, etc.</li> </ul>	

<p><b>7. Définition :</b> les tuyaux en grès sont obtenus par la cuisson d'argiles plastiques qui sont en plus vernissées qu'un mince couche verre, pour créer une surface lisse, qui confère aux tuyaux les qualités suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inconductibilité électrique,</li> <li>- inattaquabilité par les acides,</li> <li>- poli s'opposant aux incrustations, etc.</li> </ul> <p>8. En principe, une canalisation doit respecter les règles suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Evacuation des eaux</b> – les canalisations d'évacuation des eaux doivent assurer l'évacuation rapide et sans stagnation (en dehors des siphons) des eaux de la pluie et des eaux usées chargées des déchets, provenant des appareils sanitaires.</li> <li>○ <b>Les parois intérieures</b> – doivent être lisses pour éviter l'arrêt des poussières et déchets.</li> <li>○ <b>Les diamètres</b> – doivent être choisis suffisant pour les débits à assurer, mais suffisamment petits pour que les parois soient lavées.</li> <li>○ <b>Les coudes</b> - de changement de direction doivent avoir un rayon suffisant pour ne pas freiner l'évacuation.</li> </ul> <p><b>9. Définition :</b> un dispositif de ventilation secondaire s'oppose aux effets de refoulement (ou aspiration) de l'eau, provoquée par l'apparition momentanée, dans le branchement d'évacuation d'une surpression (ou d'une dépression)., et ce résultat s'obtient en reliant le branchement d'évacuation directement à l'atmosphère par un tube de faible diamètre.</p> <p><b>10. Pour l'établir du tracé on doit respecter les suivantes règles :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rechercher le tracé présentant le minimum de changements de direction,</li> <li>- admettre le coudes au quart seulement quand il s'agit d'eaux ménagères ou pluviales circulant à la vitesse minimale de 1 m/seconde,</li> <li>- en l'autre cas on doit utiliser deux coudes 1/8 séparés par un élément droit d'une longueur au moins égal à 15 cm pour les diamètres inférieures de 54 mm et à 25 cm pour les diamètres supérieurs à 54 mm,</li> <li>- effectuer les raccordements des canalisations sous des angles voisins de 45°,</li> <li>- prévoir des orifices de visite à l'amont des points (coudes, branchements) où les obstructions sont les plus probables,</li> <li>- aux travers des cloisons, murs, planchers, on doit placer des fourreaux réservant un jeu suffisant ;</li> </ul> <p style="text-align: right;"><b>Total :</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>/2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>/2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>/2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>/2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>/20</b></p>
---	---

**LISTE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Auteur</b>	<b>Titre</b>	<b>Edition</b>
1. D. Didier	Précis de chantier Matériel et matériaux	1994
2. Henri Richaud	Chantiers de bâtiment Préparation et suivi	1995
3. René Bayon	VOIRIE - RESEAUX DIVERS	1994
4. Henri Renaud	Réussir ses plans	2002
5. Fatna Gunina	Programme d'étude Géomètre topographe	2003



ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**VERSION EXPERIMENTALE**

*RESUME THEORIQUE*

**&**

*GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES*

**MODULE N°: 8 – PARTIE 2**

**PROJET POUR LES  
TRAVAUX PUBLICS  
CANALISATION**

**SECTEUR : BTP**

**SPECIALITE : GEOMETRE TOPOGRAPHE**

**NIVEAU : TECHNICIEN SPECIALIS**

Trouver tous les modules sur | [www.bac-ofppt.blogspot.com](http://www.bac-ofppt.blogspot.com)

**BTP**

0

## REMERCIEMENT

*La DRIF remercie les personnes qui ont contribué à l'élaboration du présent document.*

**Pour la supervision :**

M. Khalid BAROUTI  
Mme Najat IGGOUT  
M. Abdelaziz EL ADAOUI

Chef projet BTP  
Directeur du CDC  
Chef de Pôle Bâtiment

**Pour la conception :**

M. Pavel TSVETANOV  
M. Jigoreanu DORU

Formateur animateur CDC/BTP  
Formateur animateur CDC/BTP

**Pour la validation :**

M. Pavel TSVETANOV  
M. Jigoreanu DORU

Formateur animateur CDC/BTP  
Formateur animateur CDC/BTP

**Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce module.**

### **I. DRIF**



## SOMMAIRE :

Présentation du module .....	
V. Résumé de théorie : .....	
A. Généralités	
Préparation du travail.....	
Symboles utilisés .....	
Phases des travaux .....	
Liaisons avec les autres corps d'état .....	
B. Réseaux des assainissements	
1. Implantation des réseaux enterrés .....	
2. Possibilités d'exécution des réseaux .....	
3. Problèmes de branchements.....	
4. Plan des canalisations existantes .....	
5. Les systèmes d'assainissements .....	
6. Conditions de mise en œuvre .....	
7. Les collecteurs .....	
8. Evaluation des débits et des volumes.....	
C. Accessoires et exécution des réseaux d'assainissements	
1. Les regards .....	
2. Eléments de décantation .....	
3. Pose des canalisations .....	
4. Les essais de canalisations .....	
5. Remblai des tranchées .....	
6. Les qualités des tuyaux .....	
D. Méthodes de traitement d'eaux usées	
1. Stations de relevage .....	
2. Drainage .....	
3. Epuration .....	
4. Lagunage .....	
5. Epandage .....	
VI. Guide de travaux pratique .....	
2. Application de calcul de diamètre pour une canalisation ... ..	
VII. Evaluation de fin de module .....	
VIII. Liste bibliographique .....	

Durée : 42 heures  
75% : théorique  
25% : pratique

## OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

### • COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit savoir les méthodes de relevé un profil en long sur le terrain ou sur un plan coté et comment on peut calculer les débits des eaux usées et les eaux pluviales selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

### • CONDITIONS D'EVALUATION

A partir :

- Des connaissances pour le travail avec le niveau de chantier;
- Savoir créer un profil en long sur le terrain;
- Savoir créer un profil en long sur un plan coté;
- Savoir calculer les débits des eaux usées et des eaux pluviales;

A l'aide :

- Des tableaux des données type abaque,
- Des dessins et schémas avec les plans de canalisation,
- D'une documentation pertinente : lois, règlements, etc.

### • CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des normes des réseaux d'assainissement,
- Respect des normes de dimensionnement et calcul des réseaux,
- Respect des règles de santé et de la sécurité,
- Respect des règles de protection de l'environnement,
- Savoir l'origine des eaux usées et les normes?

<p><b>PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU</b></p>	<p><b>CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE</b></p>
<p><b>E.</b> Avoir des connaissances sur les types des l'eaux;</p> <p><b>F.</b> Avoir connaissances pour établir un profil en long;</p> <p><b>G.</b> Calcul de diamètres d'un système d'assainissement ;</p> <p><b>H.</b> Avoir connaissances des divers méthodes de traitement des eaux;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Comment sont classées les eaux;</li> <li>▪ Système unitaire de transport;</li> <li>▪ Système séparatif de transport;</li> <li>▪ Modalités de traitement des eaux ;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Les éléments d'un profil en long ;</li> <li>▪ Relevé d'un profil en long sur le terrain</li> <li>▪ Calcul d'un profil en long;</li> <li>▪ Détermination des échelles;</li> <li>▪ Dessin de partie topographique;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Calculer le débit des eaux usées;</li> <li>▪ Calculer le débit des eaux pluviales;</li> <li>▪ Transformation de diamètre équivalent</li> <li>▪ Coefficient de simultanéité;</li> <li>▪ Débit total et débit réel;</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principe de fonctionnement;</li> <li>▪ Stations d' épuración;</li> <li>▪ Le système de lagunage;</li> <li>▪ Le principe d'épandage;</li> </ul>

## OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

- LE SRAGIAIRE DOIT AVOIR LES SAVOIR, SAVOIR – FAIRE OU SAVOIR – ÊTRE NECESSAIRES POUR L'ATTEINTE DES OBJECTIFS DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

### **E) Avant d'apprendre à connaître les différents types des eaux :**

- a) Savoir classées les eaux d'après leur provenance;
- b) Savoir les différences entre un système unitaire et séparatif;
- c) Savoir faire le choix d'un matériau par rapport à la nature des eaux;
- d) Savoir les règles qui doivent être respectées par un collecteur;

### **F) Avant d'apprendre à connaître un profil en long :**

- f) Savoir faire le stationnement de niveau de chantier;
- g) Savoir la détermination des cotes relatives;
- h) Savoir tracer un profil en long sur plan et sur terrain;
- i) Savoir faire les liaisons pour branchements;
- j) Savoir les règles à suivre pour l'exécution d'un branchement;

### **G) Avant d'apprendre à connaître les calculs de diamètre :**

- e) Savoir distinguer un : collecteur d'appareilles, collecteur général;
- f) Savoir les relations de calcul hydrauliques de Basin et Chézy;
- g) Savoir utiliser les abaques de calcul;
- h) Savoir faire les transformation du diamètre plein à 7/10 et ½;

### **H) Avant d'apprendre à connaître les divers méthodes de traitement des eaux :**

- e) Savoir le rôle des colonies microbiennes anaérobies et aérobies ;
- f) Savoir celles deux étapes : de fermentation et d'oxydation ;
- g) Savoir l' importance du traitement des eaux pour l'environnement ;
- h) Savoir le fonctionnement d'un système de lagunage ou d'épandage ;

## PRESENTATION DU MODULE

Le module : « **Projet de Travaux Publics - Canalisations** », s'apprend pendant le deuxième semestre de formation, donc dans la première année de formation.

Ce module est conçu autour du processus de la construction de bâtiment. Les thèmes développés recouvrent à la fois des étapes de l'acte de construire (commercial, études, exécution...) et des thèmes transversaux (calculs, principes de fonctionnement, règles à suivre).

L'importance des grandes étapes de déroulement des activités d'apprentissage des « **Projet de Travaux Publics - Canalisations** », est de connaître le but et les objectifs suivantes :

- Définir les principaux types des réseaux d'assainissements ;
- Identifier les types des eaux d'après leur provenance ;
- Comprendre les principes de dimensionnement des réseaux ;
- Maîtriser les règles d'exécution des réseaux d'assainissement ;
- Connaître les étapes d'une opération de construire ;
- Gérer la qualité de ces travaux sur chantier ;

### **Durée : 42 heures**

- Théorie = 32 heures
- Pratique = 8 heures
- Epreuve = 2 heures

Trouver tous les modules sur | [www.bac-ofppt.blogspot.com](http://www.bac-ofppt.blogspot.com)

**MODULE N° 8**

**PROJET POUR LES TRAVAUX PUBLICS : CANALISATION  
ET ASSAINISSEMENT  
D'UN BATIMENT**

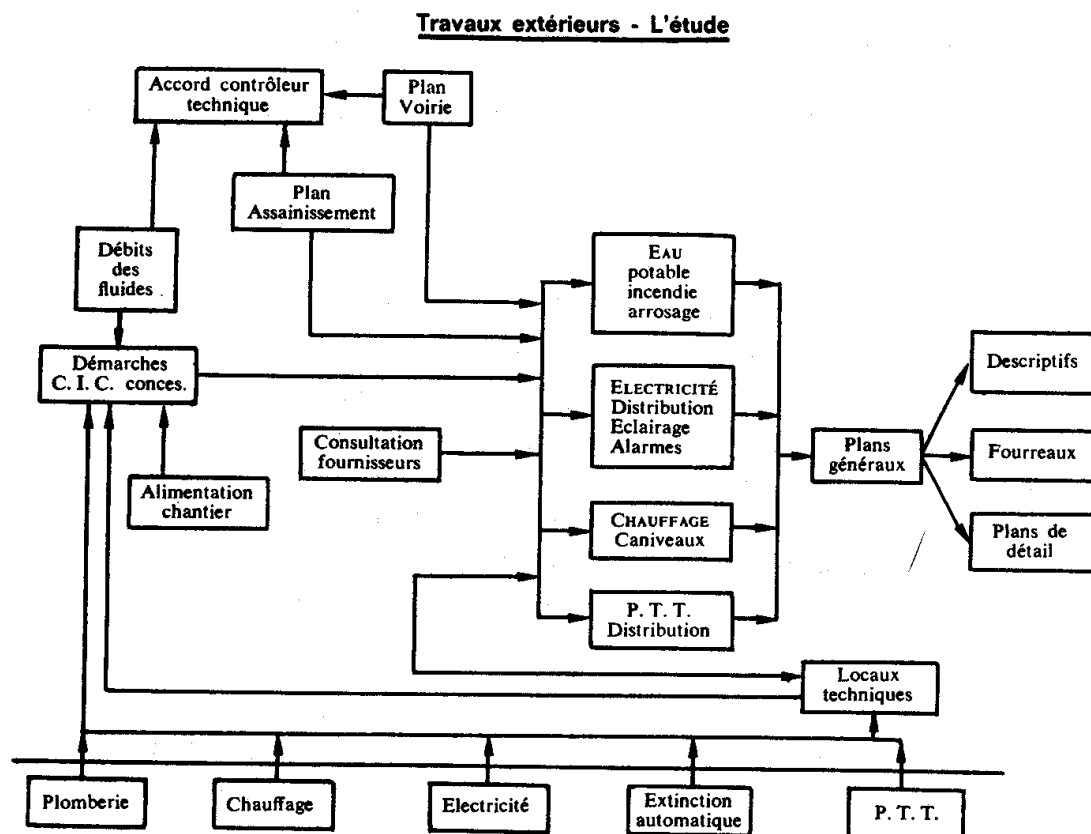
**I. RESUME THEORIQUE**

## I.A. Généralités

### I.A.1. Préparation du travail

**Définition :** les ouvrages d'assainissement ont pour objet la prise en charge des eaux usées et pluviales au mieux de confort de l'utilisateur, et selon des modes divers adaptés au contexte et aux caractéristiques de l'urbanisation : rétention, résorption, transport et traitement.

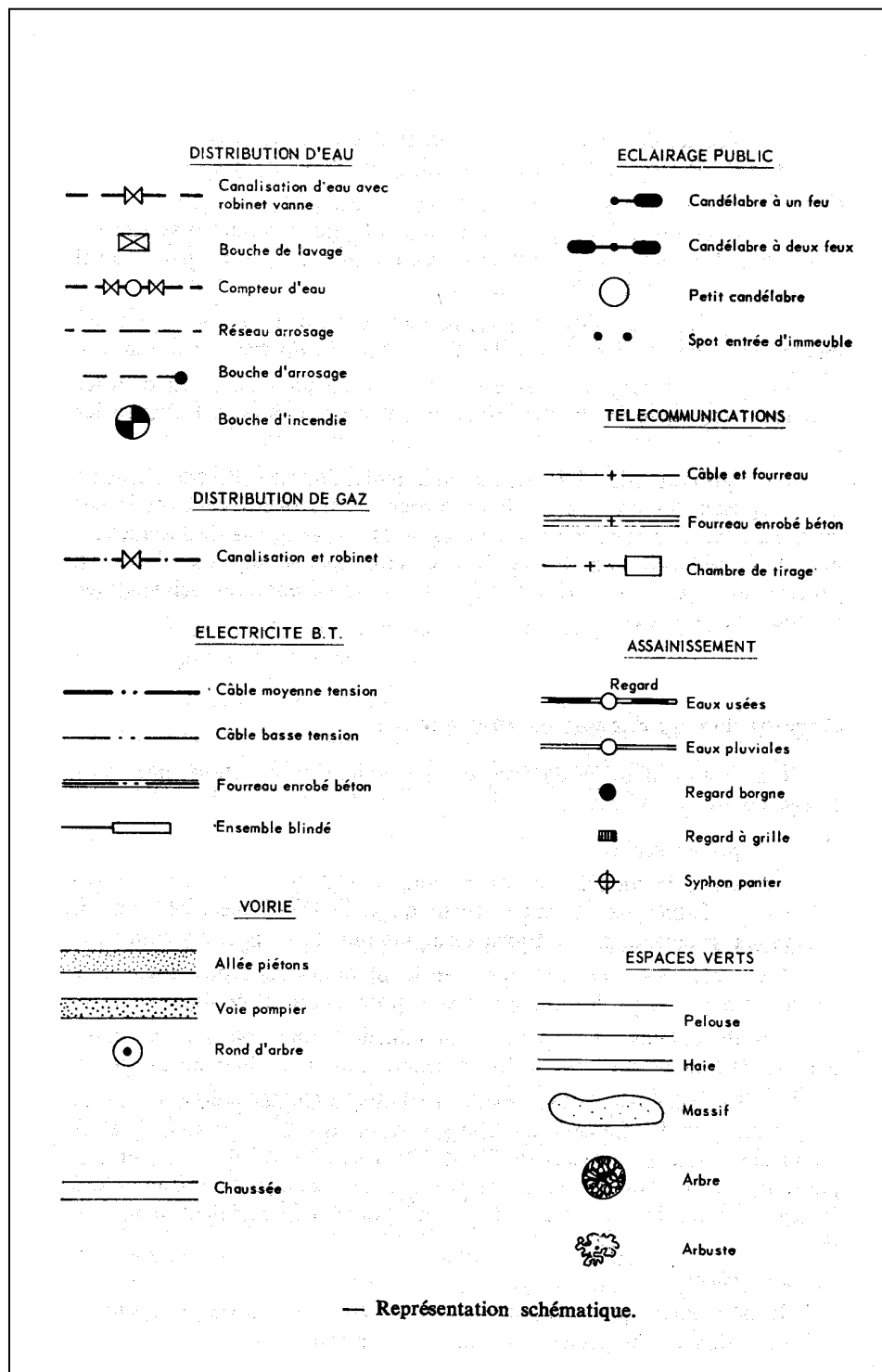
- D'habitude, tous les réseaux de canalisations sont enterrés, donc invisible, et leur entretien dans ce cas doit être réduit au strict minimum.
- Aussi la conception de ces types d'ouvrages, est-elle basée sur des impératifs techniques et d'exploitation, dans lesquels l'esthétique n'a aucune part.
- En plus, le travail de mise en place et de conception doit être assurée d'une coordination technique entre les différents intervenants, par rapport d'une étude globale, comme sur le schéma suivant :



- ◆ Les problèmes rencontrés pour les assainissements (c'est-à-dire les réseaux d'évacuation des eaux usées et pluviales), sont essentiellement les suivantes :
  - les longueurs du tracés sont importantes et les pentes possibles toujours faibles, ce qui implique souvent des stations de relevage ;
  - leur diamètre doit être capable d'évacuer la quantité d'eaux pluviales afférente à la surface de son tracé ;

## I.A. 2. Symboles utilisés

- ◆ Pour pouvoir lire un plan, on doit utiliser pour chaque type de réseaux un symbole graphique, et d'habitude pour les plans de construction, s'utilisent les symboles suivants :



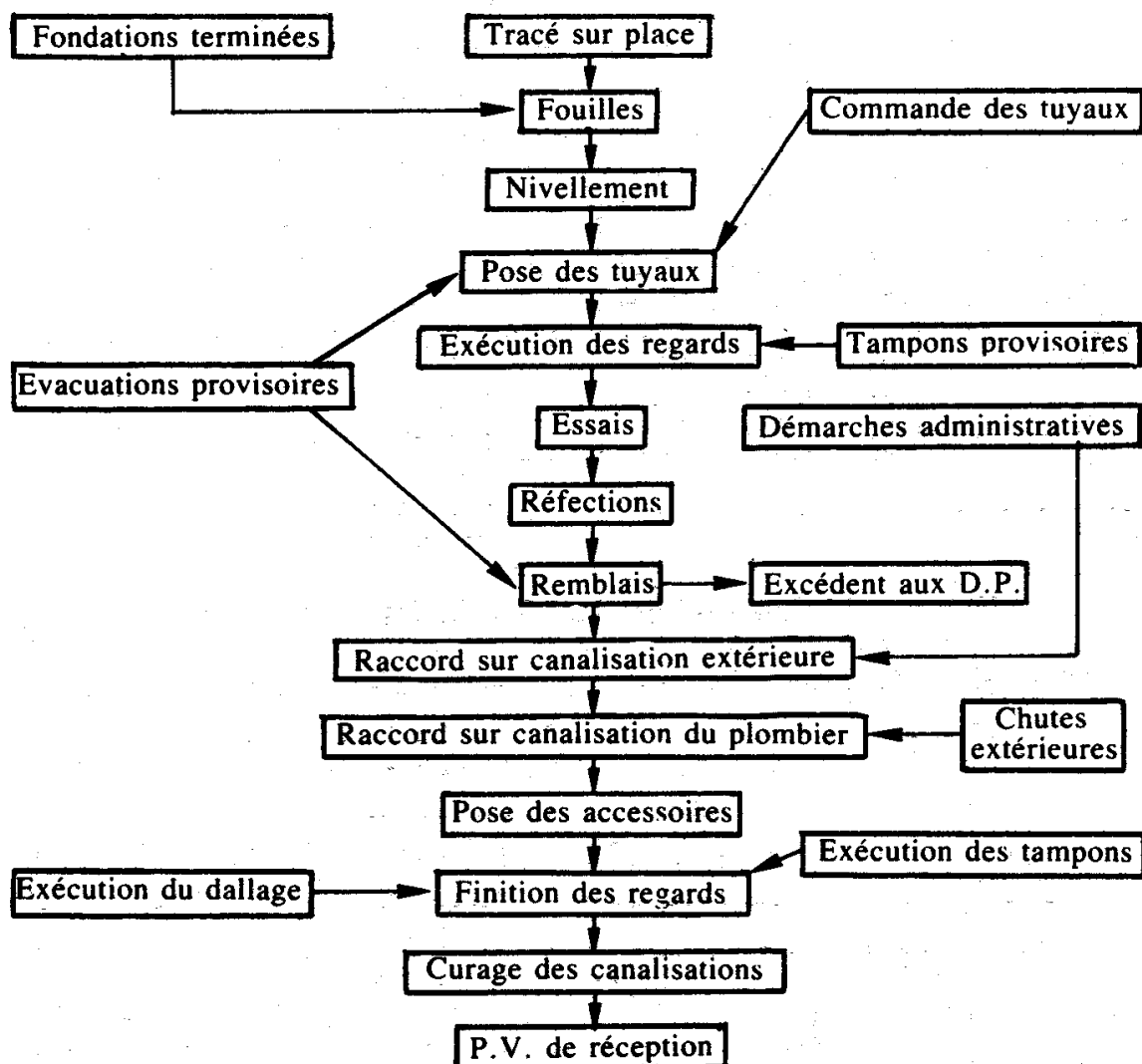


- 
- Diagramme technique illustrant l'installation électrique et hydraulique d'un poste de transformation ou d'un bâtiment industriel. Le plan est divisé en zones fonctionnelles :
- Zone supérieure (Clôture - Limite de propriété) :** Indique l'alignement projeté et la zone non modifiable.
  - Infrastructures extérieures :**
    - Énergie :** Câble basse tension, Eaux pluviales, Eaux usées, Gaz.
    - Éclairage et Sécurité :** Regard à grille, Regard horizon, Robinet-chef gaz, Coupe-circuit pied de colonne, Bouche d'arrosage, Arbre, Borne lumineuse.
    - Voies et Accès :** Voie pompière, Chemin de piéton, Talus, Soutènement.
  - Équipements internes :**
    - Éclairage :** Ensemble blindé, Armoire éclairage public, Eclairage d'auvent.
    - Hydraulique :** Siphon panier, Caniveau de chauffage, Robinet de barrage, Fourreau, Eau.
    - Autres :** Téléphone, Aire de jeux, Candélabre.
- Le diagramme utilise des symboles standard pour les robinets, les coupes-circuit, les regards, les bornes lumineuses et les équipements de sécurité.

