

Chapitre 1 : Préparation du travail et réglementations

UC1



ATTALLAOUI Samir

Table des matières



I - Préparation du travail	4
1. Définition des V.R.D	4
2. Travaux de V.R.D pour groupes immobiliers	4
3. Travaux de V.R.D pour bâtiments industriels et surfaces de vente	5
4. Définition de l'objectif	5
5. Documents de base	5
6. Les phases de l'étude	6
7. Composition du dossier d'appel d'offre	6
8. Phases des travaux	6
II - Travaux préparatoires	7
1. Le bornage et le relevé du terrain	7
1.1. Le bornage du terrain	8
1.2. Le levé de plan	8
1.3. Le repérage des réseaux existants	10
2. Les travaux de démolition et de déconstruction	10
3. Le débroussaillage, le défrichage et l'abattage des arbres	11
4. La reconnaissance des soles	11
III - Réglementations	12
1. Aspect général	12
2. Exemple de procédures administratives	12
2.1. Les plans d'occupation des sols (POS)	12
2.2. Les lotissements (permis de lotir)	13
2.3. La copropriété horizontale	13
2.4. Le permis de démolir	13
2.5. Le permis de construire	14
2.6. L'étude d'impact	14
2.7. L'enquête publique	15
2.8. Les servitudes administratives ou d'utilité publique	15
2.9. Les zones de protection du patrimoine architectural urbain	15
2.10. Les conditions rendant un terrain constructible	15
2.11. La salubrité des immeubles et agglomérations	16
3. Les intervenants	16
3.1. Le maître de l'ouvrage	16
3.2. Le maître d'œuvre	16
3.3. Le contrôleur technique	16
3.4. L'entreprise	17
4. La passation des marchés	17

Préparation du travail

Définition des V.R.D	4
Travaux de V.R.D pour groupes immobiliers	4
Travaux de V.R.D pour bâtiments industriels et surfaces de vente	5
Définition de l'objectif	5
Documents de base	5
Les phases de l'étude	6
Composition du dossier d'appel d'offre	6
Phases des travaux	6

1. Définition des V.R.D

On désigne par V.R.D - Voirie et *Réseaux Divers* - l'ensemble des infrastructures destinées à mettre le terrain en état de recevoir une construction en intégrant l'ensemble des réseaux projeté à ceux existants.

Ces réseaux doivent assurer toutes les fonctions liées aux différentes activités de la population : évacuation des eaux usées et pluviales, sécurité, fluidité de la circulation automobile, alimentation en eau potable et l'éclairage des zones d'activités. L'objet d'une étude des V.R.D c'est d'assurer une viabilité de qualité tout en respectant les facteurs :

- Économique ;
- La qualité ;
- Assurer et satisfaire les besoins des usagers.

Les éléments de base des V.R.D sont :

- Les terrassements généraux ;
- Réseaux de voiries ;
- Réseaux d'assainissement ;
- Réseaux d'alimentation en eau potable et incendie ;
- Réseaux d'éclairage public, le gaz et le téléphone...etc.

2. Travaux de V.R.D pour groupes immobiliers

Les groupes d'habitations nécessitent des travaux de V.R.D dont l'importance est fonction de leur implantation. Le bâtiment n'occupe qu'une partie du terrain, le reste étant consacré aux espaces verts, à la voirie et au rangement des véhicules.

Dans ces groupes d'habitations, les trottoirs sont souvent supprimés, les réseaux implantés dans les espaces verts ou sous les voies pour piétons convenablement renforcées pour supporter la circulation des véhicules d'exploitation.

L'aménagement doit tenir compte de la présence d'enfants.

3. Travaux de V.R.D pour bâtiments industriels et surfaces de vente

Les bâtiments pour l'industrie légère ou surfaces de vente nécessitent des travaux de V.R.D pour lesquels les exigences sont plus strictes.

Le terrain doit comporter de grandes surfaces horizontales pour les besoins de l'exploitation. Il doit supporter les charges des camions lourds, les stocks divers, les conteneurs ...etc.

Pour les surfaces de vente, les espaces verts sont remplacés par des parcs à voitures. La surface plane peut entraîner des travaux de terrassement très importants (remblais ou déblais avec évacuation).

4. Définition de l'objectif

Les études doivent être approfondies pour éviter les retards et les dépassements de crédit.