- ◆ Les travaux des réseaux extérieurs sont exécutés d'habitude en deux phases :
  - a) **Avant la construction du bâtiment** – les réseaux d'assainissement par gravité, doivent être mis en place avant tous les autres par suite de la rigidité de leur tracé ;
  - b) **Après la fin de travaux de gros-œuvre** – dans cette phase on doit réaliser les branchements et les raccords ;
- ◆ Seulement dans le cas de faible surface, les travaux sont exécutés en une seule phase, généralement après les travaux de gros-œuvre ;

- Pour l'exécution d'un collecteur enterrée, on doit parcourir les suivantes étapes d'exécution suivantes :

### Exécution des canalisations



- Le type du matériau pour l'exécution d'un collecteur peut être choisi par rapport du diamètre nécessaire, avec l'aide d'un tableau comme ci-dessous :

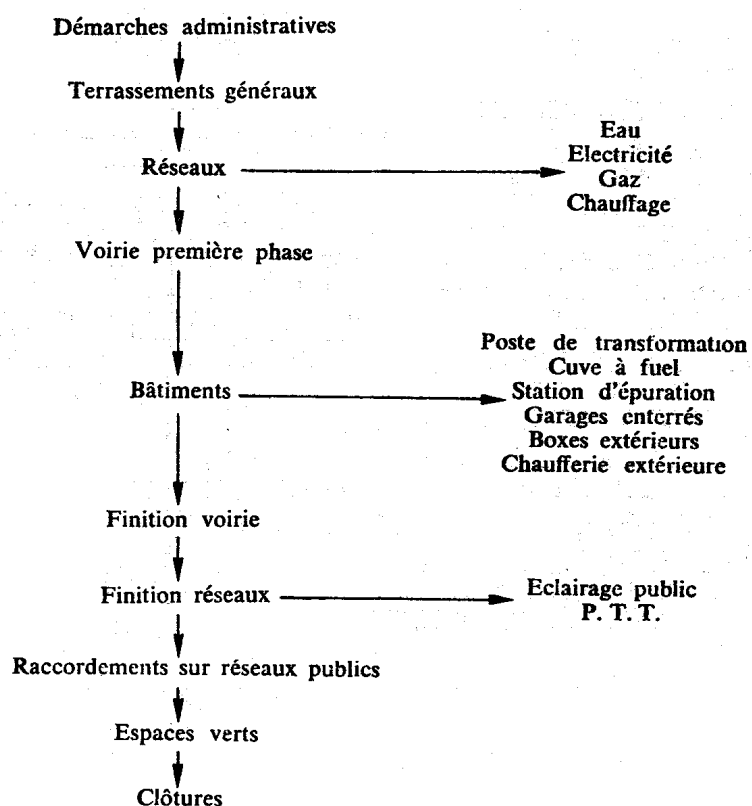
### Choix des diamètres des canalisations

Eaux pluviales		Eaux usées	
Ø 150	Amiante-Ciment ou PVC	Ø 150	Amiante-Ciment ou PVC
200	«	200	«
250	«	250	«
300	Béton comprimé	Ø 300	«
400	«	Ø 100	Grès
500	«	150	«
600	Béton armé	200	«
700	«	250	«
Ø 800	«	Ø 300	«

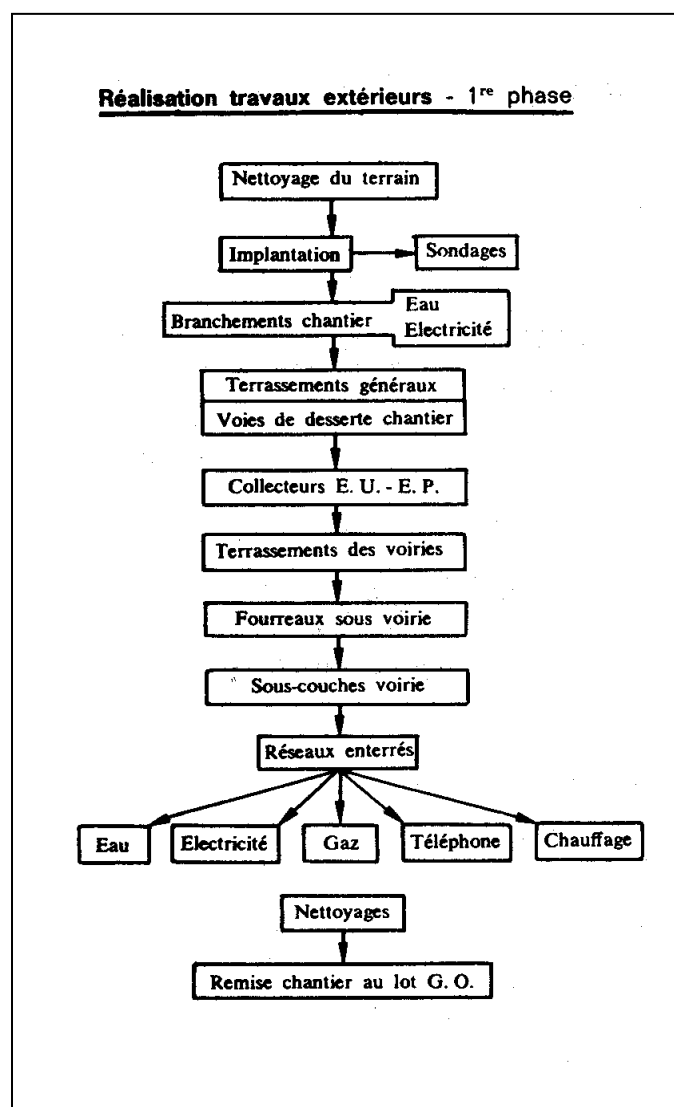
#### I. A. 4. Liaisons avec les autres corps d'état

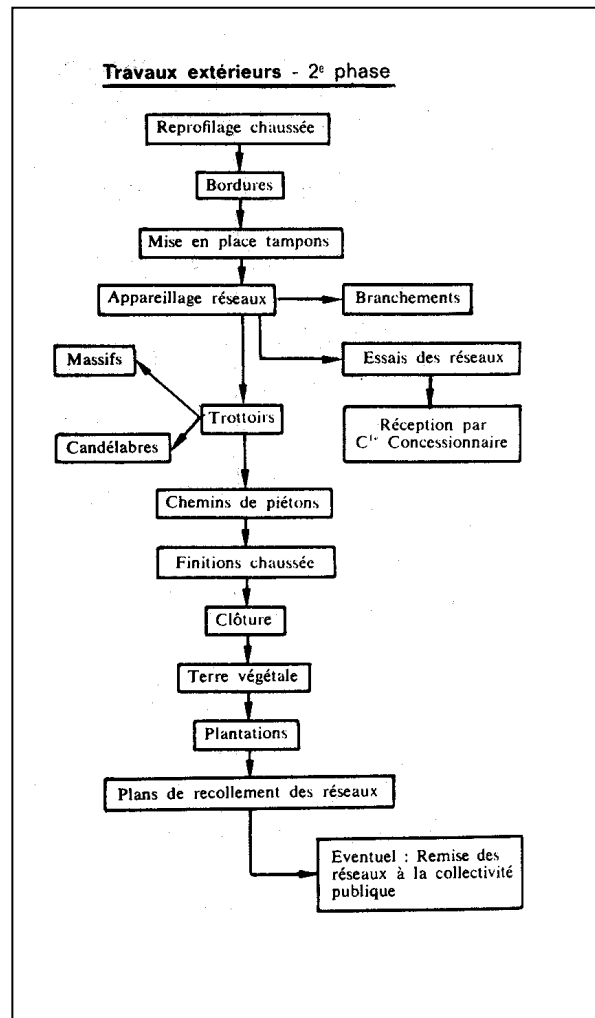
- Les divers corps d'état, sont relativement indépendants les uns des autres, mais subissent par contre des contraintes de la part de ceux qui exécutent les bâtiments, comme sur le schéma suivant :

#### Planning général



- Dans la phase de l'étude, on doit d'abord s'assurer de la compatibilité des ouvrages avec la capacité d'acceptation du réseau aval ou de l'exutoire naturel.
- Avant tout commencement des travaux on doit s'assurer des permissions d'occupation du domaine public et de passage éventuel sur le domaine privé.
- Le choix du statut juridique des réseaux, doit être déterminé au moment de leur étude, en accord avec la collectivité locale et, le cas échéant, avec le service concessionnaire ;
- La coordination avec les compagnies concessionnaires délivrant les divers fluides, est délicate car elles interviennent généralement en ordre dispersé, en fonction de leur propre planning, et alors il doit y avoir une entente précise entre les entrepreneurs des réseaux et de gros œuvre pour la réalisation des sorties des canalisations, comme sur les schémas suivants ;





## I. B. Réseaux d'assainissements

### I. B. 1. Implantation des réseaux enterrés

- Après l'examen du terrain et du plan-masse, un des premiers travaux du projeteur consiste à mettre au point **un tracé schématique** de l'ensemble des réseaux de distribution des fluides et assainissement, tracé qui set de guide pour l'étude individuelle de chaque réseau ainsi que pour les démarches administratives.
- **Le projet des réseaux est limité** dans l'espace et techniquement par les contraintes suivantes :
  - il est compris entre les points de livraisons ou de raccordement des réseaux publics et le nu extérieur des façades des bâtiments ;
  - pour certains réseaux, les calculs, définitions et tracés sont imposés par le service public qui en a la charge (compagnie des eaux, service d'incendie, compagnie d'électricité, etc.) ;

- Les réseaux possèdent en effet un certain nombre de caractéristiques communes :
  - **ils sont enterrés** mais doivent souvent passer sous les voies de circulation ;
  - ils **doivent être soigneusement séparés**, comme sur le tableau suivant :

#### Espacements entre réseaux

	Eaux Pluviales Usées	Eau potable	Electricité	Gaz	Téléphone	Chauffage
Eaux Pluviales Usées			20 cm			20 cm
Eau potable	20 cm		60 cm H. T. 20 cm B. T.	50 cm	20 cm	20 cm
Electricité	20	20			50 parallèle 20 croisem <sup>1</sup>	50
Gaz	20	50	50			
Téléphone	40	40	30	50		50

Observation : les distances sont données entre génératrices extérieures.

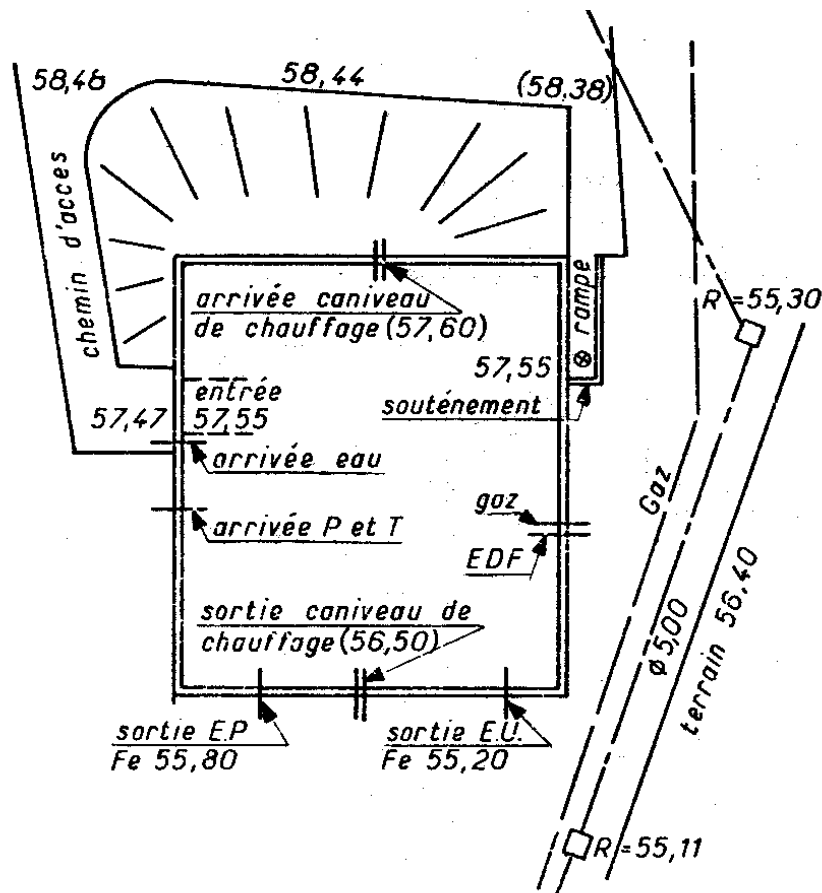
- **leur encombrement**, à l'exception des canalisations d'assainissement, est relativement faible, mais leur mise en place nécessite des tranchées de section importante et ils peuvent être placés comme sur le tableau suivant :

#### Emplacement des réseaux

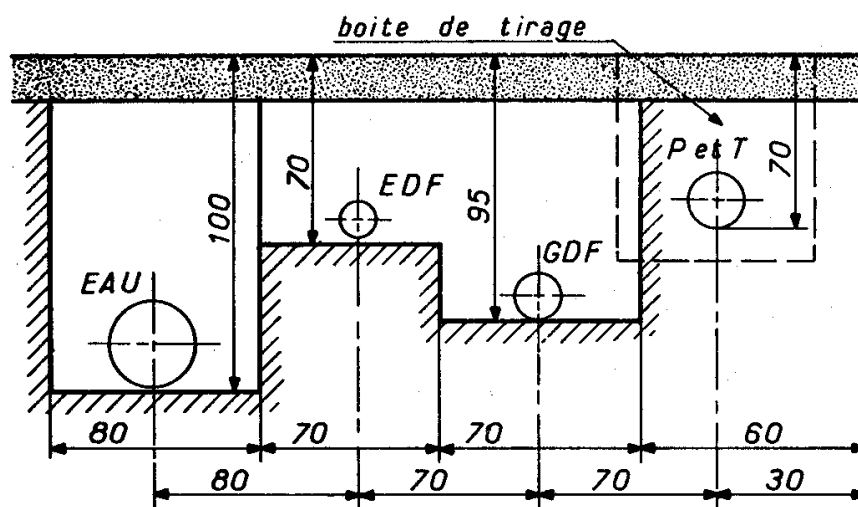
	Profondeur (1)		Chaussée	Allée Trottoir	Espaces Collectifs	Espaces privés	Observation
Eaux pluviales	1,00		Possible	Oui	Oui	Possible	
Eaux usées	1,50		Possible	Oui	Oui	Possible	
Eau potable	0,80 1,20	Grillage BLEU	Déconseillé	Oui	Oui	Déconseillé	
Electricité	0,75	Grillage ROUGE	Déconseillé	Oui	Oui	Possible	
Gaz	0,80	JAUNE	Interdit	Oui	Oui	Possible	
Téléphone	0,75	Grillage VERT	Déconseillé	Oui	Oui	Interdit	
Chauffage	0,50		Possible	Oui	Oui	Possible	

(1) Hauteur au-dessus de la génératrice supérieure.

- **ils doivent être accessibles** pour les réparations ou, tout au moins, entraîner dans ce cas peu de dégradations ;
- **les ouvrages de visite** et de commande doivent être faciles à manœuvrer ;
- **ils doivent être éloignés** des racines d'arbres qui pourraient les disloquer ;
- **les points des liaisons** avec les réseaux publics doivent être également être précisés dans le court délais
- **les point d'entrée dans le bâtiment** doivent être déterminés rapidement pour que le gros œuvre prépare ses réservations dans les fondations, comme sur la figure ci dessous :



- dans la pratique, le projeteur s'efforce-t-il de **grouper les canalisations** et de les faire cheminer parallèlement à une voie carrossable ; pour limiter les dégâts dus à des réparations, elles seront placées sous le trottoir ou en bordure, comme sur la figure suivante :

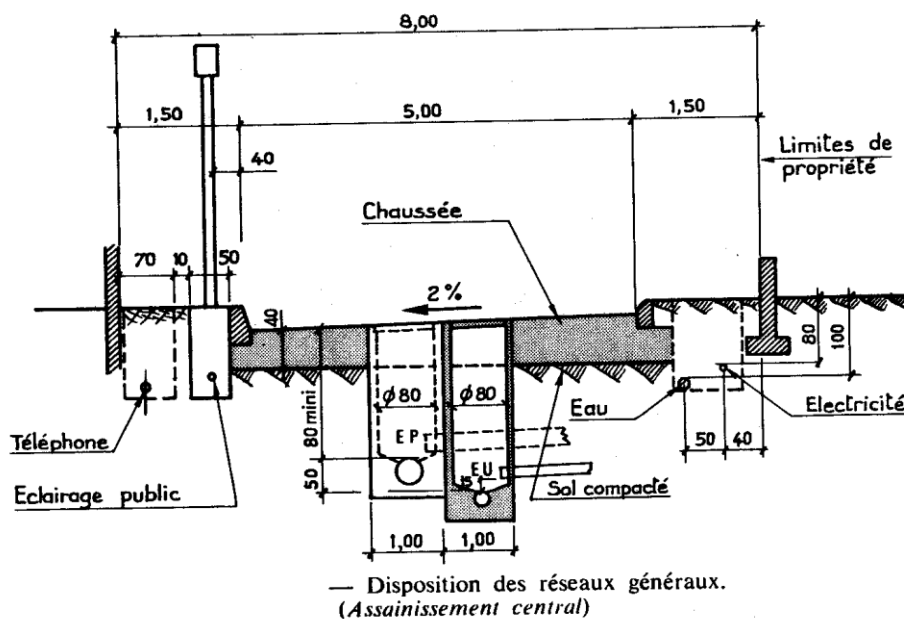


— Réseaux sous trottoir.

### I. B. 2. Possibilités d'exécution des réseaux

- La mise en place des réseaux enterrés peut s'effectuer de deux manières :
  - soit par tranchée séparée, solution simple mais onéreuse qui augmente l'emprise nécessaire et entraîne souvent des dégâts aux autres réseaux ou aux ouvrages existants ;
  - soit par tranchée commune, solution plus économique, mais dans la pratique difficile à réaliser, parce que il faut une coordination efficace entre tous les intervenants ;
- Autant que possible les réseaux seront placés de la manière suivante :
  - réseau séparatif d'assainissement sous la chaussée ;
  - réseau des fluides sous un trottoir ou un accotement ;
  - le réseau de gaz ne doit jamais être placé sous une chaussée ;
  - le réseau de téléphone ne doit être jamais placé dans les parcelles privatives

On peut illustrés tous ces principes sur un schéma comme ensuite :



- Pour la bonne marche des dispositifs d'épuration, majoritairement conçus pour traiter les seuls eaux usées, le système de collecte est généralement séparatif et il réserve un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques, alors que l'évacuation des eaux pluviales est assurée par un autre réseau, comme sur la figure suivante n° 1, ci-dessous ;
- Le système unitaire, consiste à évacuer l'ensemble des eaux usées et pluviales par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet direct par surverse d'une partie des eaux dans le milieu naturel. Ce système est illustré dans la figure n° 2, ci-dessous ;



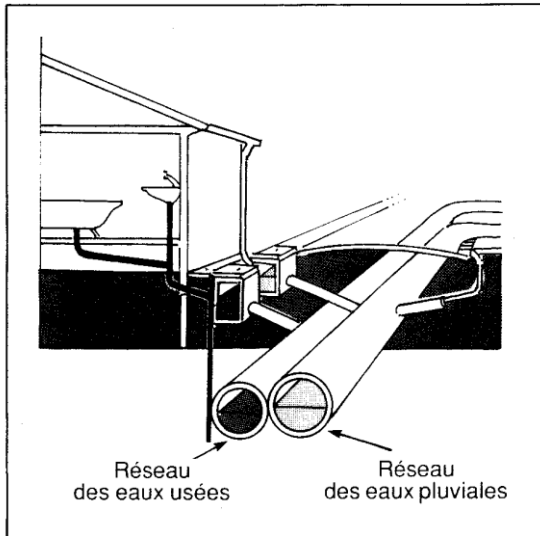


Figure 1 – Système de collecte séparatif.

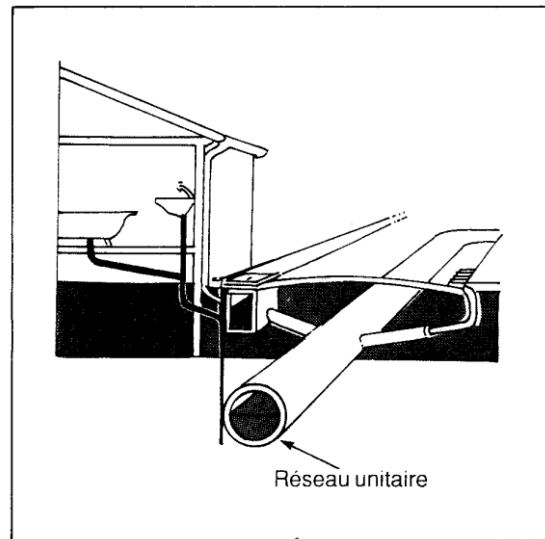


Figure 2 – Système de collecte unitaire.

- Un l'autre système s'appelle structure-réservoir et consiste à utiliser des matériaux poreux pour ralentir et stocker l'eau de pluie dans le matériau même des infrastructures. Cette structure réservoir du point de vue hydraulique doit assurer trois fonctions :
  - l'introduction de l'eau de pluie dans les pores du réservoir ; soit par infiltration soit par injection ;
  - le stockage temporaire de l'eau ;
  - l'évacuation de l'eau ; soit par des drains soit par les couches inférieures, comme sur la figure suivante :

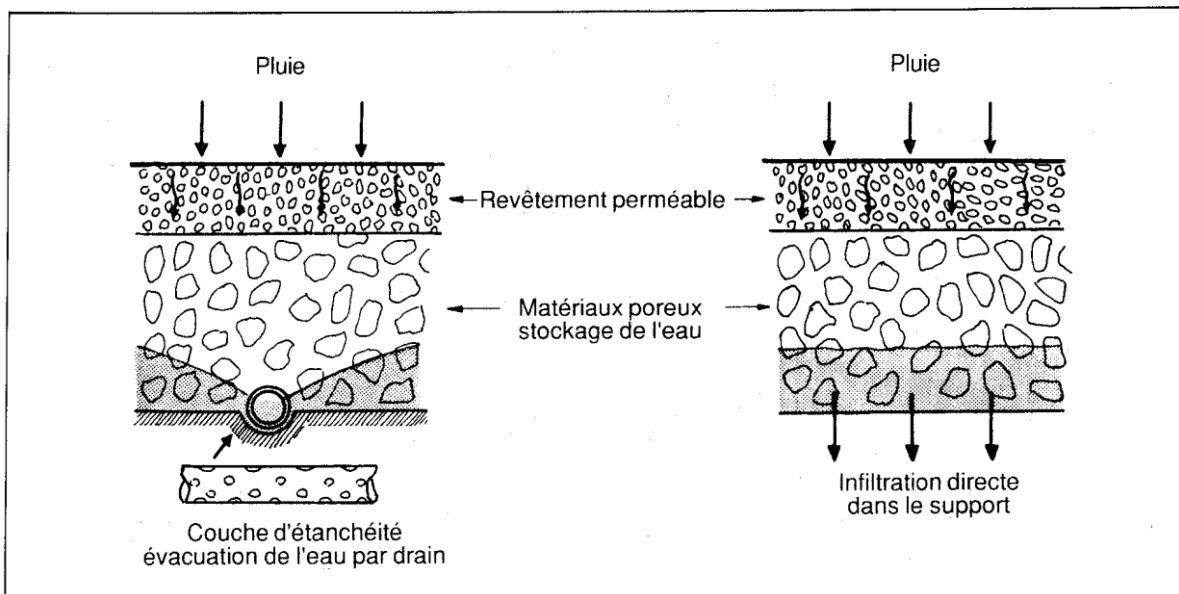
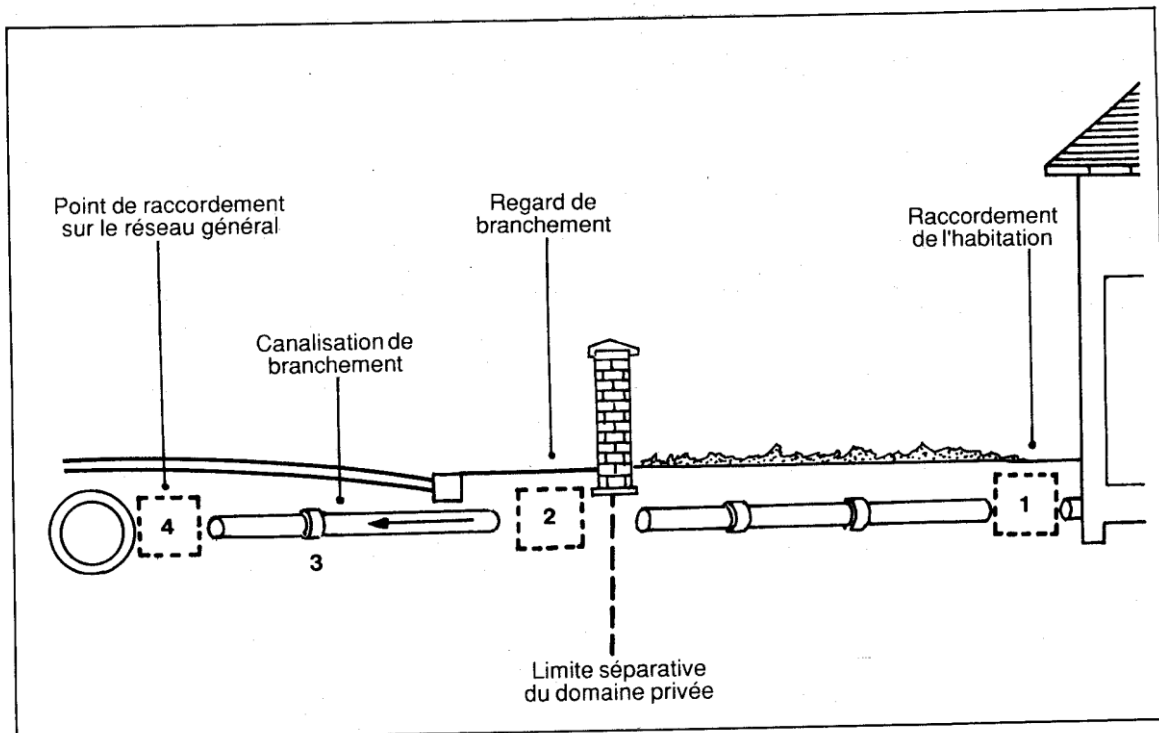


Figure 3 – Principes de fonctionnement d'une structure-réservoir.

**I. B. 3. Problèmes de branchements sur les réseaux publics**

**Définition :** le branchement est l'ensemble du dispositif qui permet d'envoyer les effluents (soit eaux usées, soit eaux pluviales), dans les conduites appropriées, selon le système existant : séparatif ou unitaire.

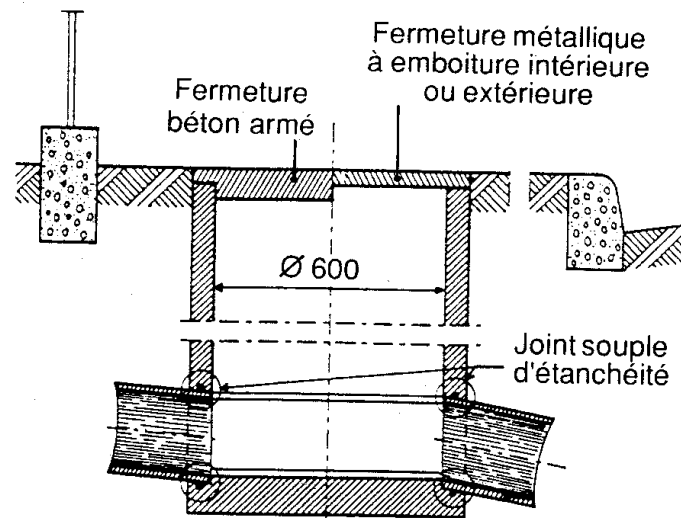
- Un branchement comporte en général, quatre parties qui sont de l'amont vers l'aval, comme ensuite :
  - a) un dispositif de raccordement à l'habitation ;
  - b) un dispositif à buts multiples, appelé regard de branchement ou regard de visite ;
  - c) une canalisation de branchement ;
  - d) un dispositif de raccordement de la canalisation de branchement au réseau général, appelé point de raccordement, comme sur la figure suivante :



– Branchement d'une habitation.

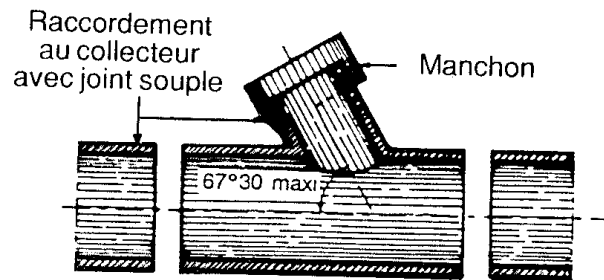
- a) **Raccordement de l'habitation** – peut se faire directement sur la boîte de branchement, lorsque celle-ci n'est pas éloignée du bâtiment.
  - Parfois on peut prévoir une deuxième boîte de branchement accolée au bâtiment, dans le cas que les branchements sont réalisés « à priori », sans connaître la position de la future maison sur la parcelle.
- b) **Regard de branchement** – même si cet ouvrage n'est pas obligatoire, il a toutefois une grande importance, parce que à la fois il permet de :

- matérialiser le point de passage de raccordement au réseau général ;
- entretenir les ouvrages de branchements ;
- contrôler la nature des effluents ;
- limiter les coûts en réalisant des branchements doubles ;
- Les ouvrages pouvant faire cet office sont les suivantes :
  - le regard simple à passage direct ;
  - boîte de branchement ;
- La fermeture de ces ouvrages est d'habitude assurée par un tampon devant résister à la même charge que les autres ouvrages, comme sur la figure :



– Regard de façades

- c) Canalisation de branchement** – la réglementation prévoit que le diamètre des branchements doit rester inférieure à celui du réseau général afin de limiter les risques d'obstruction, mais pas inférieure à 150 mm.
- Les diamètres les plus souvent utilisés sont les suivantes :
    - $\varnothing 150$  mm, en cas de réseau séparatif pour eaux usées, dans la majorité des cas ;
    - $\varnothing 200$  mm,  $\varnothing 300$  mm,  $\varnothing 500$  mm, en cas de réseau unitaire et séparatif pour les eaux pluviales ;
  - Une pente minimale de 3% est souhaitable pour éviter tout risque de stagnation et de formation de dépôts.
- d) Point de raccordement au réseau général** – sont de multiples types et dépendent du diamètre et de la nature des matériaux des canalisations :
- **les culottes de branchement** – adaptés à la nature de la canalisation et aux diamètres respectifs du réseau et de la canalisation de branchement, comme sur la figure suivante :



– Culotte de branchement

- **les branchements directs** – sur le regard de visite du collecteur, doivent être réalisés de préférence avant la mise en service du réseau, et aboutir au niveau de la cunette (rigole du fond) du regard ;
- **les boîtes des raccordements** – ou regard borgne (non visitable) ayant l'avantage de laisser le libre choix de la profondeur des branchements et de s'accommoder de tout matériaux pour les conduits,
- **les raccords par piquage direct** – ou en tulipe, utilisés lorsqu'il n'existe pas de raccord préfabriqué. Ils consistent à percer le collecteur, emboîter l'élément de tuyau et réaliser un joint. L'amélioration des techniques de piquage en font une solution de plus en plus fréquemment employée.

#### I. B. 4. Plan des canalisations existantes

- Les constructions neuves ne sont pas toujours édifiées sur un terrain vierge, et alors celui-ci a pu avoir une autre utilisation ou bien un équipement a été prévu (zone industrielle ou de rénovation).
- D'habitude, les éléments visibles en surface (tampons par exemple) figurent sur le plan de géomètre, mais les éléments enterrés sont inconnus.
- On peut trouver deux situations possibles :
  - soit l'occupant précédent possède des plans détaillés des réseaux enterrés, ce qui est assez rare, il y a lieu alors de vérifier néanmoins par des visites sur place et éventuellement par des sondages l'exactitude des données ;
  - soit il n'existe aucun plan, mais sur place des éléments visibles indiquent des présomptions ;
  - une fois toutes les recherches terminées, un plan de récolement doit être monté et joint aux documents du dossier ;
- Ce plan de récolement a comme objet les réseaux et la voirie, après leur exécution, et il peut être fait par un géomètre indépendant ou des entreprises ayant réalisés les travaux.

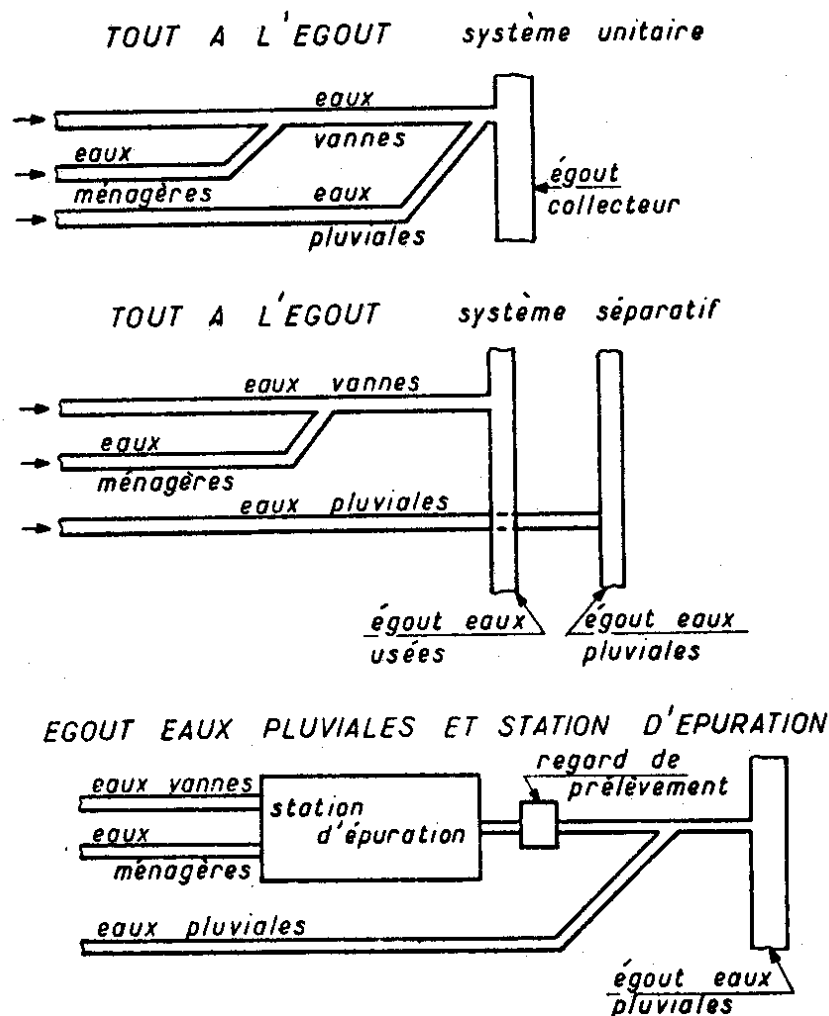
- Sur ces plans seront figurés :
  - les réseaux avec leur identification, les ouvrages enterrés, les branchements, les niveaux, les pentes, etc.
  - les bâtiments avec le niveau du rez-de-chaussée et le nombre d'étages,
  - les voies de circulation et les parcs à voitures avec leurs axes de référence, les voies pompiers, etc.
  - les ouvrages enterrés ;
  - l'ensemble sera à l'échelle 1/200 et toutes les cotes de niveau seront rapportées au système des points géodésiques précis en plan ;

### I. B. 5. Les systèmes d'assainissements

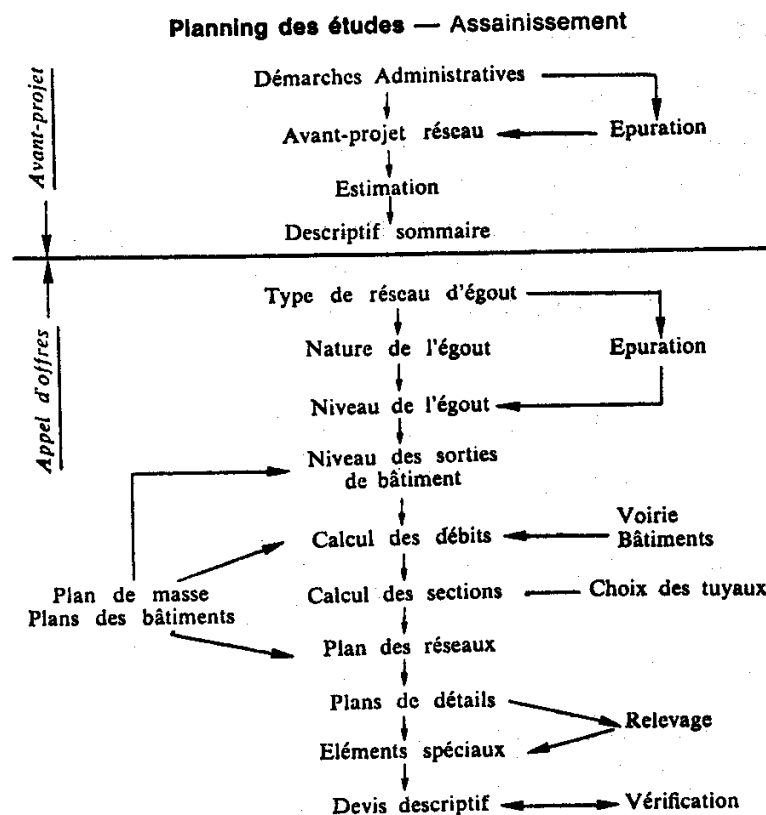
- Dans la catégorie des eaux qui doivent être évacuées, on distingue les types suivants :
  - **les eaux de pluies** – qui provient des précipitations naturelle, sont recueillies par les toitures et les chaussés et qui se caractérisent par des débits importants (dans le cas d'un orage), mais intermittent ;
  - **les eaux vannes (ou eaux noirs)** – sont issues des WC ;
  - **les eaux ménagères (ou eaux grises)** – provenant des cuisines, des salles de bains et de buanderies ;
  - **les eaux industrielles** – ont un débit variables, mais constant ;
- Toutes ces eaux véhiculent des matières organiques ou minérales en suspension ou dissoutes dont la teneur caractérise la pollution de l'eau laquelle, négligeable pour les eaux pluviales, est importante pour les autres catégories, ce qui nécessite un traitement préalable avant leur rejet dans le milieu naturel.
- Le raccordement à l'égout public des réseaux d'eaux usées est obligatoire, soit impossibilité matérielle dûment constatée. En pratique, on peut trouver les cas suivants :
  - le réseaux d'égouts n'existe pas, situation peu fréquente et évoquée pour mémoire car elle n'intéresse que les pavions isolés et certains usines, elle peut constituer un motif de rejet de la demande de Permis de Construire ;
  - les réseaux d'égouts existe, mais est insuffisante et doit être renforcé, ce qui nécessite une prise de décision de la municipalité, avec inscription de budget de la Commune, problème délicat et long à résoudre ;
  - les réseaux d'égouts existe et est suffisant, et dans ce cas le projeteur doit se renseigner sur son type (unitaire ou séparatif), les niveaux du fil d'eau et les modalités de raccordement, etc.
- Un réseau d'assainissement a pour but d'évacuer les eaux usées et les eaux pluviales des bâtiments vers l'égout public, et on peut trouver les cas :
  - **égout unitaire** – il collecte toutes les eaux que soit leur provenance, c'est le « tout-à-l'égout » et ce système n'est pas utilisé que dans les grandes villes.

Il aboutit à une station d'épuration qui rejette les effluents dans le milieu naturel, d'habitude une rivière.

- **égout séparatif** – il est composé de deux canalisations distinctes ; l'une collecte les eaux pluviales, l'autre l'eau usée. Dans ce cas on a l'avantage de ne pas surcharger les stations d'épurations en cas de précipitations abondantes.
- **égout unique** – il collecte uniquement les eaux pluviales. Il peut recevoir les eaux usées après qu'elles aient transité dans une station d'épuration.
- tous ces types des égouts peuvent être représentés comme sur la figure suivante :



- On peut synthétiser toutes les étapes d'étude d'un assainissement comme sur le schéma suivant :

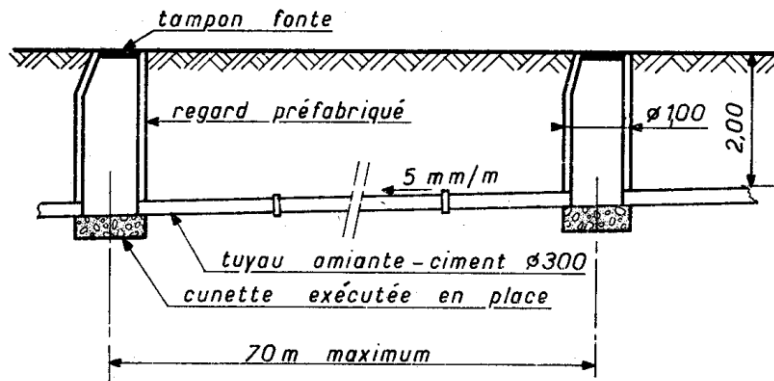


### I. B. 6. Conditions de mise en œuvre

- Tous les réseaux d'évacuation des eaux doivent respecter plusieurs des conditions :
  - elles doivent être réalisées en matériaux imputrescibles et résistants ;
  - l'ensemble doit être étanche pour ne pas polluer l'environnement ;
  - chaque réseau a plusieurs parties composantes, comme :
    - a) **collecteur** – est réalisé en tuyaux de 1 à 3 m posés dans une tranchée ;
    - b) **embranchements** – entre les immeubles, les avaloirs divers et le collecteur principal ;
    - c) **regards** – pour la visite et le curage, placés d'habitude aux intersections, aux coudes ou à intervalles réguliers dans les sections droites ;
    - d) **avaloirs** – qui sont des éléments recueillant les eaux des surfaces ;
    - e) **accessoires de décantation** – ayant pour but d'arrêter tout ce qui pourrait obstruer les canalisations en aval ;
    - f) **siphons de chasse** – placés en tête de canalisation à pente trop faible pour que l'écoulement s'effectue d'une façon satisfaisante ;
    - g) **le raccordement à l'égout public** – réglementé toujours sur plan local

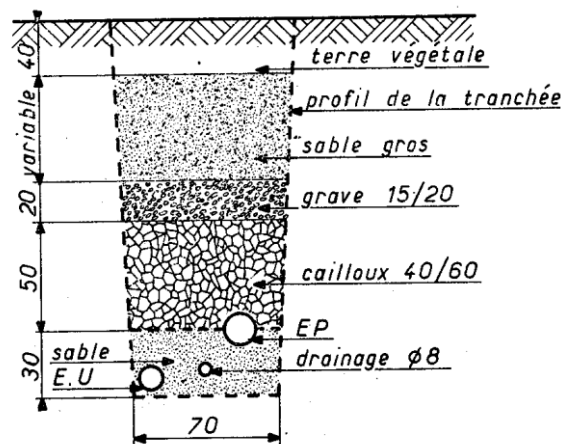
### I. B. 7. Les collecteurs

- Les collecteurs sont constitués par des tuyaux enterrés alignés, allant de regard en regard, avec un diamètre et une pente constante entre ceux-ci, comme sur la figure suivante :



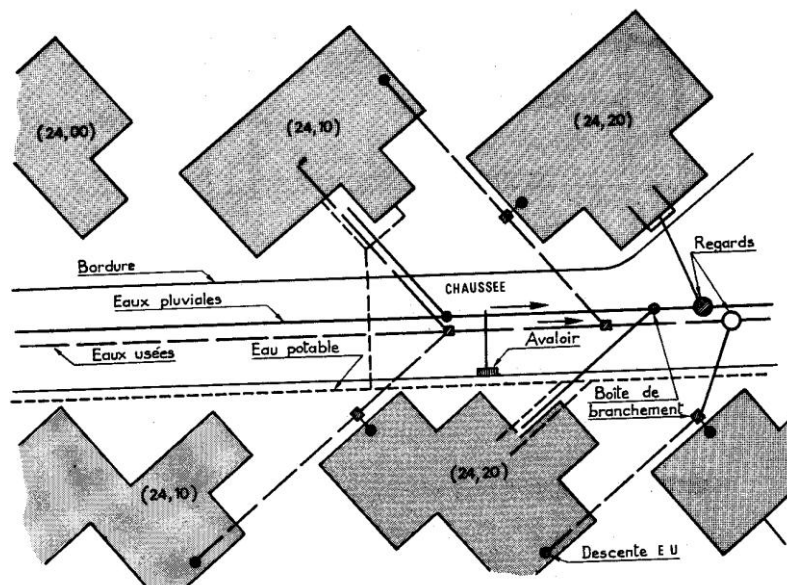
— Canalisations extérieures

- Les tuyaux des réseaux enterrés sont soumis à de nombreuses contraintes dont les principales sont :
  - le poids propre de remblai ;
  - le poids du liquide contenu ;
  - les charges mobiles et fixes sur le remblai ;
  - l'agressivité du liquide contenu ou de terre de remblai ;
  - les tassements différentiels du terrain ;
  - l'action des racines d'arbres et des rongeurs ;
  - les variations de niveau de la nappe phréatique ;
  - les chocs lors de la mise en œuvre ;
  - les tassements et les vibrations dus au trafic, etc.
- Les canalisations d'eaux usées et pluviales, mêmes quand sont en parallèle dans la même tranchée, elles sont décalées en niveau de 30 à 40 cm, comme sur le schéma ci-dessous :

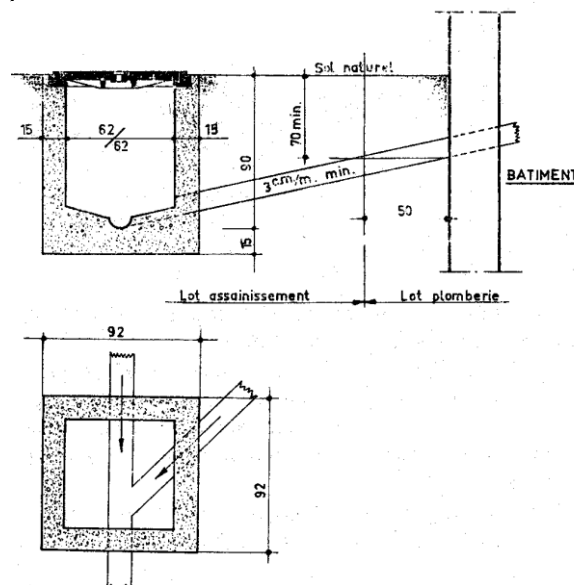




- Il est conseillé de placer le réseau des eaux pluviales au-dessus du réseau des eaux vannes, parce que au contraire, en cas de fuite des eaux usées on peut entraîner une pollution des eaux pluviales.
- Comme matériaux pour les tuyaux, jusqu'à  $\varnothing 400$  mm on peut utiliser amianteciment à la fois et pour EP (eaux pluviales) et pour EU (eaux usées). Au dessus de ce diamètre on peut utiliser le béton armé pour EP et le grès pour EU
- Le tracé d'un collecteur est rectiligne entre les ouvrages de visite et toutes les changements de direction se font également à partir des regards, comme sur la figure suivante :



- La canalisation doit être enterrée sous une couverture de terre d'au moins 80 cm au départ, portée à 1 m dans le cas de diamètres supérieures à 400 mm :



## I. B. 8. Evaluation des débits et des volumes

### I. B. 8. A. Pour les réseaux d'eaux pluviales

#### ▪ **Choix de la période de retour**

Le concepteur doit préciser chaque fois le degré de protection contre les inondations, qu'il convient d'assurer. Celui-ci résulte d'un compromis entre l'aspiration à une protection absolue, pratiquement irréalisable et le souci de limiter le coût d'investissement.

- Ce degré de protection est habituellement précisé par le choix de la **période de retour** de la pluie avec laquelle est établi le projet. La période de retour définit le caractère plus au moins exceptionnel d'un événement.
- Il faut savoir qu'une averse décennale qui se produit en moyenne une fois tous les dix ans, a des probabilités non nulles de se produire 1,2 ou 3 fois au cours de cette période. De plus sur cette même période, peuvent survenir des événements pluvieux statistiquement plus rares.
- Pour les petites opérations, une période de retour de 2 à 5 ans est en général suffisante, mais dans le cas des quartiers fortement urbanisés, on devra dimensionner les ouvrages pour des événements de périodes de retour plus élevées.

#### ▪ **Coefficient de ruissellement**

Ce coefficient mesure la part de la pluie tombée qui contribue à la formation des débits instantanés maximaux (débit de pointe) dans le réseau.

- On distingue généralement, pour le calcul, les types de surfaces suivants :
  - les toits ;
  - chaussées ;
  - trottoirs ;
  - parkings ;
  - espaces verts ; etc.
- Ne doivent être prises en compte que les surfaces effectivement raccordées au réseau.

#### ▪ **Coefficient d'apport**

Ce coefficient mesure le rendement volumique global de la pluie. L'évaluation de ce coefficient, fonction des conditions hydrogéologiques, demande l'intervention d'un expert.

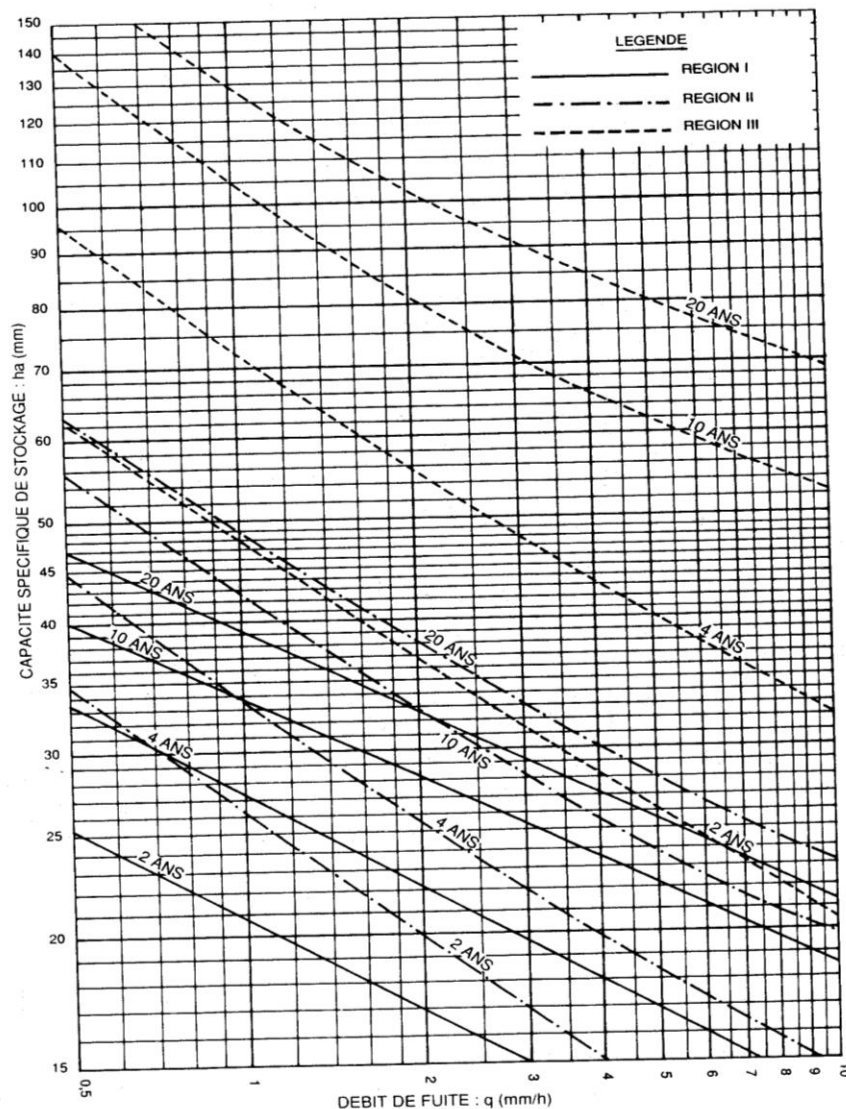
#### ▪ **Méthodes de calcul**

Pour le calcul de débits on peut utiliser les quatre méthodes suivantes :

- a) **La méthode de Caquot** – elle s'appelle la méthode des formules superficielles. Dans ce cas le débit maximal à prendre en compte pour le calcul de canalisations est donné par une « formule superficielle » dont coefficients sont fonction de la période de retour considérée et de la région pluviométrique dans laquelle on se trouve.
- Par rapport de ces coefficients qui sont enregistrés au niveau de chaque pays, on utilise une relation de calcul de la forme suivante :

Périodes de retour $T = 1/F$	Paramètres		Formules superficielles en $m^3/s$ $Q^*$			
	$a (F)$	$b (F)$				
<b>Région I</b>						
10 ans	5,9	0,59	1,430	$I^{0,29}$	$C^{1,20}$	$A^{0,78}$
5 ans	5,0	0,61	1,192	$I^{0,30}$	$C^{1,21}$	$A^{0,78}$
2 ans	3,7	0,62	0,834	$I^{0,31}$	$C^{1,22}$	$A^{0,77}$
1 an	3,1	0,64	0,682	$I^{0,32}$	$C^{1,23}$	$A^{0,77}$
<b>Région II</b>						
10 ans	6,7	0,55	1,601	$I^{0,27}$	$C^{1,19}$	$A^{0,80}$
5 ans	5,5	0,57	1,290	$I^{0,28}$	$C^{1,20}$	$A^{0,79}$
2 ans	4,6	0,62	1,087	$I^{0,31}$	$C^{1,22}$	$A^{0,77}$
1 an	3,5	0,62	0,780	$I^{0,31}$	$C^{1,22}$	$A^{0,77}$
<b>Région III</b>						
10 ans	6,1	0,44	1,296	$I^{0,21}$	$C^{1,14}$	$A^{0,83}$
5 ans	5,9	0,51	1,327	$I^{0,24}$	$C^{1,17}$	$A^{0,81}$
2 ans	5,0	0,54	1,121	$I^{0,20}$	$C^{1,18}$	$A^{0,80}$
1 an	3,8	0,53	1,804	$I^{0,26}$	$C^{1,18}$	$A^{0,80}$
<p><math>a (F)</math> et <math>b (F)</math> : paramètre donnant l'intensité moyenne maximale d'une pluie de durée <math>t</math> et de fréquence de dépassement <math>F</math>. <math>F = 1/T</math>  <math>i_{\text{moy max}} (t, F) = a (F) t^{b(F)}</math>  <math>T</math> : période de retour  <math>I</math> : pente moyenne du bassin versant en mètre par mètre (m/m).  <math>A</math> : surface en hectares du bassin versant.  <math>C</math> : coefficient de ruissellement.  <math>Q</math> : débit de pointe en mètres cube par seconde (<math>m^3/s</math>).  *Par exemple, pour une période de retour (<math>T</math>) de 10 ans, en région I :  <math>Q (m^3/s) = 1,430 \times I^{0,29} \times C^{1,20} \times A^{0,78}</math></p>						

- Le domaine d'utilisation est limité au petit bassin urbain avec les caractéristiques suivantes :
  - $A < 200$  ha ;
  - $0,2\% < I < 5\%$  ;
  - $0,2\% < C < 1$  ;
  - $L / A > 0,8$  ;
- b) **La méthode de volume** – est une méthode simplifiée pour la détermination du volume maximum à stocker avec une période de retour donnée et elle sert au calcul de la capacité des ouvrages tels que bassins de retenue, fosses absorbantes, drains, etc.
- Cette méthode suppose que l'on dispose d'une série de pluies correspondant à plusieurs années d'observation. Les volumes maximaux à stocker pour différentes périodes de retour (T), sont obtenus par analyse statistique de la série des volumes.
- Pour cette analyse on utilise des abaques comme ci-dessous :



- Pour utiliser cet abaque, il faut :
  - choisir un débit de fuite constant ( $Q_f$ ) que l'on admet pour l'ouvrage à dimensionner;
  - on doit calculer ( $S_a$ ), la surface active du bassin versant :

$$S_a = S \times C_a ; \quad \text{où on trouve :}$$

$S$  – la surface du terrain du bassin;

$C_a$  – le coefficient d'apport;

- calcule le débit de fuite spécifique ( $Q_s$ ), avec la relation suivante :

$$Q_s = \frac{Q_f}{S_a} ; \quad \text{en mm/h par hectare;}$$

Ce qui permet d'obtenir  $h_a(T)$ , la capacité de stockage.

- Le volume nécessaire de l'ouvrage est déduit par la formule :

$$V = 10 \times h_a \times S_a ; \quad \text{en m}^3 ;$$

- Cette méthode ne s'applique pas aux grands bassins versants parce que elle ne permet pas de mesurer l'influence hydraulique de l'ouvrage sur le réseau à l'aval.

**c) La méthode des pluies** – cette méthode prend comme hypothèse que les apports à la retenue s'expriment sous la forme d'une courbe hauteur de la pluie, en fonction du temps, de la forme suivante :

$$H(t, T) = a(T) \times t^{b(T)+1} ; \quad \text{où } a(T) \text{ et } b(T) \text{ sont comme le tableau de la méthode (a);}$$

- Dans ce cas le volume maximum à stoker pour une période de retour s'obtient par détermination graphique de la différence maximum  $DH(q_s)$  entre le courbe  $H(T, t)$  et la droite de vidange de retenue  $qs(t)$ . Pour calculer ça on utilise la formule suivante :

$$V(q_s, T) = 10 \times C_a \times A \times \frac{-b(T) q_s}{1 + b(T)} \times \left( \frac{q_s}{a(T) (1 + b(T))} \right)^{1/b(T)}$$

où on trouve :

$C_a$  – coefficient d'apport;

$V$  – le volume en  $m^3$  ;

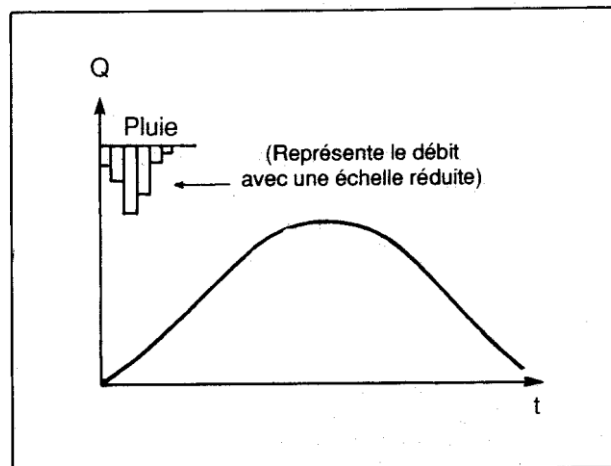
$A$  – la surface du bassin versant en ha;

$T$  – la période de retour, en années;

**d) La méthode de simulation mise en œuvre par des logiciels**

Cette méthode rend mieux compte de la variabilité des phénomènes qui entrent en jeu :

- la pluie;
  - le ruissellement sur les surfaces urbanisées;
  - les écoulements dans les canalisations;
  - le fonctionnement hydraulique des ouvrages, etc.
- Comme modèles de simulation, on peut trouver :
    - les modèles de simulation des pluies;
    - les modèles hydrologiques opérant la transformation des pluies en hydrogrammes de ruissellement à l'avant du bassin versant;
    - les modèles hydrauliques qui propagent, composent, amortissent les hydrogrammes à la traversée du réseau de canalisation (existantes ou à calculer) et les ouvrages tels que bassins de retenue, chutes, siphons, etc.
  - A partir de pluies prévues ou des pluies réelles, les logiciels simulent les hydrogrammes comme sur le schéma suivant :



- Par rapport on peut établir les éléments suivants :
  - la dimension des canalisations à mettre en place;
  - la connaissance des insuffisances (débordement) des ouvrages existants;
  - le volume des ouvrages de stockage;
- Parmi les logiciels de simulation en hydrologie, on peut citer :
  - CEDRE;
  - METE EAU;
  - MOUSE;
  - TERESA;
  - WALRUS; etc.

### ▪ Réseaux d'évacuation rapide (canalisations ou fosses)

Afin de sélectionner le collecteur capable d'écouler les débits calculés, on applique la formule de Chezy-Basin (abaque de l'instruction technique ou celle de Strickler, comme ci-dessous :

$$V = K.R^{3/4} I^{1/2} \quad \text{d'où } Q_p = S.V = K.S.R^{3/4} I^{1/2}$$

Dans laquelle on a :

$Q_p$  = le débit calculé en m<sup>3</sup>/s;

$K$  = le coefficient de Strickler;

$R$  = le rayon hydraulique, rapport de la section mouillée ( $S$ ), en m<sup>2</sup>, au périmètre mouillé ( $p$ ), en m.

$I$  = la pente de l'ouvrage en m/m;

$V$  = la vitesse d'écoulement de l'eau en m/s;

▪ **Pour les canalisations circulaires enterrés** – dans ce cas on a :  $K = 60$  ; et alors le dimensionnement s'effectue à partir des abaques fournis par l'instruction technique.

▪ **Pour les réseaux de surface** – dans ce cas la valeur de ( $K$ ) varie avec la nature de l'ouvrage, comme suite :

- les caniveaux pavés ou cimentés :  $50 < K < 80$  ;
- les fosses en terre :  $25 < K < 40$  ;
- les fosses revêtus :  $30 < K < 80$  ;

### ▪ Les fossés absorbants

- Ce type peut être envisagé lorsque les conditions suivantes sont remplies :
  - perméabilité du sol supérieure à environ  $10^{-6}$  m/s ;
  - vitesse d'écoulement longitudinale faible (la pente à tour de 0,5%);
- Dans ce cas on détermine les dimensions des fosses en faisant un calcul de volume à stocker et en supposant que le débit d'évacuation est égal au réel d'infiltration dans le sol :

$$Q = s \times k \times i ;$$

où on trouve:

$S$  – la section du fossé;

$K$  – perméabilité du sol;

$i$  – gradient hydraulique, supposé constant, égal à 1 lorsque la nappe est profonde;

▪ Comme cas particulier, quand on a :

- la pente longitudinale nulle;
- la fosse ne reprend que les eaux de la voirie;
- le débit de vidange est constant;

Dans ce cas on calcule le débit spécifique avec la relation suivante :

$$Q = \frac{3,6 \times 10 \times 6 \times k \times s}{S_a} ; \text{ comme unités on a : } k = \text{m/s}; \quad s = \text{m}^2; \quad S_a = \text{m}^2;$$

#### I. B. 8. b. Pour les réseaux des eaux usées

- Pour les eaux usées le débit de pointe dans l'habitation est donné par la formule suivante :

$$Q = 0,019 \times N ; \text{ où } (N) \text{ est le nombre de logements desservis;}$$

- D'habitude on considère que le débit moyen journalier est pris égal à 150 l /usager;
- Le calcul des sections de canalisations dans ce cas est complexe, et il est basé sur la formule de Chézy, qui donne la vitesse d'écoulement (V) :

$$V = C \times \sqrt{R \times I} ; \quad \text{où on trouve :}$$

**C** – coefficient de paroi ou de rugosité;  
**R** – rayon moyen de l'ouvrage en mètre;  
**I** – pente du collecteur;

- Pour déterminer la valeur de (**C**), on utilise la formule de Basin :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{1}{\sqrt{R}}} ; \text{ où } (\gamma) \text{ est le coefficient d'écoulement, fonction de la nature des parois ;}$$

- Ces formules ont donné lieu à des abaques et il faut mentionné que le débit peut être augmenté de 5% dans le cas d'un réseau bien entretenu, et de 5% en plus dans le cas de tuyaux très lisses.
- Pratiquement il ne faut pas descendre en dessous des sections suivantes :
  - Ø 300 mm pour les collecteurs d'eaux pluviales,
  - Ø 200 mm pour les raccordements pluviales sur immeubles;
  - Ø 200 mm pour les collecteurs principales d'eaux usées;
  - Ø 150 mm pour les branchements sur les immeubles;
- Les canalisations d'eaux usées sont calculées à section demi-pleine, avec une vitesse minimale d'auto curage de 0,3 m/s et à une pente minimale de 2%.
- La pente optimale a une valeur de 4%, mais la pente maximale doit être tel que la vitesse ne dépasse 4 m/s à pleine section.



**Débit des tuyaux coulant à pleine section en litres-seconde**

pente/m	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650
	Vitesse d'autocourage insuffisante	7 l/s	11	20	32	48	69	94	124	160	202	250
1 mm/m	2,4 l/s		15	28	45	68	97	132	175	226	285	355
2	2,9	9	19	34	55	83	119	162	215	277	350	433
3	3,4	10	22	39	64	96	137	187	248	320	403	499
4	3,8	11	25	44	71	107	153	210	278	358	451	558
5	4,1	12	27	48	78	118	168	230	304	392	494	612
6	4,5	13	29	52	84	127	181	248	329	424	534	661
7	4,8	14	30	55	90	136	194	265	351	452	570	706
8	5,1	15	32	59	95	144	206	281	373	480	611	750
9	5,4	16	34	62	101	152	218	296	393	506	638	790
10 mm/m	7,6	22	48	87	142	214	306	418	554	714	900	1 114
20	9,3	27	59	106	173	261	373	510	675	871	1 097	1 359
30	10,7	32	68	123	201	304	433	593	786	1 012	1 276	1 580
40	12	35	76	138	225	340	485	664	879	1 134	1 424	1 769
50	13,1	39	84	152	246	372	531	726	962	1 240	1 563	1 935
60	14,2	42	90	164	266	402	574	785	1 040	1 341	1 691	2 094
70	15,1	45	96	175	284	430	613	839	1 111	1 432	1 806	2 236
80	16,1	48	102	185	302	455	650	889	1 178	1 518	1 914	2 370

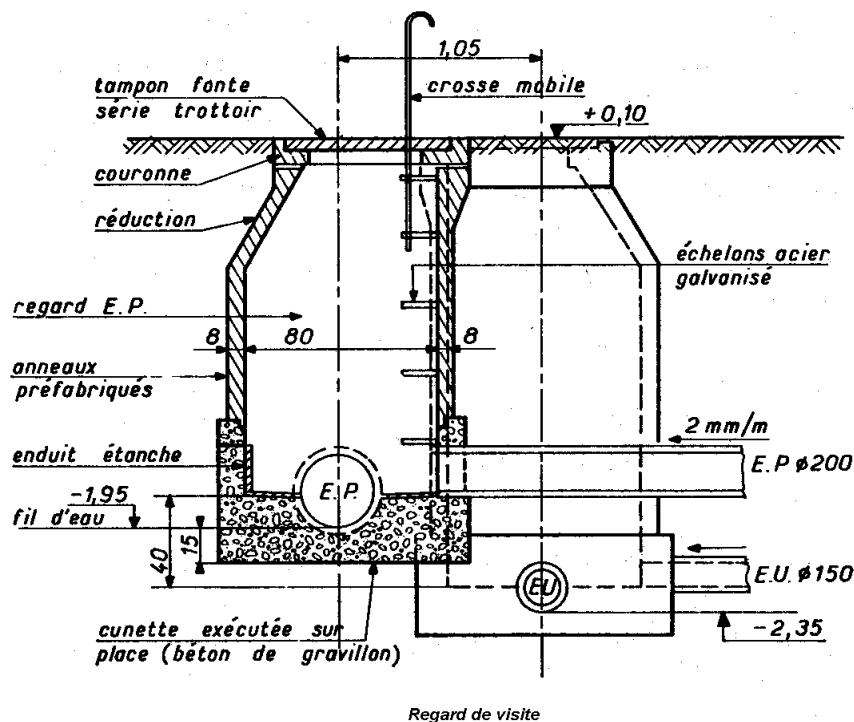
## I. C. Accessoires de réseaux d'assainissements

### I. C. 1. Les regards

**Définition :** les regards sont des ouvrages maçonnés constitués par un puits vertical surmonté d'un couvercle mobile. Leur conception doit leur permettre de résister tout en demeurant étanches à la poussée des terres et à celles engendrées par le passage des charges roulantes.

- D'habitude les regards sont réalisés en béton, armé ou non, mais sont de plus en plus remplacés par des ouvrages préfabriqués normalisés.
- Un regard de visite se compose d'éléments suivants :
  - une cunette épousant la forme de la partie inférieure de la canalisation traversante avec deux plages latérales inclinées;
  - une cheminée verticale circulaire (diamètre 1 m ou minimum 80 cm), ou bien carré à côté d'un mètre, terminée par une hotte pour recevoir la dalle de couverture;
  - une trappe d'accès constituée par un tampon en fonte ou en acier, dont le type est fonction des surcharges (trottoir, chaussée), avec orifice pour la ventilation et la manipulation;
  - des échelons des descente, avec une crosse mobile en tête dès que la profondeur dépasse 1 m;
  - éventuellement dans le fond, un couvre cunette pour empêcher la chute d'objets divers dans l'eau;

Tous ces éléments peuvent être illustrée comme sur la figure suivante :



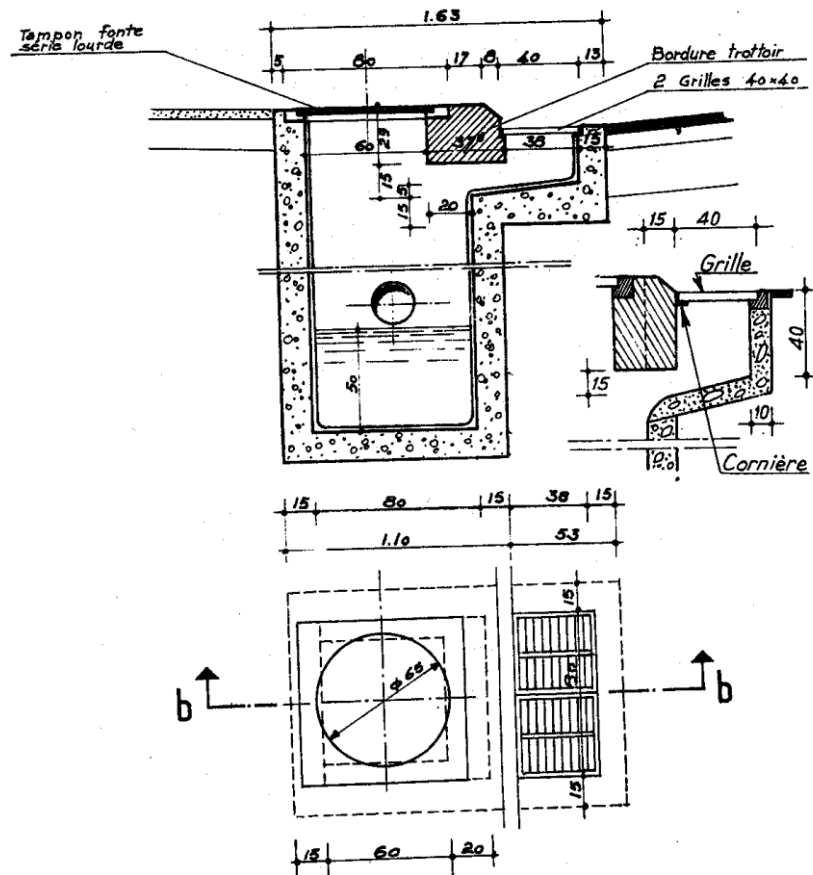
- La cunette est culée en place, mais la cheminée est le plus souvent constituée d'éléments de béton préfabriqués empilés.
- Les regards de jonction sont identiques aux regards de visite sous réserve du tracé de la cunette.
- Aussi, lorsque le raccordement comporte une différence de niveau importante (plus de 30 cm), la liaison entre les deux canalisations s'effectue par un élément de tuyau vertical disposé de façon à permettre le tringlage.

### I. C. 1 . a. Dimensionnement des regards

- Les dimensions minimales des regards sont les suivantes :
  - profondeur inférieure à 1,50 m; diamètre 80 cm;
  - profondeur supérieure à 1,50 m; diamètre 1,0 m avec échelons d'accès;
  - l'épaisseur des parois est de 8 cm en béton préfabriqué en usine et de 12 cm en béton coulé sur place, avec un enduit étanche de 2 cm épaisseur;
  - dans le cas où la chute est supérieure à 80 cm, il faut prévoir une canalisation verticale ou un dispositif de protection de la cunette (plaque de fonte, pavage dur, etc.);
  - lorsque deux canalisations (eaux usées et eaux pluviales) sont parallèles, les regards de visite sont voisins afin de profiter de la même fouille; ils sont décalés en plan pour permettre les branchements;
  - leurs espacements sont de 50 à 70 cm pour les réseaux d'eaux pluviales et de 35 cm au plus pour les réseaux d'eaux usées;
  - pour faciliter l'entretien, un regard doit être placé à chaque branchement et aux changements de direction;

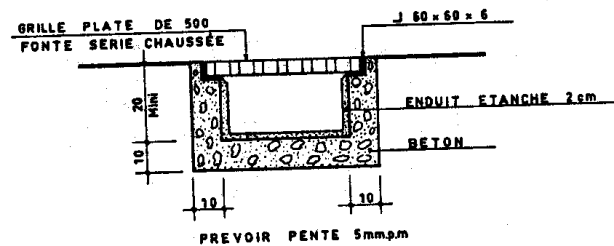
### I. C. 1. b. Les entrées d'eau

- Les ouvrages destinés à récolter l'eau, sont des regards munis d'un dispositif d'entrée à la partie supérieure et d'un système empêchant les gros objets d'y pénétrer et d'obstruer la canalisation.
  - Parmi les types des regards on distingue :
    - **Le regard avaloir** – qui peuvent être de deux types :
      - Le regard courant couvert par une grille métallique placée dans le fil d'eau du caniveau; la visite s'effectue par enlèvement de cette grille;
      - Le regard équipé avec une entrée d'eau verticale – et dans ce cas la visite s'effectue par un tampon placé dans le trottoir, comme sur la figure ci-dessous;
- Pour ce type de regard on trouve aussi :
- Le diamètre de regard (ou le côté du carré) varie de 60 à 80 cm et la profondeur minimale est de 1,35 m dont 30 cm de dessablage;
  - On notera que toujours les barres de grille doivent être placées perpendiculairement à la chaussée, pour ne pas être dangereux pour les bicyclettes;
  - Un avaloir écoule le débit d'environ 250 m<sup>2</sup> de chaussée;

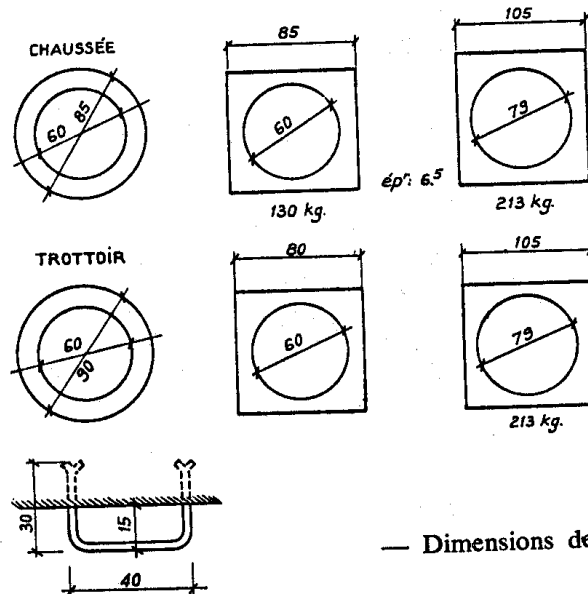


– Avaloir pour eau pluviale sur chaussée.

- **les regards à grille** – ce sont des regards de petites dimensions couverts par une grille en fonte, ils comportent également une décantation et ils évacuent les eaux de ruissellement des parcs à voitures, des allées de piétons, des pelouses; ils sont alignés dans le fil d'eau;
- **les siphons de sol** – ce sont des siphons paniers dont la grille est d'un diamètre important : noyés dans un massif en béton et ne faisant pas saillie sur le sol, ils sont peu gênants pour les piétons mais ne peuvent supporter le passage des véhicules; leur débit relativement faible les fait réserver aux petites surfaces facile à entretenir car ils se bouchent facilement;
- **les caniveaux à grille** – ce sont des ouvrages allongés en forme d'U qui constituent un barrage contre les venues d'eau importantes. Ils sont couverts par des éléments de grille en fonte ou en acier, dimensionnés en fonction de la charge traversante (piétons ou véhicules). Ces grilles reposent sur un cadre en cornières car l'appui sur une feuillure en béton, souvent mal réalisée, est déconseillé.



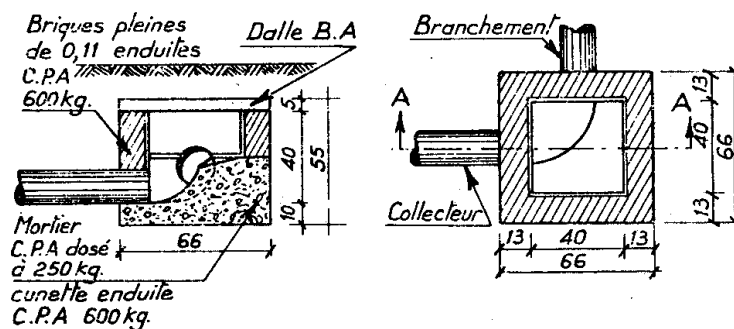
— Caniveau à grille.



— Dimensions des regards

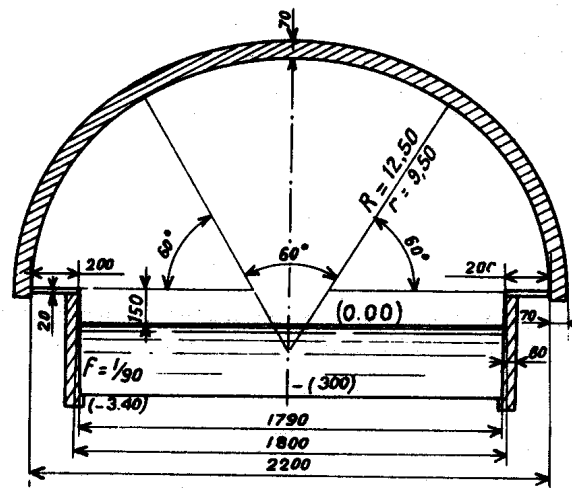
### I. C. 1. C. Divers

- Les **boîtes de branchements**, regards de petites dimensions sans débouché en surface, sont placées au raccordement d'une canalisation secondaire à une principale; la jonction est bien assurée, comme sur la figure suivante :



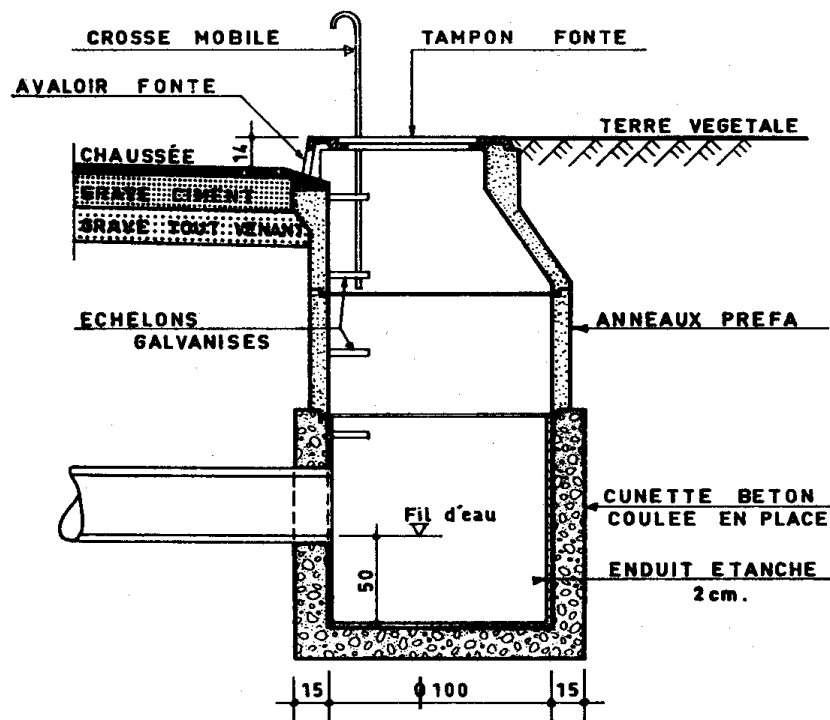
- Il est conseillé de placer une boîte au départ des antennes du réseau d'assainissement extérieur, près du bâtiment : il sera plus facile de raccorder la canalisation intérieure.

- **Séparateur d'orage** – est un regard équipé d'un dispositif permettant d'évacuer les arrivées d'eaux pluviales excédentaires lors d'un orage. Ce type n'est pas utilisé que dans le cas d'un réseau unitaire se déversant dans une station d'épuration. Le risque de pollution du milieu extérieur est assez limité.  
Le rejet à l'extérieur s'effectue par surverse ou par décantation.
- **Refolement des eaux usées** – les eaux usées sont refoulées par pompage, dans le cas d'agglomération à relief accidenté ou pour éliminer les profondeurs dans les terrains plats. Dans ce cas les conduites se caractérisent par une faible hauteur de refolement et des débits importants.
- **Les galeries techniques** – une galerie est constituée par un tube enterré en béton armé d'une longueur importante, et d'une section permettant la circulation d'une personne. A l'intérieur sont placés les canalisations de distribution des fluides et les réseaux d'évacuation, comme sur le schéma :

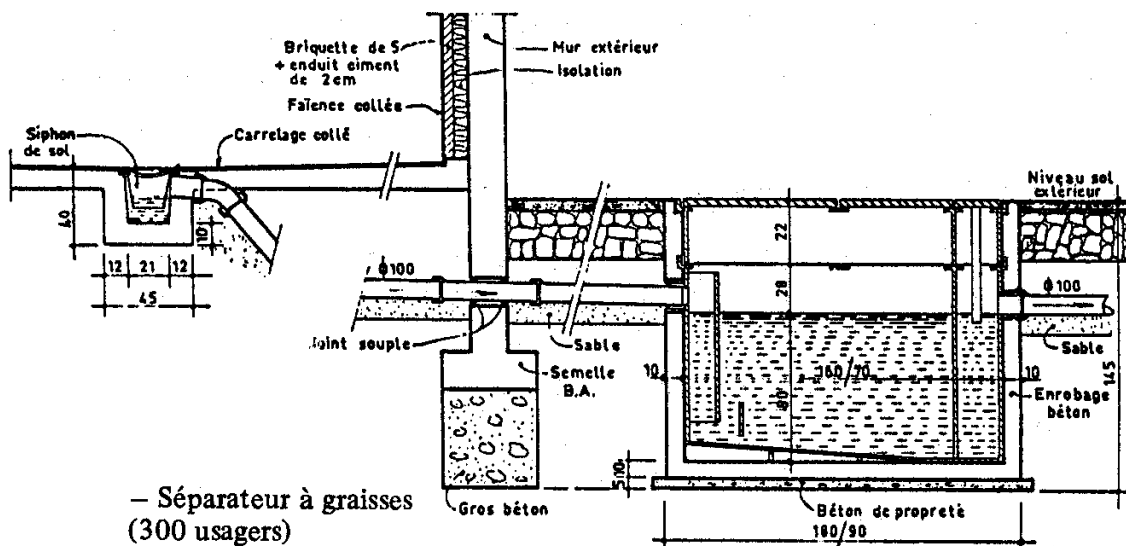


### I. C. 2. Éléments de décantation

- Il faut éviter toujours de rejeter à l'égout (ou dans la station d'épuration) des éléments gênants ou dangereux. Ils seront arrêtés par des chambres spéciales qui devront être périodiquement nettoyées. Dans cette catégorie de chambres spéciales on peut trouver :
  - a) **les boîtes à sable** – qui sont des regards de grandes dimensions utilisés lorsque les eaux pluviales collectées sur les chaussées sont fortement chargées en sable, ce qui finirait obstruer les canalisations;
  - b) **les fosses à graisse** – situées à la sortie des canalisations d'eaux usées des cuisines collectives et des bâtiments pour l'industrie alimentaire; de même conception que les fosses à hydrocarbures ci-après, elles sont généralement exécutées par le gros-œuvre ou par le plombier. La fosse à graisse retient les graisses animales et végétales en provenance des cuisines pendant un temps suffisant pour qu'elles se décantent.



Regard avec boîte à sable



- cette fosse à graisse est généralement placée à l'extérieur, dans un endroit facilement accessible aux véhicules afin d'éviter les manutentions désagréables;
- c) **les regards siphonnés** – qui empêchent les remontées d'odeurs et l'entrée de liquides inflammés (stockage de produits pétroliers, par exemple)

- étant remplie d'eau, elle est naturellement sensible au gel; l'espace d'air (50 cm minimum) assure la protection dans ce cas;
- si elle est située au droit d'une circulation, sa couverture doit résister au passage des véhicules et est constituée de trappes en acier;
- les volumes minimale sont de :
  - o 0,5 m<sup>3</sup> pour un parc de moins de 1000 m<sup>2</sup> (environ 40 voitures);
  - o 1,0 m<sup>3</sup> de 1000 à 5000 m<sup>2</sup> (200 voitures ou 100 camions);
  - o 1,0 m<sup>3</sup> pour chaque 3000 m<sup>2</sup> supplémentaires, avec une capacité maximale de 10 m<sup>3</sup>;

Grille de 40x40

Tampon fonte chassée de 850x850

Distribution d'eau

15

36

10

51

175

91

145

62.24

95

61.29

145/145

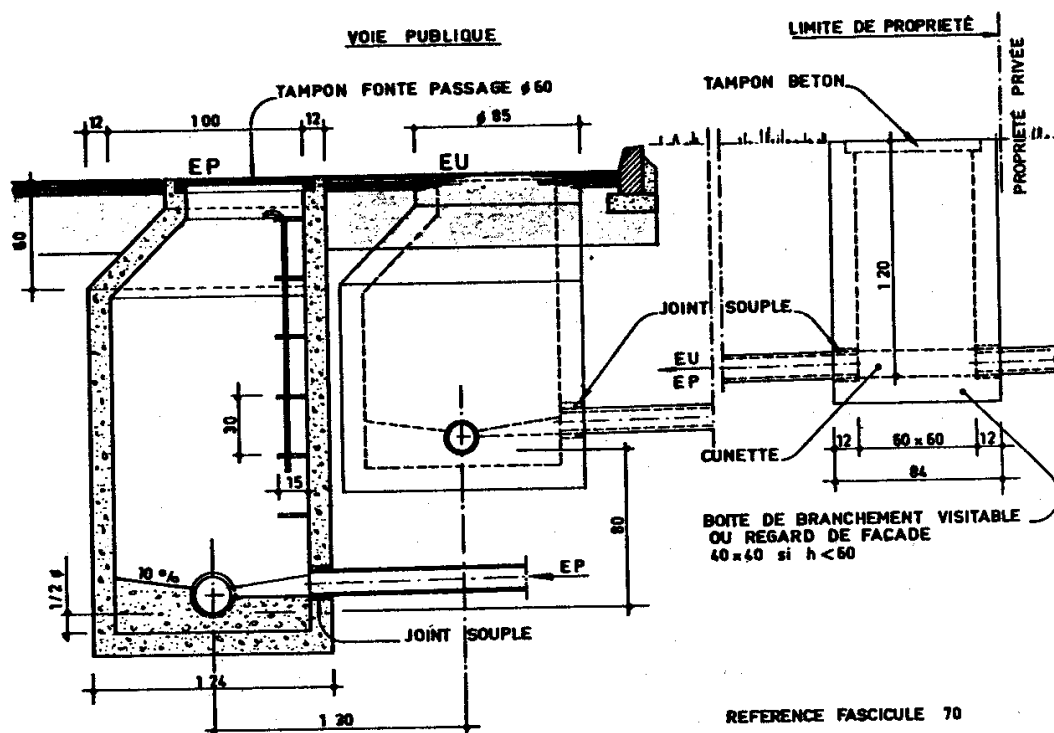
Réservoir de chasse modèle bas (DURENNE type D.I.)



- dans ce cas le volume de l'eau est obtenu par un siphon de chasse, placé dans un regard formant réservoir, comme dans la figure ci-dessus;
- le fonctionnement est simple et automatique : le regard se remplit d'eau en comprimant de l'air sous un cloche; à un certain niveau cet air se détend en chassant l'eau du réservoir;
- un siphon de chasse se place soit en tête de canalisation, soit en cours de trajet, mais plus rarement;

f) **raccordement à l'égout** – la canalisation d'eaux usées et pluviales doivent obligatoirement être raccordées à un égout public sauf cas particulier;

- il est rappelé qu'un raccordement à l'égout ne peut être effectué sans déposer une demande d'autorisation de déversement, tant pour le branchement de chantier, tant que pour le branchement définitif;
- le branchement arrive perpendiculairement au collecteur et la jonction s'effectue sur un regard visitable placé sur le collecteur par l'intermédiaire d'une culotte en attente ou par un raccord de piquage; comme ensuite :

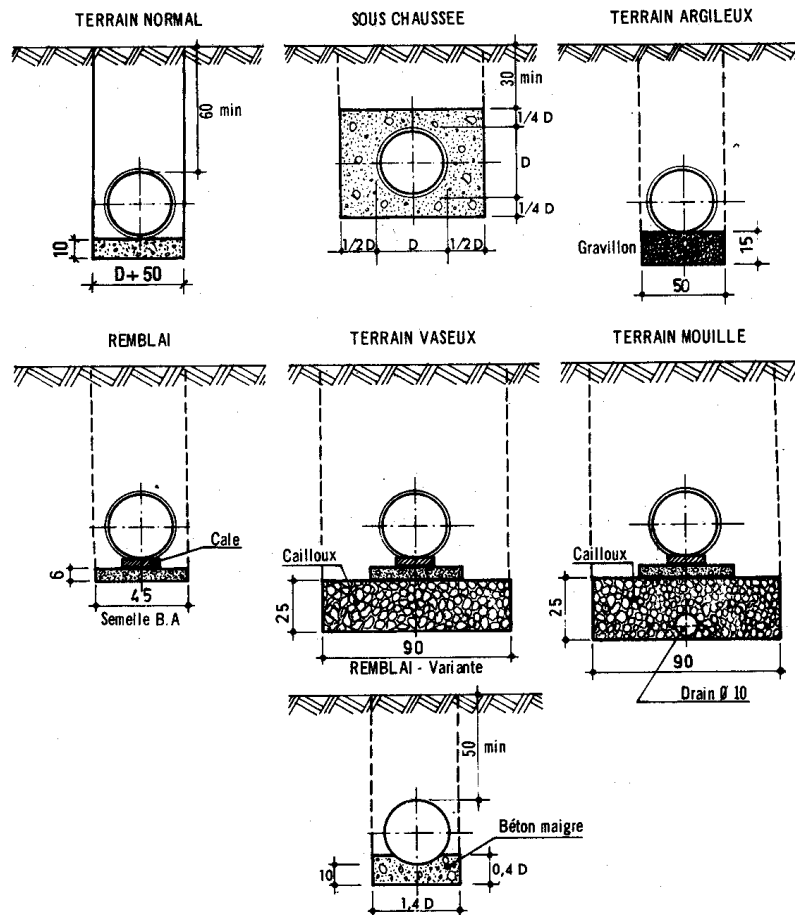


— Raccordement à l'égout - Bâtiment collectif

- pour les bâtiments collectifs et industriels, le raccordement s'effectue sur un regard visitable et en limite de propriété est placée une boîte de branchement visitable, ce qui permet le nettoyage éventuel du branchement;

### I. C. 3. Pose des canalisations

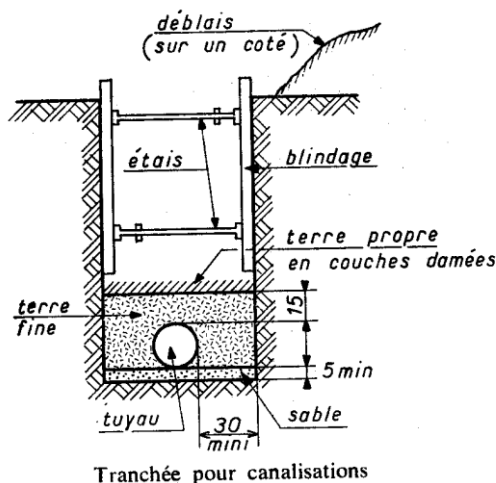
- Les canalisations peuvent être placées en méthodes suivantes :
  - dans le terrain naturel – la solution la plus courante;
  - dans les galeries accessibles;
  - dans un remblai des fouilles;
  - dans un remblai créé pour surhausser le terrain;



— Pose des canalisations

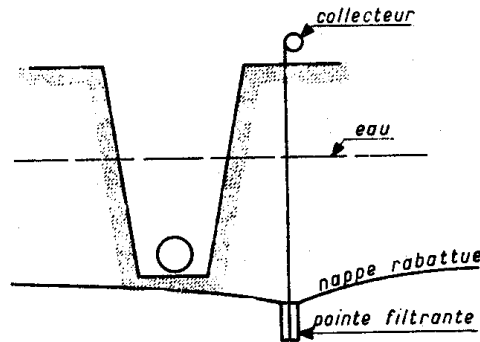
- Le tracé d'une canalisation doit respecter les règles suivantes :
  - au départ avoir une cote de fil d'eau en dessous du niveau d'arrivée des chutes du plombier :  $70 \text{ cm}$  au moins sous le sol du RDC (sans cave);  $50 \text{ cm}$  sous le sol du sous-sol;
  - avoir une pente suffisante pour permettre l'auto curage, mais aussi faible que possible afin de réduire l'importance des fouilles;
  - prévoir des entrées d'eau avec dessablage;
  - éviter l'entrée de gros éléments : toutes les entrées doivent être équipées de grilles ou de paniers;

- être adapté au relief du terrain, pour éviter des tranchées profondes;
- être le plus rectiligne possible et ne changer de direction qu'au droit des regards de branchement afin de réduire le nombre des regards nécessaires à l'emplacement des coudes;
- ne pas emprunter l'emprise d'un bâtiment futur;
- éviter les arbres;
- cheminer de préférence sous les trottoirs, les espaces verts plutôt que sous les chaussées de desserte importante;
- avoir une hauteur de couverture minimale;
- En ce qui concerne les accessoires, tampons et grilles, les normes ont fixés :
  - cadres et tampons carrés de 30, 40, 50 cm de côté,
  - cadres et tampons ronds de 60, 70, 80 cm diamètre;
  - grilles à carré de 20, 25, 30, 40, et 50 cm;
  - grilles rectangulaires de 50 x 20 cm, 50 x 25 cm et 50 x 30 cm de largeur;
- La pose de la canalisation s'effectue dans une tranchée et sa largeur, fonction de sa profondeur et du diamètre de la canalisation, doit être suffisante pour permettre la mise en place de la canalisation compte tenu de blindage nécessaire :



- Les tuyaux sont posés soit sur un lit de sable ou de grave de 10 cm, disposé sur toute la largeur de la tranchée, soit sur le terrain naturel si celui-ci présente des caractéristiques analogues. Ce lit de pose est dressé, le fond de fouille ayant été soigneusement débarrassé des cailloux ou autres éléments durs;
- Il est déconseillé de poser une canalisation dans le remblai d'une fouille : celui-ci se tasse, ce qui entraîne des désordres dans les joints, puis des fuites qui à leur tour aggravent le phénomène;
- La pose par fonçage est utilisée dans le cas, relativement peu fréquent, où il faut passer une canalisation sous une route ou une voie ferrée en service.

- Cette méthode évite de couper la circulation pour l'exécution d'une tranchée classique et le principe consiste à pousser un tuyau dans le remblai à l'aide d'un puissant vérin placé dans une fosse;
- Dans le cas que la profondeur d'une canalisation tombe dans une nappe de l'eau, on doit prévoir des drains en extérieur pour descendre le nappe, comme sur le schéma suivante :



#### I. C. 4. Les essais des canalisations

- Ayant de remblayer la tranchée, il est indispensable de soumettre le réseau à un essai d'étanchéité, qui concerne essentiellement les joints, mais permet de vérifier également si un élément n'est pas fêlé;
- L'essai consiste à mettre en pression un tronçon de canalisation sans avoir de fuites aux joints. On opère entre deux regards consécutifs de la manière suivante :
  - l'extrémité aval est bouchée par un tampon étanche;
  - le regard amont est rempli d'eau sur une hauteur de 70 cm au plus, qui doit être gardé à tour de 24 heures sans descendre son niveau;
- L'alignement est également vérifié (contre-pentes) et cela est facilité par l'emploi d'appareils à rayon laser;

#### I. C. 5. Remblai des tranchées

- Le remblai des tranchées doit être effectuée avec soin afin d'augmenter la résistance de la canalisation aux efforts extérieurs;
- Les recouvrements minimaux au-dessus de la génératrice supérieure sont les suivantes :
  - collecteurs amiante-ciment jusqu'à Ø 150 mm : 60 cm;
  - collecteurs amiante-ciment de 200 à 400 mm : 80 cm;
  - collecteurs amiante-ciment supérieur à 400 mm : 1,0 m;
  - collecteurs en PVC : minimum 80 cm et maximum 3,0 m;
- La couverture est constituée par les matériaux du déblai débarrassés des gros éléments, débris, végétaux et animaux, sans vase ni éléments tourbeux













### I. C. 6. Les qualités des tuyaux

- Les tuyaux enterrés sont soumis à des efforts d'écrasement dus à la charge du remblai et aux surcharges fixes ou mobiles sur celui-ci.
- La tenue mécanique d'une canalisation est fonction des éléments suivants :
  - le mode de pose sur le fond de fouille, ainsi que la résistance de ce dernier;
  - la hauteur de recouvrement par le remblai;
  - la résistance propre des éléments;
  - la nature des terres employées pour le remblai et leur mise en œuvre;
  - la nature de l'effluent transporté : les eaux usées sont toujours plus agressives que les eaux pluviales, tant chimiquement que mécaniquement; le tuyau ne doit pas être détruit par les matières abrasives contenus dans les liquides, par des chocs thermiques dus à des liquides chauds ou par des attaques biologiques;
- La résistance des tuyaux à l'écrasement est caractérisée par la valeur à la rupture de la charge d'essai entre génératrices opposées, charge que l'on suppose fictivement répartie sur la surface diamétrale intérieure du tuyau. Cette valeur est exprimée en  $\text{kgf/m}^2$  et représente la « classe » du tuyau.
- Les principales qualités d'un tuyau sont les suivantes :
  - **Résistance chimique** – est primordiale, car elle conditionne la durée du tuyau
    - Le tuyau doit être insensible à la fois aux produits transportés, mais également au terrain dans lequel il est placé. Si la deuxième condition est satisfaite par les matériaux utilisés, pour la première est parfois nécessaire de revêtir la paroi intérieure d'un produit spécial.
    - De point de vue de son « pH » les eaux d'égouts sont généralement alcalines et ont un pH voisin ou supérieur à 7, mais la décomposition des matières organiques produit de l'hydrogène sulfuré qui se transforme en acide sulfurique.
    - Les eaux industrielles présentent fréquemment une acidité marquée avant leur dilution dans les autres effluents et de ce point de vue, les règlements sanitaires imposent aux industriels de ramener la valeur du pH entre 5,5 et 8,5 avant le rejet de l'effluent dans le réseau public.
    - Les eaux de pluie sont généralement pures au bout d'un certain temps, par contre au début de chute elles sont fortement polluées, surtout dans les zones urbaines.
  - **Étanchéité** – une canalisation d'évacuation (tuyau et joint) doit être étanche. Il ne faut pas que en effet que les eaux véhiculées se perdent dans le terrain environnant, ou que les eaux extérieures pénètrent dans la canalisation.

- **Écoulement** – les parois des tuyaux doivent être aussi lisses que possible pour permettre l'écoulement facile de l'effluent. Cela se caractérise par un coefficient hydraulique.
- **Souplesse** – le terrain d'assise n'est pas toujours d'une rigidité absolue : il peut se tasser; aussi les joints doivent-ils être susceptibles de supporter de légères déformations tout en conservant leur étanchéité.
  - De ce point de vue, le tuyau en matériau rigide doit être fragmenté en éléments courts pour s'adapter sans difficulté;
  - Les tuyaux en matériaux plastiques sont souples et s'adaptent facilement aux mouvements du terrain;
- **Résistance à l'abrasion** – les eaux usées véhiculent des matières solides qui usent le tuyau par frottement, surtout si l'écoulement est rapide.

#### I. C. 6. a. Les tuyaux en béton

- Ces tuyaux sont fabriqués par centrifugation d'un mortier dont les éléments sont soigneusement dosés. Leur imperméabilité est relative mais la résistance à la compression est élevée.
- Pour augmenter leur résistance à la traction, qui est faible, les tuyaux en béton sont armés avec armatures en génératrices et spires soudées ensemble et protégées par un recouvrement de 10 à 15 mm de béton.
- Les tuyaux en béton sont attaqués par les eaux ménagères, les eaux industrielles et les acides.
- D'après leur résistance à l'écrasement les tuyaux peuvent être :

tuyaux circulaires pour canalisations d'assainissement	en béton armé			
	en béton non armé			
tuyaux circulaires à usages divers	en béton armé			
	en béton non armé			

**I. C. 6. b. Les tuyaux de grès**

- Le grès utilisé pour la confection des tuyaux est obtenu à partir d'argile additionnée de sable et de chamotte, le mélange étant cuit vers 1.300°C.
- Une addition de sel en fin de cuisson produit un vernis intérieur lisse et pratiquement inattaquable.
- Les tuyaux sont terminés par un collet qui permet la confection du joint et la production comporte toute une gamme de pièces de raccordement, ce qui facilite l'exécution de canalisations fermées.
- Une longue expérience a montré que leur durée de vie est pratiquement illimitée sous réserve d'une bonne mise en œuvre.
- Ce matériau offre une bonne résistance à l'abrasion et accepte sans difficulté toutes les eaux usées domestiques et industrielles.
- L'étanchéité est totale, les résistances à la compression et à la traction sont élevées et sont insensibles aux acides sauf l'acide fluorhydrique.
- C'est un excellent isolant des courants électriques et par rapport de sa surface intérieure très lisse il ne retient pas les matières.
- Par contre, les éléments en grès sont fragiles et leur manutention doit se faire avec soin et en plus sont lourds.

**I. C. 6. c. Les tuyaux en amiante-ciment**

- Les tuyaux en amiante-ciment sont fabriqués à partir d'un mélange de ciment et d'amiante en fibre, ils sont livrés par éléments de grande longueur (jusqu'à 5 m).
- La surface intérieure est lisse, régulière et revêtue à la fabrication d'un vernis antiacide.
- Ils sont généralement terminés par un manchon qui facilite l'emboîtement, l'amiante-ciment est ininflammable et il résiste bien à la plupart des produits chimiques, aux agents atmosphériques aux bactéries et moisissures.
- En fonction de leur résistance à l'écrasement on distingue :
  - la classe 9000 (diamètre de 100 à 300 mm);
  - la classe 6000 (diamètre de 350 à 800 mm);
- La grande longueur des éléments et leur faible poids facilitent la mise en œuvre mais ils sont relativement fragiles à la manipulation.

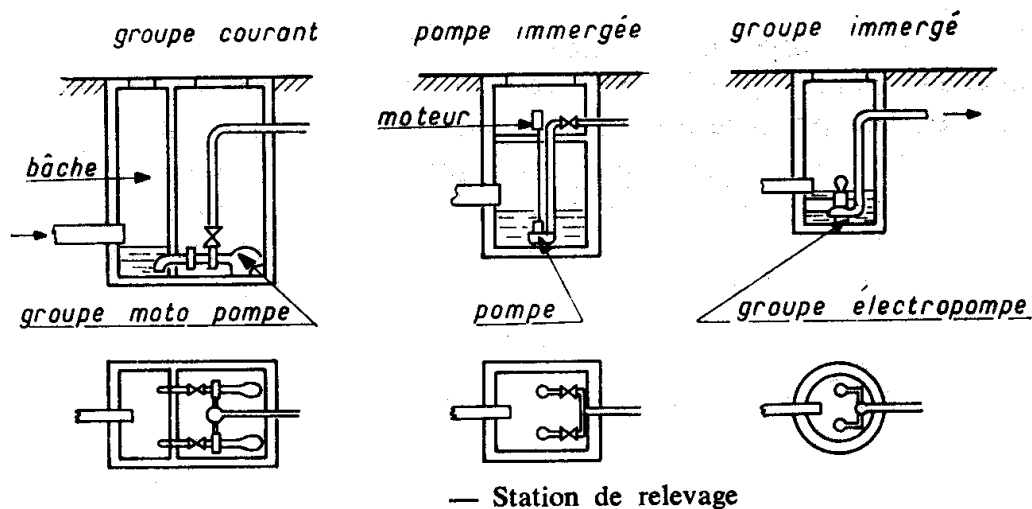
**I. C. 6. d. Les tuyaux en plastique**

- Ces tuyaux sont légers, leur surface intérieure est lisse et particulièrement résistante à l'abrasion; ils sont inertes chimiquement et peu conducteurs de l'électricité.
- L'étanchéité est parfaite, cela permet leur emploi en bord du mer ou pour évacuation des produits chimiques.
- Ils sont livrés en éléments de grande longueur, ce qui réduit le nombre des joints. Ceux-ci s'effectuent par collage ou par manchonnage mais ne nécessitent pas une main-d'œuvre qualifiée.
- Au contraire, ces tuyaux ne doivent pas être employés dans le cas où la température de l'effluent pourrait être supérieure à 35°C.

## I. D. Méthodes de traitement d'eaux usées

### I. D. 1. Stations de relevage

- Une station de relevage est nécessaire chaque fois que le niveau d'arrivée de la canalisation d'eaux usées est plus bas que celui de l'exutoire. Alors il faut transférer par pompage les eaux du niveau bas au niveau haut.
- La conception d'une station de pompage est fonction de sa capacité et en pratique il y a trois cas :
  - **pour les installations à gros débit**, la station est constituée par une bache d'arrivée à laquelle est accolé un local abritant le système de pompage. L'ensemble est enterré et représente un grand volume; l'étanchéité entre la bache et la salle des machines est délicate à réaliser mais l'entretien du matériel est facile. De plus ce système permet la mise en place des moteurs thermiques pour secourir les moteurs électriques en cas de défaillance de ces derniers, mais le volume de bache doit être important.
  - **pour les installations de débit moyen ou faible** on utilise :
    - **soit une pompe immergée** dans une bache d'arrivée et reliée par un arbre de transmission à un moteur situé sur une plate-forme; dans ce cas le volume de la bache est nettement réduit par rapport à la solution précédente;
    - **soit par le groupe motopompe immergé** dans la bache d'arrivée, système très employé en raison de sa simplicité d'installation;

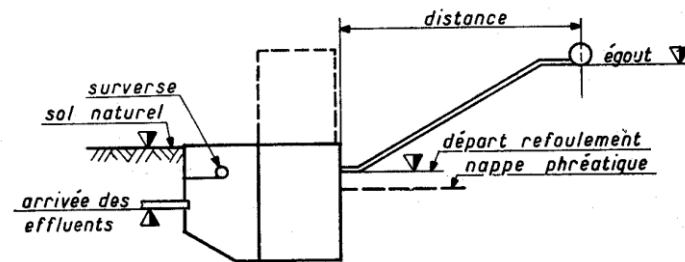


#### I. D. 1. a. Détermination d'un poste de relèvement

- Pour calculer un poste de relèvement les données de base sont les suivantes :
  - le débit de pointe d'arrivée des eaux usées (Q);
  - la hauteur à laquelle ces eaux doivent être relevées (H);



- le nombre de démarrages de la pompe qui ne doit pas dépasser 6 à 10 à l'heure pour éviter une usure prématurée;



— Schéma d'étude.

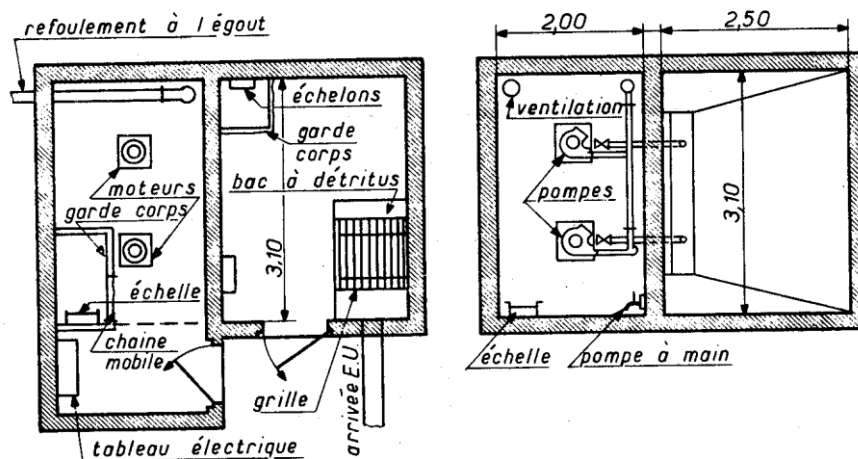
Nature des eaux à relever : — Débit horaire moyen : —  
Quantité à relever journellement : — Débit horaire de pointe : —

- Le volume de la bâche doit être compris entre 1/20 et 1/30 du débit de pointe (Q). Quant à la pompe, elle sera choisie sur le catalogue du fournisseur en fonction de la hauteur géométrique de relevage et du débit de pointe affecté d'un coefficient de sécurité de 1,25.

#### I. D. 1. b. Pompes de relevage

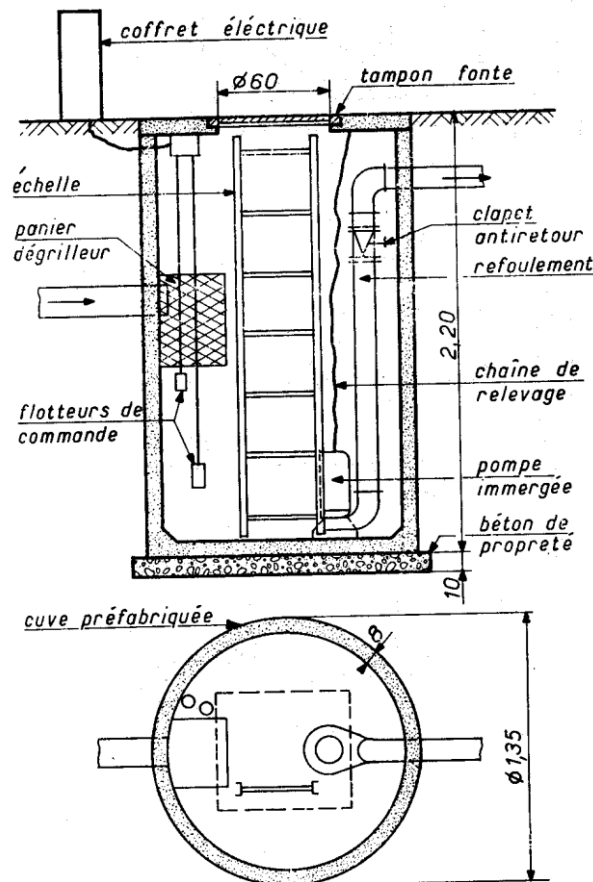
Trois types de pompes sont couramment utilisés pour le relevage des eaux et travaillant toujours en charge pour éviter le désamorçage. On distingue :

- **les pompes submersibles** – où le groupe pompe moteur forme un ensemble étanche placé dans le liquide; peu utilisable pour les eaux chaudes, leur poids permet des manutentions à la main;

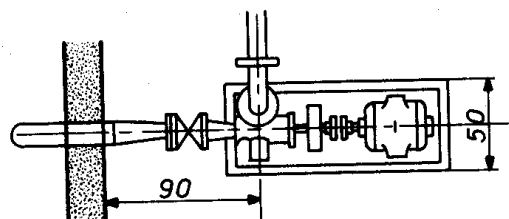
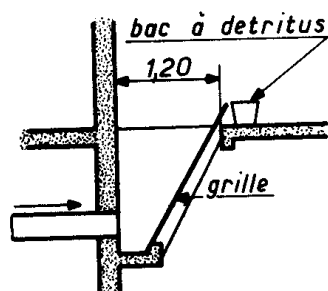
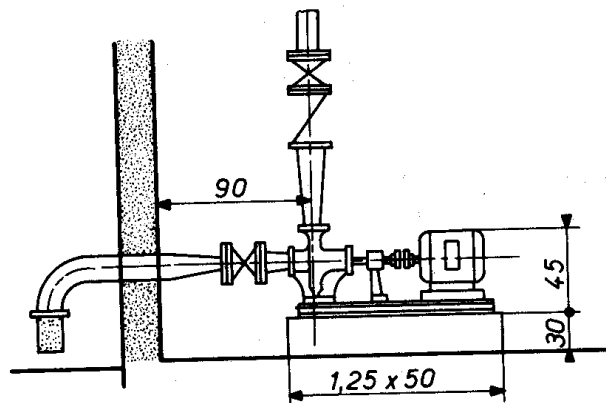
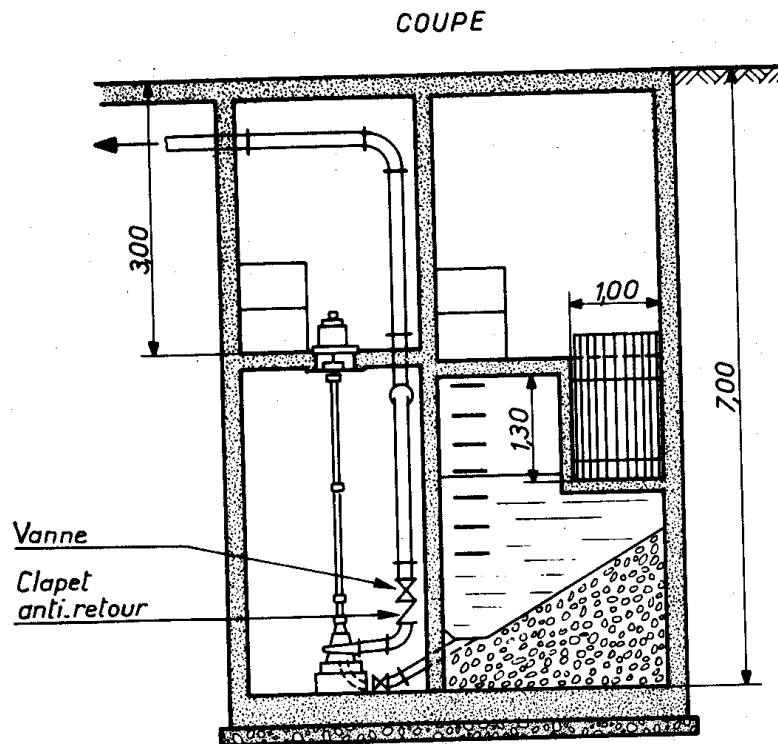


— Station de relevage E. U.

- **les pompes immergées dans le liquide** – reliées par un axe au moteur placé à une certaine distance au-dessus, ce qui limite la profondeur; surtout utilisés pour les eaux chaudes et corrosives, toute la partie électrique est en dehors du contact du liquide;



- **les pompes classiques** – qui sont situées en fosse sèche et dont le débit et la pression sont importantes; extérieures au liquide, elles sont facilement accessibles pour l'entretien :
  - La conception de la pompe est différente selon qu'elle est utilisée pour des eaux claires ou des eaux chargées. Dans ce dernier cas les orifices sont des grandes section et il n'y a pas de crépine.
  - Pour déterminer les caractéristiques d'une pompe il faut connaître :
    - la nature de l'effluent à relever;
    - la hauteur de relevage;
    - les pertes de charge de la tuyauterie de refoulement, fonction du diamètre, de la longueur, des coudes, des vannes, etc.
    - le débit maximum à évacuer ;
  - La pompe nécessaire à partir de ces données sera choisie sur les catalogues des fournisseurs, et il est prudent de prévoir un clapet anti-retour sur la tuyauterie de refoulement pour le cas où l'égout public serait susceptible de refouler, comme sur la figure suivante :



— Station de relevage

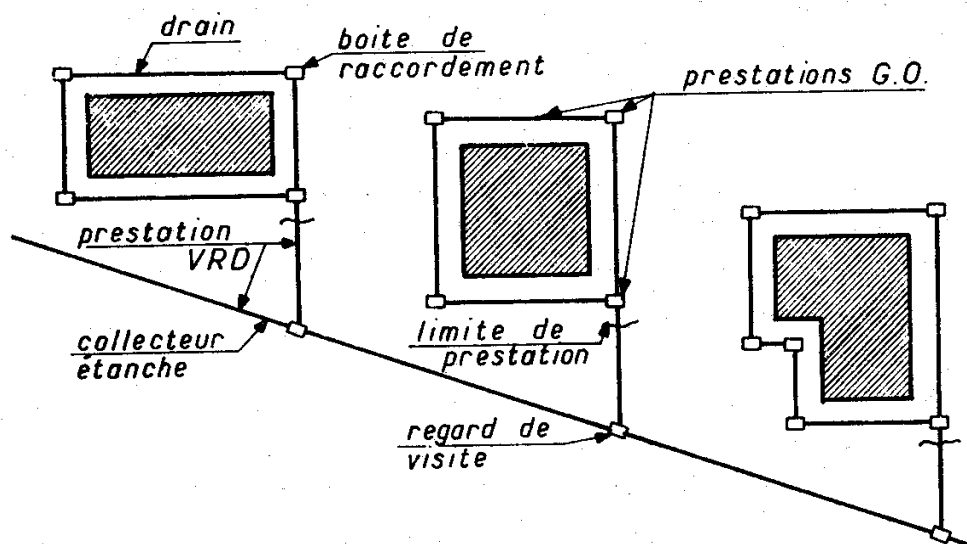
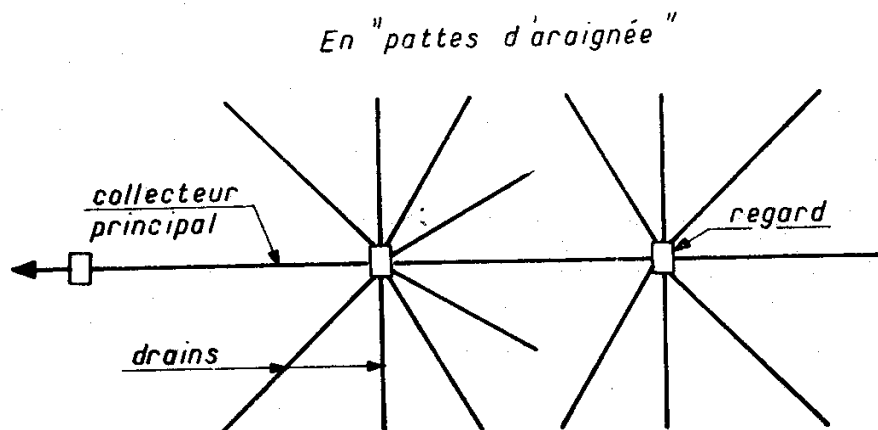
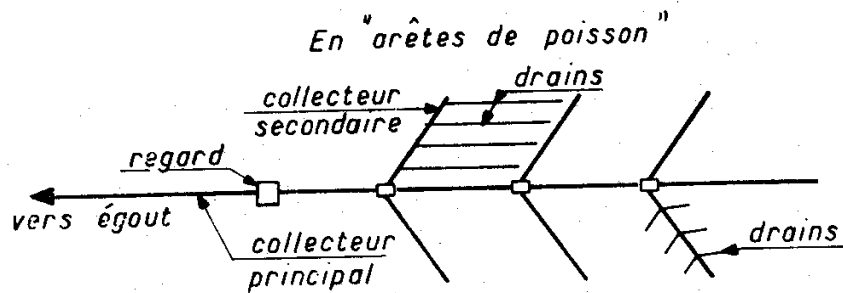
## I. D. 2. Drainage

**Définition :** le drainage consiste à collecter les eaux qui circulent dans le sol à faible profondeur et à les évacuer dans une réseau d'assainissement.

- Pour réaliser ce but il y a deux solutions possibles :
  - une protection individuelle des bâtiments; elle est réalisée par le lot Gros Œuvre et ne sera traité ici;
  - une protection générale du terrain;
- Le drainage consiste à maintenir la nappe phréatique à une profondeur telle qu'elle ne constitue pas une gêne : c'est un rabattement qui stabilise le niveau de l'eau et dont le principe est connu depuis longtemps.

### I. D. 2. a. Composition d'un réseau de drainage

- Un réseau de drainage est composé des éléments suivants :
  - **des files des tuyaux absorbantes** – disposés régulièrement dans les tranchées et placés à une profondeur suffisante pour rabattre le niveau de la nappe à la cote recherchée;
  - **un enrobage de ces tuyaux** – sur une épaisseur de 20 à 40 cm, par du gravillon de granulométrie uniforme qui filtre l'eau;
  - **des collecteurs secondaires** – qui reprennent les drains;
  - **un collecteur principal** – étanche sur lequel sont raccordés les collecteurs secondaires;
  - **un exutoire naturel ou artificiel** – rivière, égout, station de relevage, etc.
- En fonction du terrain à assainir, les drains et les collecteurs peuvent être disposés en deux manières suivantes :
  - le terrain est sensiblement plat et le réseau est alors implanté parallèlement à la plus dimensionnée du terrain avec un espacement de 4 à 8 m ou plus et si les surfaces sont importantes, les files de drains sont disposés en **arêtes de poisson ou en pattes d'araignée**;
  - si le terrain est vallonné, c'est-à-dire constitué d'une série de crêtes et de creux; dans chaque creux existe une ligne de plus grande pente, **le thalweg** où seront placés les collecteurs; les drains seront disposés sur les pentes et se raccordent au collecteur avec un angle compris entre 30 et 60 °;
- Un cas particulier est constitué par le captage des sources de fond : on établit dans la zone intéressée un réseau de drains rayonnants qui sont surmontés par des éléments de drains verticaux.
- Des machines draineuses puissantes ont été récemment mises au point en Hollande – elle permet la pose de drains profonds en continu avec simultanément le remplissage en sable et gravier. Il est possible ainsi d'effectuer un rabattement de nappe par drains horizontaux à grande profondeur.
- On peut illustrer ces deux systèmes de drainage comme sur la figure suivante :



— Drainage de grandes surfaces

### I. D. 3. Épuration

**Définition :** un dispositif d'épuration des eaux pollués doivent restituer au milieu naturel des eaux satisfaisant un objectif préalablement défini, exprimé sous la forme d'un ensemble de concentrations maximales admissibles (matières en suspension, matières organiques, formes azotées, phosphore, coliformes thermotolerants) dans les eaux traitées et de détermine en tenant compte des caractéristiques du milieu récepteur et des usages de l'eau à l'aval du rejet.

- On distingue trois systèmes d'épuration dont l'emploi est fonction du nombre d'usagers :
  - **l'assainissement individuel** – il ne concerne que quelques usagers (de 10 à 20) et est constitué par **des fosses septiques** dont l'entretien est assuré par le propriétaire;
  - **l'assainissement semi-colectif** – il intéresse des populations allant de 30 à 500 personnes environ, c'est-à-dire les groupes immobiliers courants et les petites usines. Ce sont généralement des **stations à oxydation totale** et leur entretien est assuré par un spécialiste mais d'une façon discontinue. La station reçoit les eaux vannes et les eaux ménagères et le rejet s'effectue dans un égout pluvial ou dans un rivière de capacité suffisante.
  - **l'assainissement collectif** – c'est celui des agglomérations quelle que soit leur taille. L'entretien en est permanent et constitue un service municipal et on emploie en ce cas des fosses à double étage. La station reçoit les eaux vannes, les eaux ménagères et parfois même les eaux de pluie et le rejet s'effectue dans un cours de l'eau important ou dans la mer.

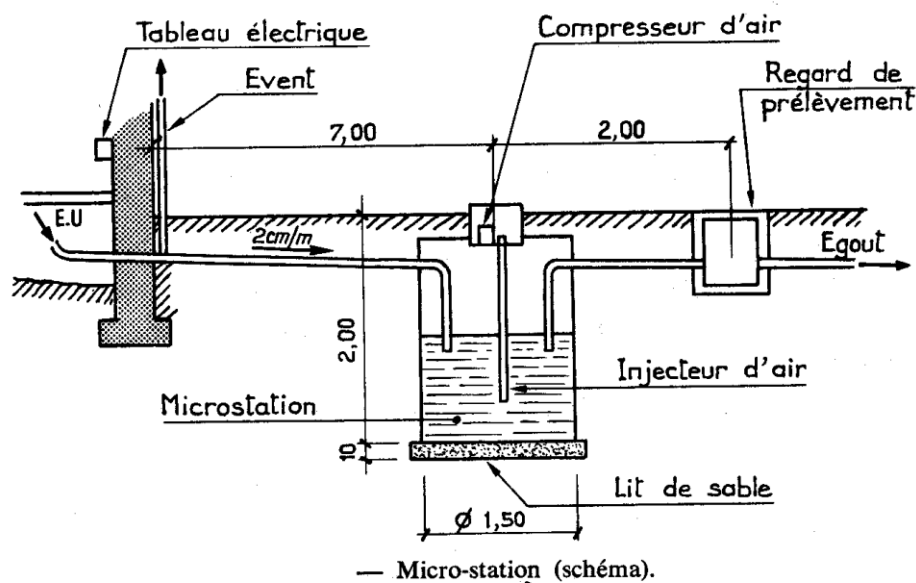
#### I. D. 3. a. Principe de l'épuration

- L'épuration des eaux usées a pour but de les rendre sans danger pour le milieu naturel dans lequel elles sont renvoyées.
- Son principe consiste en une reproduction accélérée du processus naturel de l'épuration biologique, phénomène qui élimine les déchets organiques.
- Il a été constaté expérimentalement que le sol naturel était le meilleur agent d'épuration; il élimine les micro-organismes dangereux et transforme les eaux chargées en sels fertilisants.
- Une eau usée peut se caractériser par un certain nombre d'éléments mesurables et qui sont :
  - la concentration en matières minérales et organiques en suspension ou dissoutes;
  - la concentration en azote ammoniacale;
  - la composition biologique (germes pathogènes, produits toxiques);
  - la température, la conductivité, la radioactivité, etc.
- Le traitement des eaux usées s'effectue en deux temps :

- **une épuration mécanique** – qui élimine les gros des éléments, les sables, dont les dimensions ou la nature seraient un gêne pour le traitement ultérieur; Cette opération de dégrossissage comporte trois phases :
    - **Le dégrillage**, qui arrête les produits volumineux (papiers, fillasse, déchet organiques, etc.) au moyen d'une grille métallique aux barreaux espacés de 3 à 25 mm, nettoyée périodiquement manuellement ou mécaniquement ; le volume des déchets atteint 10 dm<sup>3</sup> par usager par an. Ce dégrillage peut être complété d'un dilacérateur qui désintègre les matières.
    - **Le dessablage**, qui arrête les graviers et les sables est obtenu par un couloir ou un vis d'Archimède dans les stations importantes.
    - **Le dégraissage**, qui s'effectue dans un bac de décantation où les huiles et les graisses sont éliminées.
  - **une épuration biologique** – réalisée par des bactéries aérobies qui se développent en présence d'air; les matières organiques dissoutes et colloïdales sont transformées en matières minérales inertes qui se déposent sous forme de boues.
- Tous les systèmes d'épuration comportent donc une ventilation efficace pour faciliter le développement des micro-organismes et empêcher l'accumulation de gaz toxique ou explosif provenant de la digestion des matières.

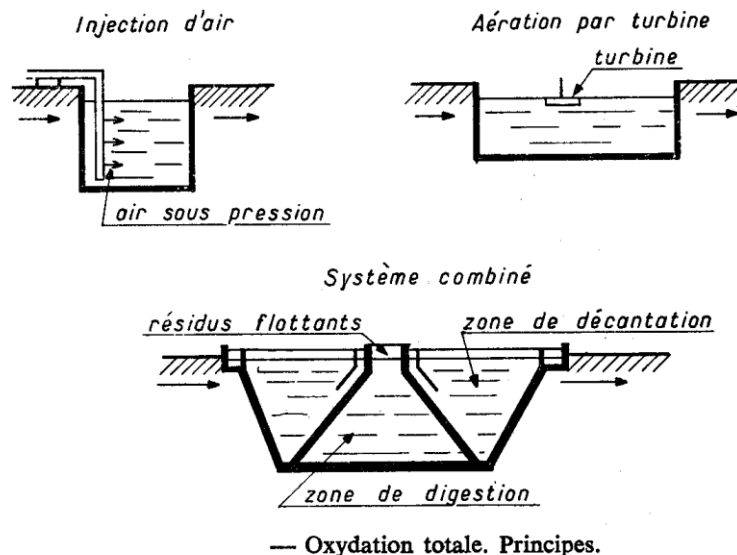
#### I. D. 3. b. Mini station

- Dans le cas où la place fait défaut, on utilise une mini station d'épuration fonctionnant par aération prolongée. Ce type de station nécessite une source d'énergie (électricité) et un entretien régulier (vidange des boues).
- La capacité minimale est de 2,5 m<sup>3</sup>, et les eaux traitées sont rejetées dans un épandage souterrain avec une surface réduite à la moitié de celle nécessaire pour une fosse septique :



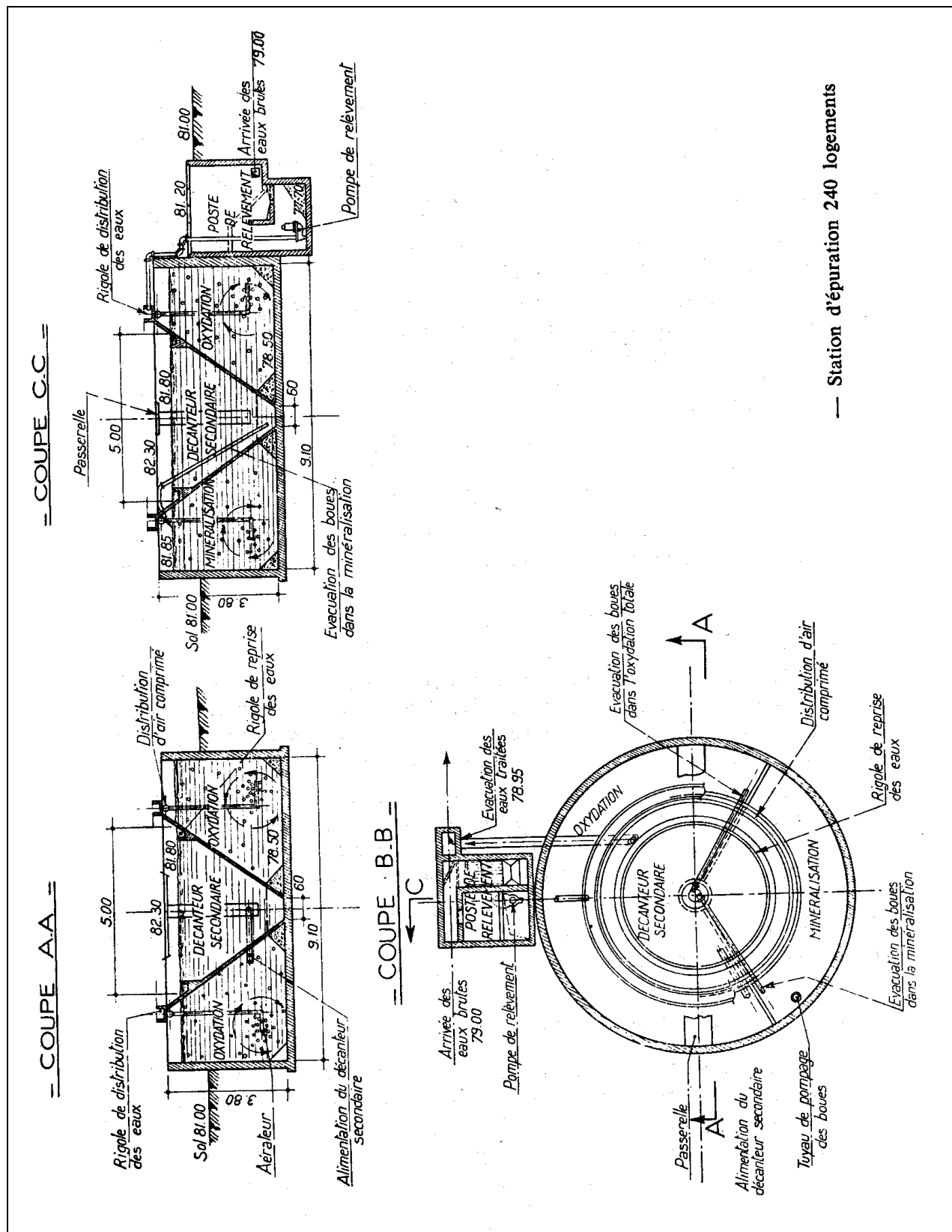
### Oxydation totale

- Le procédé par boues activées en aération prolongée, appelé couramment « par oxydation totale » consiste à oxyder les matières organiques par un violent courant d'air.
- Une installation se compose des éléments suivants :
  - **un dégrilleur** à l'entrée qui débarrasse les eaux brutes des éléments volumineux; il est parfois complété par un dilacérateur qui les fragmente;
  - **un bassin d'oxydation digestion** dans lequel des micro-organismes, abondamment alimentés en oxygène grâce à une insufflation d'air, digèrent mes matières. La création d'un mouvement tourbillonnaire sature l'eau d'oxygène et met en suspension les matières, les bactéries aérobies se fixent dessus et les transforment en sels minéraux; les graisses sont émulsionnées et puis oxydées.
  - **un bassin de décantation** où les boues produites se déposent puis sont reprises et remises dans le bassin d'oxydation jusqu'à dissolution;



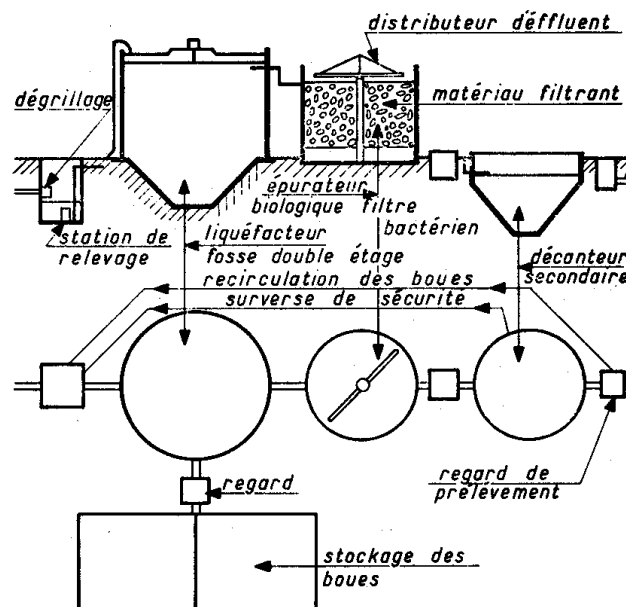
- L'eau épurée sort en partie haute de l'appareil; des boues tombent dans le fond d'où elles sont périodiquement extraites.
- Les boues résultantes sont ensuite répandues sur des aires drainantes où elles sèchent facilement.
- La station peut recevoir l'ensemble des eaux vannes et eaux ménagères, et elle doit être placée à 50 m au moins de toute habitation sauf si elle est enterrée, et à l'opposé des vents dominants.
- L'installation peut absorber des variations de débit importantes sans que le taux d'épuration soit modifié. Elle peut également recevoir des eaux semi industrielles (abattoirs, conserveries,)





### I. D. 3. c. Fosses de décantation-digestion

- Ces fosses nécessitent une population minimale de trois cents usagers pour que leur fonctionnement soit convenable. C'est un procédé d'épuration efficace connu depuis longtemps.
- Ces fosses s'utilisent en deux systèmes :
  - à faible charge, jusqu'à 600 usagers;
  - à fort charge, en haut de 600 usagers;
- l'installation se compose en général des éléments suivants :
  - prétraitement par **grilles à nettoyage** automatique, désintégateur et dessableur-laveur;
  - **une fosse IMHOFF** combinant un décanteur primaire et un digesteur de boues, un post de relèvement assurant la remontée du liquide; le premier sépare les matières décantables de l'effluent brut, le second minéralise les boues décantées par voie anaérobie;
  - **un filtre bactérien et un décanteur secondaire**, ce dernier permettant la recirculation des boues indispensables à la bonne marche pendant les heures creuses. L'épuration biologique s'effectue dans la masse d'un lit de matériaux poreux régulièrement arrosés.
  - **des lits de séchage** des boues digérées, dont la surface est de 1 m<sup>2</sup> pour 5 à 7 usagers, constitués par une couche de gravier de 25 cm surmontée de 10 cm de sable sur lequel sont déversées les boues mouillées;
  - **un petit local** pour l'exploitation, avec poste de l'eau;
  - **un bassin d'orage** parfois pour dessablage;

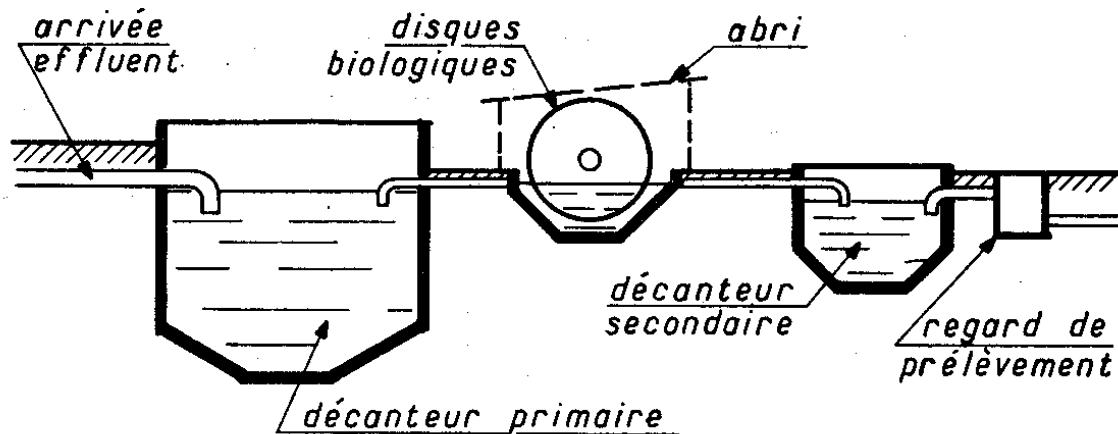


— Station d'épuration Schéma.

**I. D. 3. d. Procédés nouveaux**

**a) Les disques biologiques** – dans ce cas les eaux subissent une première épuration dans un décanteur-digester primaire; elles sont ensuite admises dans un bassin à section transversale semi-circulaire, dans lequel tourne lentement (1 à 2 tour/minute) un tambour de 1 à 3 m de diamètre, formé de disques en matière plastique mince, espacés de 1 à 2 cm. La surface totale doit être de 1 m<sup>2</sup> environ par usager.

Les eaux sont ensuite déversées dans un décanteur secondaire où les boues résiduelles se déposent. Les disques remplacent les lits bactériens, ils se caractérisent par une faible perte de charge.



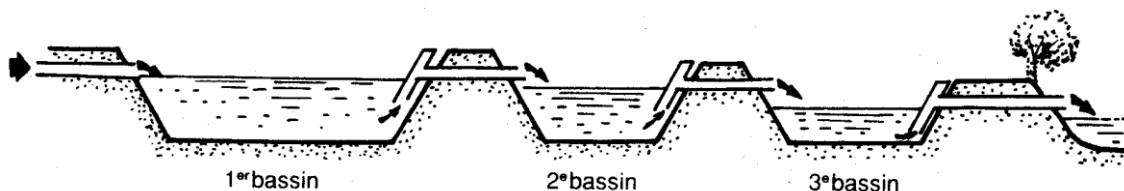
— Epuration par disques biologiques. Schéma.

- Les stations utilisant ce procédé sont plus coûteuses que les stations classiques mais moins encombrantes et d'un fonctionnement plus sûr.
- b) La microflottation** – de l'air est dissous dans l'eau sous pression afin d'obtenir la formation des bulles microscopiques qui font flotter les particules en suspension et auxquelles adhèrent les micro-organismes; un additif spécial à base de polymère sert de catalyseur;
- c) Les fosses d'oxydation et les fosses d'activation** – une brosse tourne dans une fosse annulaire à l'air libre et aère le liquide; ces procédés sont rustiques, demandent une surface importante, sont perturbés par le gel et consomment beaucoup d'énergie, par contre, elles peuvent desservir des populations importantes, atteignant 10.000 personnes.

### I. D. 4. Le lagunage

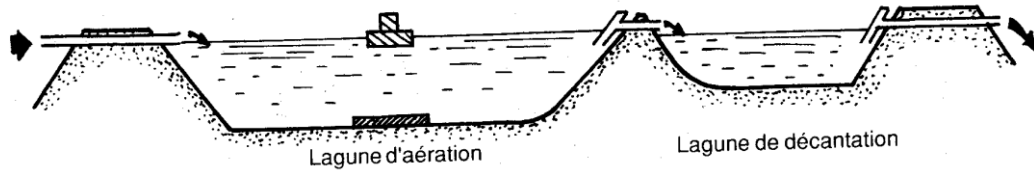
**Définition :** le lagunage est une technique d'épuration de création récente : l'épuration des eaux usées s'effectue dans des bassins peu profonds sous l'action de la lumière solaire et de certaines algues. Ce procédé est rustique, peu coûteux en investissement et en entretien; il permet d'absorber des surcharges momentanées importantes, aussi il est fréquemment utilisé dans les petites localités à fortes variations de population (localités de vacances).

- Une installation de **lagunage naturel** fonctionne par gravité et se compose des ouvrages suivants :
  - un dégrilleur à l'arrivée, qui est un petit bassin équipé d'une grille qui arrête les gros détritux;
  - un décanteur à la suite qui permet l'élimination des huiles, des sables et des graisses;
  - trois bassins de lagunage en série, le premier ayant la moitié de la surface totale environ. Ce sont des bassins creusés en pleine terre avec éventuellement, une étanchéité par feuille plastique. La profondeur varie de 0,80 à 1,20 m avec une surface de 15 à 20 m<sup>2</sup> par usager :



– Lagunage naturel.

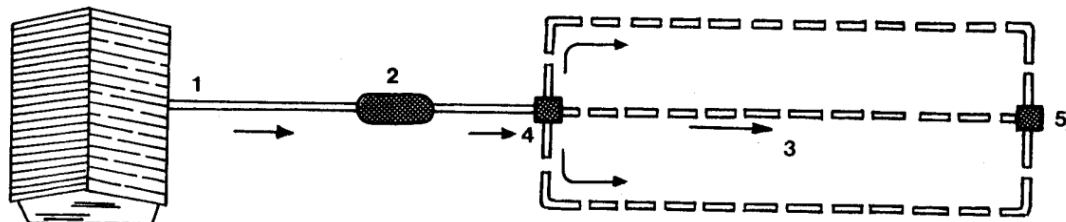
- Une variante du procédé de l'aération prolongée est constituée par le **lagunage accéléré** qui est souvent utilisé pour l'épuration des eaux chargées de produits chimiques :
  - dans ce cas on réalise un bassin étanche en revêtant une fosse talutée en rive par un film étanche en feuilles d'élastomère;
  - dans ce bassin sont placés plusieurs aérateurs flottants et ceux-ci brassent le mélange des eaux usées pendant une certaine durée (de 6 à 8 heures), puis s'arrête et les produits se déposent pendant 2 à 3 heures; les eaux épurées sont ensuite évacuées par pompage. Le cycle se reproduit périodiquement et les boues sont évacuées dès qu'elles atteignent un certain niveau.



– Lagunage aéré.

### I. D. 5. L'épandage

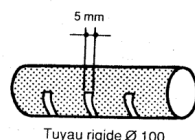
- Un système d'épandage de base comporte une fosse septique toutes eaux, destinée à recevoir les eaux vannes et les eaux ménagères et à retenir les matières solides et flottants pour protéger l'épandage du risque de colmatage :



- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| 1 Conduit d'évacuation<br>eaux ménagères + eaux vannes | 3 Epandage                      |
| 2 Fosse septique toutes eaux                           | 4 Regard et système répartiteur |
|  | 5 Regard de visite              |

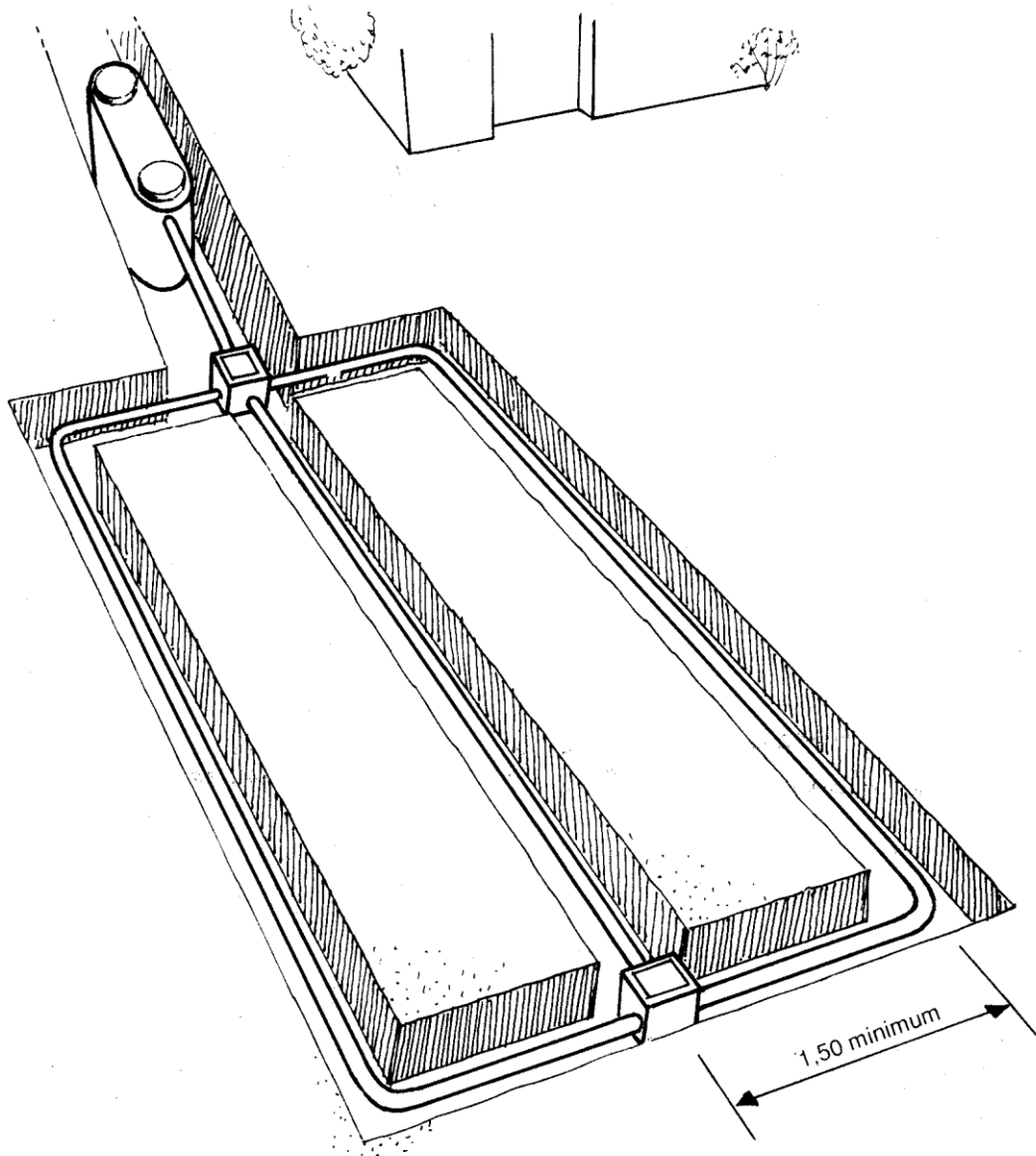
– Principe d'un assainissement autonome

- L'épandage souterrain répartit dans le sol les effluents issus de la fosse septiques, de manière qu'ils y soient infiltrés et épurés. Un épandage ne doit pas être réalisé à moins de 35 m d'un puits exploité pour l'alimentation en eau potable.
- Une pente de terrain supérieure à 14% rend la construction d'un épandage très problématique.
- L'épandage sur sol naturel en place est de préférence constitué par des tranchées filtrantes de 0,4 à 0,8 m de large et de 0,6 à 1,0 m de profondeur.
- Cette tranchée est garnie de 5 cm de sable et d'une couche de 30 cm de gravier, dans laquelle est disposé horizontalement le tuyau de répartition :



– Canalisation de répartition.

- La longueur d'une ligne de tuyau répartiteur doit ne pas dépasser 30 m et la distance entre les axes des tranchées ne doit pas être inférieure à 1,50 m :



*Épandage pour tranchée filtrante.*

- La surface, et donc la longueur des tranchées sont calculées à partir du nombre d'habitants que peut héberger l'habitation et de la perméabilité du sol en place, déterminée par des tests d'infiltration effectués.

**MODULE N° 8 – partie 2 :**  
**PROJET TRAVAUX PUBLICS - CANALISATIONS**  
**II. GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

**Exercice 1.7**

Soit le cheminement fermé (A-1-2-3-4-5-A) de la figure 1.30. À l'aide d'un tachéomètre dont la précision sur la mesure de l'angle est  $\sigma_\alpha = 0,045$  gr, on a mesuré les angles topographiques intérieurs du cheminement et les distances horizontales entre les sommets du cheminement. On a obtenu les résultats suivants :

**Angles topographiques :**

$$\beta_1 = 119,352 \text{ gr}$$

$$\beta_2 = 123,271 \text{ gr}$$

$$\beta_3 = 55,189 \text{ gr}$$

$$\beta_4 = 329,874 \text{ gr}$$

$$\beta_5 = 48,396 \text{ gr}$$

$$\beta_6 = 119,188 \text{ gr}$$

**Distances horizontales :**

$$D_{A-1} = 60,50 \text{ m}$$

$$D_{1-2} = 60,05 \text{ m}$$

$$D_{2-3} = 49,50 \text{ m}$$

$$D_{3-4} = 54,30 \text{ m}$$

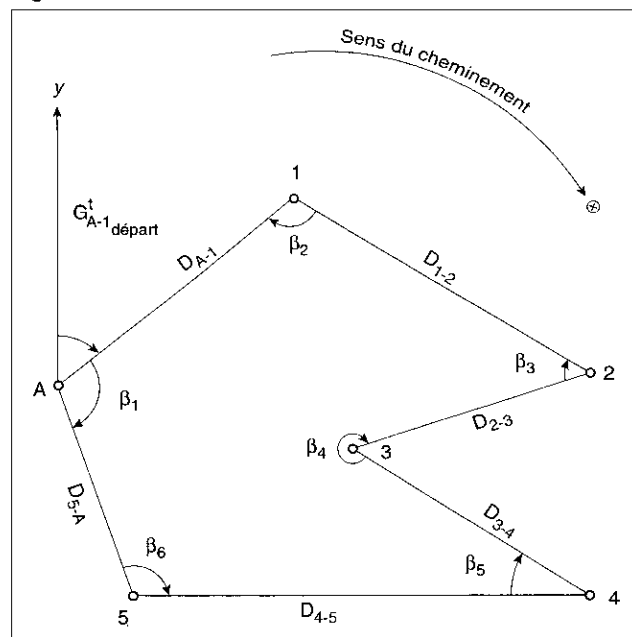
$$D_{4-5} = 80,00 \text{ m}$$

$$D_{5-A} = 50,02 \text{ m}$$

Les coordonnées rectangulaires du point de départ A et le gisement de départ  $G_{A-1}^t$  ont pour valeurs :

$$A \begin{pmatrix} X_A = 5000,555 \text{ m} \\ Y_A = 2000,250 \text{ m} \end{pmatrix} \text{ et } G_{A-1}^t \text{ départ} = 60,995 \text{ gr}$$

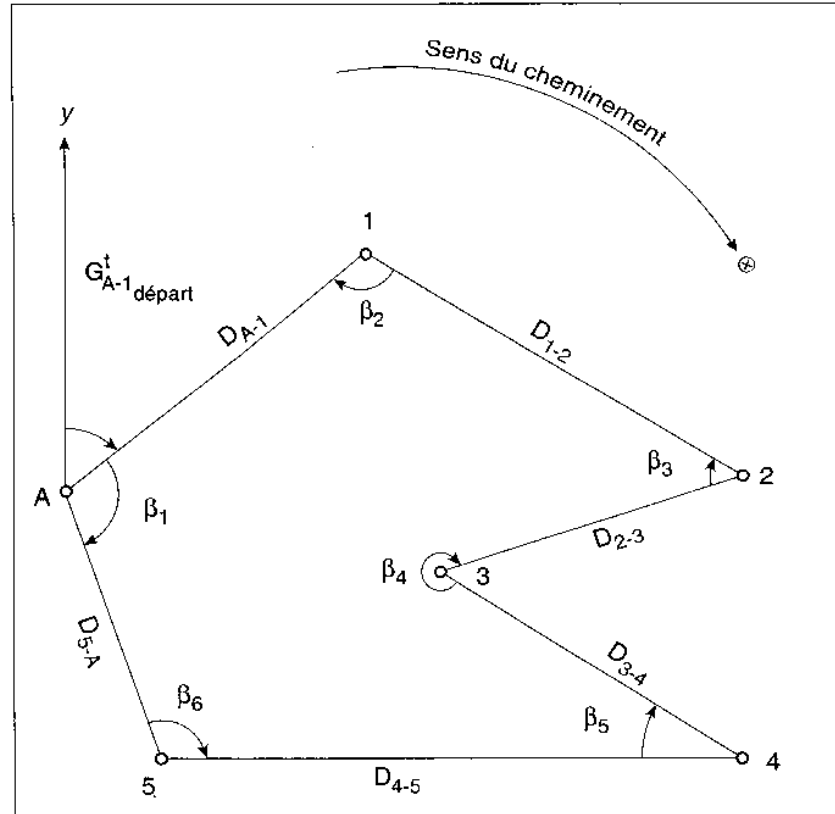
Figure 1.30





Questions à résoudre :

Figure 1.30



1. Calculez la somme théorique des angles topographiques intérieurs.
2. Calculez la somme pratique des angles intérieurs du cheminement.
3. Calculez la fermeture angulaire (fa).
4. Calculez la tolérance de fermeture angulaire ( $T_\alpha$ ).
5. Calculez les angles topographiques compensés.
6. Calculez les gisements compensés.
7. Calculez les coordonnées relatives ( $\Delta X$  et  $\Delta Y$ ).
8. Calculez les écarts de fermeture planimétriques ( $f_x$  et  $f_y$ ) et le vecteur de fermeture (
9. Calculez la tolérance planimétrique (T).
10. Calculez les compensations planimétriques ( $C_x$  et  $C_y$ ).
11. Calculez les coordonnées relatives compensées ( $\Delta X_{\text{compensés}}$  et  $\Delta Y_{\text{compensés}}$ ).
12. Calculez les coordonnées définitives.

Trouver tous les modules sur | [www.bac-ofppt.blogspot.com](http://www.bac-ofppt.blogspot.com)

## Solutions des calculs :

**Exercice 1.7**

1. La somme théorique des angles topographiques intérieurs du cheminement est égale à :

$$\Sigma \beta_{i_{\text{théorique}}} = 200 \text{ gr } (n - 2) \quad n = 6$$

$$\Sigma \beta_{i_{\text{théorique}}} = 200 (6 - 2) = 200 \times 4 = 800 \text{ gr}$$

$$\Sigma \beta_{i_{\text{théorique}}} = 800 \text{ gr}$$

2. La somme pratique des angles topographiques intérieurs du cheminement est égale à :

$$\Sigma \beta_{i_{\text{pratique}}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6$$

$$\Sigma \beta_{i_{\text{pratique}}} = 119,352 + 128,271 + 55,189 + 329,874 + 48,396 + 119,188$$

$$\Sigma \beta_{i_{\text{pratique}}} = 800,27 \text{ gr}$$

3. La fermeture angulaire (fa) correspond à :

$$fa = \Sigma \beta_{i_{\text{pratique}}} - \Sigma \beta_{i_{\text{théorique}}}$$

$$fa = 800,27 - 800$$

$$fa = 0,27 \text{ gr}$$

4. La tolérance de fermeture angulaire ( $T_\alpha$ ) est égale à :

$$T_\alpha = 2,7 \times \sigma_\alpha \times \sqrt{n}$$

$$\sigma_\alpha = 0,045 \text{ gr}$$

$$\text{et } n = 6$$

Donc :

$$T_\alpha = 2,7 \times 0,045 \times \sqrt{6}$$

$$T_\alpha = 0,30 \text{ gr}$$

$$fa = 0,27 \text{ gr}$$

$$fa < T_\alpha. \text{ On continue les calculs.}$$

5. Le calcul des angles topographiques compensés s'effectue de la manière suivante :

On calcule d'abord la compensation angulaire ( $C_\alpha$ ) :

$$C_\alpha = -\frac{fa}{n}$$

$$C_\alpha = -\frac{0,27}{6}$$

$$C_\alpha = -0,045 \text{ gr}$$

La compensation des angles topographiques donne :

$$\beta_{1_{comp}} = 119,352 - 0,045 = 119,307 \text{ gr}$$

$$\beta_{2_{comp}} = 128,271 - 0,045 = 128,226 \text{ gr}$$

$$\beta_{3_{comp}} = 55,189 - 0,045 = 55,144 \text{ gr}$$

$$\beta_{4_{comp}} = 329,874 - 0,045 = 329,829 \text{ gr}$$

$$\beta_{5_{comp}} = 48,396 - 0,045 = 48,351 \text{ gr}$$

$$\beta_{6_{comp}} = 119,188 - 0,045 = 119,143 \text{ gr}$$

6. Calcul des gisements compensés :

On sait que  $n = 6$  ( $n$  pair).

Les angles topographiques mesurés sont intérieurs, on applique la formule générale de calcul des gisements compensés suivante :

$$G_{n+1}^t = G_n^t - \beta_i + 200 \text{ gr}$$

$$G_{A-1}^t = G_{départ}^t = 60,995 \text{ gr}$$

Donc :

$$G_{1-2}^t = G_{A-1}^t - \beta_{2_{comp}} + 200 \text{ gr} = 60,995 - 128,226 + 200 = 132,769 \text{ gr}$$

$$G_{2-3}^t = G_{1-2}^t - \beta_{3_{comp}} + 200 \text{ gr} = 132,769 - 55,144 + 200 = 277,625 \text{ gr}$$

$$G_{3-4}^t = G_{2-3}^t - \beta_{4_{comp}} + 200 \text{ gr} = 277,625 - 329,829 + 200 = 147,796 \text{ gr}$$

$$G_{4-5}^t = G_{3-4}^t - \beta_{5_{comp}} + 200 \text{ gr} = 147,796 - 48,351 + 200 = 299,445 \text{ gr}$$

$$G_{5-A}^t = G_{4-5}^t - \beta_{6_{comp}} + 200 \text{ gr} = 299,445 - 119,143 + 200 = 380,302 \text{ gr}$$

$$G_{A-1}^t = G_{5-A}^t - \beta_{1_{comp}} + 200 \text{ gr} = 380,302 - 119,307 + 200 = 460,995 \text{ gr}$$

$$G_{A-1}^t = 460,995 - 400$$

$$G_{A-1}^t = 60,995 \text{ gr} = G_{A-1_{départ}}^t$$

7. Calcul des coordonnées relatives  $\Delta X$  et  $\Delta Y$  :

$$\Delta X_{A-1} = D_{A-1} \times \sin G_{A-1}^t = 60,50 \times \sin 60,995 = +49,495 \text{ m}$$

$$\Delta X_{1-2} = D_{1-2} \times \sin G_{1-2}^t = 60,05 \times \sin 132,769 = +52,269 \text{ m}$$

$$\Delta X_{2-3} = D_{2-3} \times \sin G_{2-3}^t = 49,50 \times \sin 277,625 = -46,474 \text{ m}$$

$$\Delta X_{3-4} = D_{3-4} \times \sin G_{3-4}^t = 54,30 \times \sin 147,796 = +39,702 \text{ m}$$

$$\Delta X_{4-5} = D_{4-5} \times \sin G_{4-5}^t = 80,00 \times \sin 299,445 = -79,997 \text{ m}$$

$$\Delta X_{5-A} = D_{5-A} \times \sin G_{5-A}^t = 50,02 \times \sin 380,302 = -15,231 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{A-1} = D_{A-1} \times \cos G_{A-1}^t = 60,50 \times \cos 60,995 = +34,792 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{1-2} = D_{1-2} \times \cos G_{1-2}^t = 60,05 \times \cos 132,769 = -29,563 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{2-3} = D_{2-3} \times \cos G_{2-3}^t = 49,50 \times \cos 277,625 = -17,041 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{3-4} = D_{3-4} \times \cos G_{3-4}^t = 54,30 \times \cos 147,796 = -37,044 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{4-5} = D_{4-5} \times \cos G_{4-5}^t = 80,00 \times \cos 299,445 = -0,697 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{5-A} = D_{5-A} \times \cos G_{5-A}^t = 50,02 \times \cos 380,302 = +47,645 \text{ m}$$

8. Calcul des écarts de fermeture planimétriques  $fx$  et  $fy$  et du vecteur de fermeture (F) :

- Écart  $fx$  :

$$fx = \sum \Delta X = 49,495 + 52,269 + (-46,474) + 39,702 + (-79,997) + (-15,231)$$

$$fx = -0,236 \text{ m}$$

- Écart  $fy$  :

$$fy = \sum \Delta Y = 34,792 + (-29,563) + (-17,041) + (-37,044) + (-0,697) + 47,645$$

$$fy = -1,908 \text{ m}$$

- Vecteur de fermeture :

$$F = \sqrt{fx^2 + fy^2} = \sqrt{(-0,236)^2 + (-1,908)^2} = \sqrt{3,69616} = 1,9225 \text{ m}$$

9. Calcul de la tolérance planimétrique (T) :

$$T = \frac{\sum D_i}{2000} = \frac{60,50 + 60,05 + 49,50 + 54,30 + 80,00 + 50,02}{2000}$$

$$T = \frac{354,37}{2000} \approx 0,1772 \text{ m}$$

On a donc :

$$F = 1,9225 \text{ m}$$

$$\text{et } T = 0,1772 \text{ m}$$

$$F > T$$

Logiquement, le vecteur de fermeture étant supérieur à la tolérance planimétrique, on devrait refaire les mesures sur le terrain, mais il est impossible de le faire. On supposera donc que  $F < T$  et on finira les calculs.

10. Calcul des compensations planimétriques  $C_x$  et  $C_y$

- Pour les  $C_x$  :

On calcule d'abord la valeur constante  $\frac{fy}{L}$ , ce qui donne :

$$\frac{fy}{L} = \frac{-0,236}{354,37} \approx +0,000666 \text{ m}$$

Donc :

$$C_{x_1} = (+0,000666) \times 60,50 \approx +0,040 \text{ m}$$

$$C_{x_2} = (+0,000666) \times 60,05 \approx +0,040 \text{ m}$$

$$C_{x_3} = (+0,000666) \times 49,50 \approx +0,033 \text{ m}$$

$$C_{x_4} = (+0,000666) \times 54,30 \approx +0,036 \text{ m}$$

$$C_{x_5} = (+0,000666) \times 80,00 \approx +0,053 \text{ m}$$

$$C_{x_6} = (+0,000666) \times 50,02 \approx +0,033 \text{ m}$$

- Pour les  $C_y$  :

On calcule d'abord la valeur constante  $\frac{fy}{L}$ , ce qui donne :

$$\frac{fy}{L} = \frac{-1,908}{354,37} \approx +0,005384 \text{ m}$$

Donc :

$$C_{y_1} = (+0,005384) \times 60,50 \approx +0,326 \text{ m}$$

$$C_{y_2} = (+0,005384) \times 60,05 \approx +0,323 \text{ m}$$

$$C_{y_3} = (+0,005384) \times 49,50 \approx +0,266 \text{ m}$$

$$C_{y_4} = (+0,005384) \times 54,30 \approx +0,292 \text{ m}$$

$$C_{y_5} = (+0,005384) \times 80,00 \approx +0,431 \text{ m}$$

$$C_{y_6} = (+0,005384) \times 50,02 \approx +0,269 \text{ m}$$

11. Calcul des  $\Delta X_{\text{compensés}}$  et des  $\Delta Y_{\text{compensés}}$

$$\Delta X_{A-1_{\text{comp}}} = 49,495 + 0,040 = +49,535 \text{ m}$$

$$\Delta X_{1-2_{\text{comp}}} = 52,269 + 0,040 = +52,309 \text{ m}$$

$$\Delta X_{2-3_{\text{comp}}} = (-46,474) + 0,033 = -46,441 \text{ m}$$

$$\Delta X_{3-4_{\text{comp}}} = 39,702 + 0,036 = +39,738 \text{ m}$$

$$\Delta X_{4-5_{\text{comp}}} = (-79,997) + 0,053 = -79,944 \text{ m}$$

$$\Delta X_{5-A_{\text{comp}}} = (-15,231) + 0,033 = -15,198 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{A-1_{\text{comp}}} = 34,792 + 0,326 \text{ m} = +35,118 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{1-2_{\text{comp}}} = (-29,563) + 0,323 = -29,240 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{2-3_{\text{comp}}} = (-17,041) + 0,266 = -16,775 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{3-4_{\text{comp}}} = (-37,044) + 0,292 = -36,752 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{4-5_{\text{comp}}} = (-0,697) + 0,431 = -0,266 \text{ m}$$

$$\Delta Y_{5-A_{\text{comp}}} = +47,645 + 0,269 = +47,914 \text{ m}$$

12. Calcul des coordonnées définitives X et Y :

- En abscisse :

$$X_A = 5000,555 \text{ m}$$

$$X_1 = X_A + \Delta X_{A-1_{\text{comp}}} = 5000,555 + 49,535 = 5050,09 \text{ m}$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2_{\text{comp}}} = 5050,09 + 52,309 = 5102,399 \text{ m}$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3_{\text{comp}}} = 5102,399 + (-46,441) = 5055,958 \text{ m}$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{3-4_{\text{comp}}} = 5055,958 + 39,738 = 5095,696 \text{ m}$$

$$X_5 = X_4 + \Delta X_{4-5_{\text{comp}}} = 5095,696 + (-79,944) = 5015,752 \text{ m}$$

$$X_A = X_5 + \Delta X_{5-A_{\text{comp}}} = 5015,752 + (-15,198) = 5000,554 \text{ m} \approx 5000,555 \text{ m} = X_{A_{\text{départ}}}$$

- En ordonnée :

$$Y_A = 2000,250 \text{ m}$$

$$Y_1 = Y_A + \Delta Y_{A-1_{\text{comp}}} = 2000,250 + 35,118 = 2035,368 \text{ m}$$

$$Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2_{\text{comp}}} = 2035,368 + (-29,240) = 2006,128 \text{ m}$$

$$Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3_{\text{comp}}} = 2006,128 + (-16,775) = 1989,353 \text{ m}$$

$$Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{3-4_{\text{comp}}} = 1989,353 + (-36,752) = 1952,601 \text{ m}$$

$$Y_5 = Y_4 + \Delta Y_{4-5_{\text{comp}}} = 1952,601 + (-0,266) = 1952,335 \text{ m}$$

$$Y_A = Y_5 + \Delta Y_{5-A_{\text{comp}}} = 1952,335 + 47,914 = 2000,249 \text{ m} \approx 2000,250 \text{ m} = Y_{A_{\text{départ}}}$$

**EVALUATION DE FIN DE MODULE**

QUESTIONS	BAREME
3. Donner la définition d'un ouvrage d'assainissement?	/2
4. Enumérer les phases d'exécution des travaux de canalisation ?	/2
3. Quelles sont les caractéristiques communes des réseaux ?	/2
4. Décrire les deux méthodes d'exécution des réseaux ?	/2
5. Montrer l'emplacement indiqué pour chaque type de réseau ?	/2
6. Définir un système unitaire d'assainissement ?	/2
7. Nommer les parties composantes d'un branchement ?	/2
8. Quels éléments seront figurés sur un plan de voirie-reseaux ?	/2
9. Quelles sont les types des eaux qui doivent être évacuées ?	/2
10. Quelles contraintes on peut rencontrer pour les réseaux ?	/2
<b>Total :</b>	<b>/20</b>

REPONSES	BAREME
<p>1. <b>Définition</b> : les ouvrages d'assainissement ont pour objet la prise en charge des eaux usées et pluviales au mieux de confort de l'utilisateur, et selon des modes divers adaptés au contexte et aux caractéristiques de l'urbanisation : rétention, résorption, transport et traitement.</p>	/2
<p>2. Les travaux des réseaux extérieurs sont exécutés d'habitude en deux phases :</p> <p>d) <b>Avant la construction du bâtiment</b> – les réseaux d'assainissement par gravité, doit être mis en place avant tous les autres par suite de la rigidité de leur tracé ;</p> <p>e) <b>Après la fin de travaux de gros-œuvre</b> – dans cette phase on doit réaliser les branchements et les raccords ;</p>	/2
<p>3. Les réseaux possèdent en effet un certain nombre de caractéristiques communes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ils sont enterrés</b> mais doivent souvent passer sous les voies de circulation ;</li> <li>- ils <b>doivent être soigneusement séparés</b>,</li> <li>- <b>leur encombrement</b>, à l'exception des canalisations d'assainissement, est relativement faible, mais leur mise en place nécessite des tranchées de section importante ;</li> <li>- <b>ils doivent être accessibles</b> pour les réparations ou, tout au moins , entraîner dans ce cas peu de dégradations ;</li> <li>- <b>les ouvrages de visite</b> et de commande doivent être faciles à manoeuvrer ;</li> <li>- <b>ils doivent être éloignés</b> des racines d'arbres qui pourraient les disloquer ;</li> <li>- <b>les points des liaisons</b> avec les réseaux publics doivent être également être précisés dans les courts délais</li> <li>- <b>les point d'entrée dans le bâtiment</b> doivent être déterminés rapidement pour que le gros œuvre prépare ses réservations dans les fondations</li> </ul>	/2
<p>4. La mise en place des réseaux enterrés peut s'effectuer de deux manières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- soit par tranchée séparée, solution simple mais onéreuse qui augmente l'emprise nécessaire et entraîne souvent des dégâts aux autres réseaux ou aux ouvrages existants ;</li> <li>- soit par tranchée commune, solution plus économique, mais dans la pratique difficile à réaliser, parce que il faut une coordination efficace entre tous les intervenants ;</li> </ul>	/2

<p>5. Autant que possible les réseaux seront placés de la manière suivante :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- réseau séparatif d'assainissement sous la chaussée ;</li> <li>- réseau des fluides sous un trottoir ou un accotement ;</li> <li>- le réseau de gaz ne doit jamais être placé sous une chaussée ;</li> <li>- le réseau de téléphone ne doit être jamais placée dans les parcelles privatives</li> </ul>	/2
<p>6. Le système unitaire, consiste à évacuer l'ensemble des eaux usées et pluviales par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs permettant, en cas d'orage, le rejet direct par surverse d'une partie des eaux dans le milieu naturel ;</p>	/2
<p>7. Un branchement comporte en général, quatre parties qui sont de l'amont vers l'aval, comme ensuite :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- un dispositif de raccordement à l'habitation ;</li> <li>- un dispositif à buts multiples, appelé regard de branchement ou regard de visite ;</li> <li>- une canalisation de branchement ;</li> <li>- un dispositif de raccordement de la canalisation de branchement au réseau général, appelé point de raccordement,</li> </ul>	/2
<p>8. Sur les plans de voirie-reseaux divers seront figurés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les réseaux avec leur identification, les ouvrages enterrés, les branchements, les niveaux, les pentes, etc.</li> <li>- les bâtiments avec le niveau du rez-de-chaussée et le nombre d'étages,</li> <li>- les voies de circulation et les parcs à voitures avec leurs axes de référence, les voies pompiers, etc.</li> <li>- les ouvrages enterrés ;</li> <li>- l'ensemble sera à l'échelle 1/200 et toutes les cotes de niveau seront rapportées au système des points géodésiques précis en plan ;</li> </ul>	/2
<p>9. Dans la catégorie des eaux qui doivent être évacuées, on distingue les types suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>les eaux de pluies</b> – qui provient des précipitations naturelle, sont recueillies par les toitures et les chaussés et qui se caractérisent par des débits importants (dans le cas d'un orage), mais intermittent ;</li> <li>- <b>les eaux vannes (ou eaux noirs)</b> – sont issues des WC ;</li> <li>- <b>les eaux ménagères (ou eaux grises)</b> – provenant des cuisines, des salles de bains et de buanderies ;</li> <li>- <b>les eaux industrielles</b> – ont un débit variables, mais constant ;</li> </ul>	/2



<p>10. Les tuyaux des réseaux enterrés sont soumis à de nombreuses contraintes dont les principales sont :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- le poids propre de remblai ;</li><li>- le poids du liquide contenu ;</li><li>- les charges mobiles et fixes sur le remblai ;</li><li>- l'agressivité du liquide contenu ou de terre de remblai ;</li><li>- les tassements différentiels du terrain ;</li><li>- l'action des racines d'arbres et des rongeurs ;</li><li>- les variations de niveau de la nappe phréatique ;</li><li>- les chocs lors de la mise en œuvre ;</li><li>- les tassements et les vibrations dus au trafic, etc.</li></ul> <p><b>Total :</b></p>	<p><b>/2</b></p> <p><b>/20</b></p>
---	------------------------------------

**LISTE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Auteur</b>	<b>Titre</b>	<b>Edition</b>
1. D. Didier	Précis de chantier Matériel et matériaux	1994
2. Henri Richaud	Chantiers de bâtiment Préparation et suivi	1995
3. René Bayon	VOIRIE - RESEAUX DIVERS	1994
4. Henri Renaud	Réussir ses plans	2002
5. Fatna Gunina	Programme d'étude Géomètre topographe	2003