Les éléments à étudier sont :

- Mise à la cote des plates-formes sur l'emprise des bâtiments ;
- Voiries, aires de stationnement, de stockage ...etc. ;
- Réseaux d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées ;
- Traitement des eaux usées ;
- Réseaux d'alimentation en eau, gaz, électricité, téléphone, chauffage et raccordement sur réseaux publics ;
- Espaces verts et aires de jeux d'enfants ;
- Éclairage public ;
- Clôture de terrain.

5. Documents de base

Les documents nécessaires à l'étude sont :

- Le plan de situation qui permet de localiser géographiquement le terrain ;
- Le plan-masse qui donne le contour extérieur des bâtiments et leur emplacement sur le terrain ;
- Le plan de géomètre qui définit l'état actuel du terrain, son occupation et ses limites ;
- Le rapport de sondages effectués ;
- Les plans des ouvrages en surface ou enterrés existants ;
- Le permis de construire ;
- Le calendrier des travaux avec date de démarrage ;
- L'estimation sommaire ;
- Le devis descriptif sommaire décrivant l'ensemble des travaux.

6. Les phases de l'étude

Les phases successives sont les suivantes :

- Avant-Projet Sommaire (A.P.S) : Ce sont des plans à petites échelles (1/500, 1/200) sur lesquels figurent la voirie et les espaces verts ;
- Avant-Projet Détaillé (A.P.D) : Ce sont des plans à plus grandes échelles (1/200, 1/100) accompagnés d'un devis descriptif ;
- Dossier de Consultation des Entreprises (D.C.E) : C'est le dossier d'appel d'offres : il comporte les Plans d'exécution des Ouvrages (P.E.O) et les Spécifications Techniques Détaillées (S.T.D) ou devis descriptif.

Le devis descriptif sommaire concerne :

- Les terrassements généraux : Mouvements de terres en remblais ou en déblais pour obtenir les plates-formes brutes pour bâtiments et chaussées avec talus de sécurité sur les mitoyens et talus de raccordement entre plates-formes, en plus des évacuations des terres en excédent ;
- La voirie : Chaussée souple avec chemins de piétons pour les groupes immobiliers et chaussée souple renforcée pour les circulations et les parcs pour les bâtiments industriels ;
- L'assainissement : Évacuation des eaux par réseaux et regards d'entrées avec grilles ou regards de visite avec tampons avec raccordement à l'égout public, en plus des drainages nécessaires ;
- Les réseaux d'électricité (alimentation des bâtiments et éclairage public), de gaz, d'eau potable, de chauffage et de téléphone ;
- Les espaces verts : Plantation d'arbres, aires de jeux...etc.

7. Composition du dossier d'appel d'offre

Il est constitué par deux catégories de pièces :

- Pièces écrites : Cahier de charges, devis descriptif, calendrier des travaux ou planning, rapport de sondages ;
- Plans : plan de situation, plan de masse, plan de géomètre, plans de terrassements, voirie, réseaux divers, espaces verts, éclairage public et clôtures.

8. Phases des travaux

Les travaux de V.R.D s'exécutent généralement en deux phases :

Réalisation des travaux extérieurs	
1ere phase	2eme phase
- Nettoyage du terrain	- Reprofilage de chaussée
- Implantation de sondages	- Bordures
- Branchements chantier (eau, électricité)	- Mise en place de tampons
- Terrassements généraux	- Appareillages pour réseaux (branchement + essais)
- Réalisation des travaux extérieurs	- Trottoirs : massifs et candélabres
- Voies de desserte chantier	- Chemins de piétons
- Collecteurs E.U et E.P	- Finition de chaussée
- Terrassements des voiries	- Clôture
- Fourreaux sous voiries (tubes en PVC)	- Terre végétale
- Sous-couches voiries	- Plantation
- Réseaux enterrés	- Plan de récolement de réseaux
- Eau, Électricité, Gaz, Téléphone et Chauffage	
- Nettoyage	
- Remise du chantier au lot G.O	

Tab. 1.1 : Réalisation des travaux extérieurs

1.1. Le bornage du terrain

Le bornage du terrain est une opération préalable à toute autre intervention. Il est réalisé par un géomètre, à la demande du maître de l'ouvrage, de manière contradictoire, en présence des propriétaires riverains. Il a pour but de définir avec précision les limites du tènement où sont réalisés les aménagements et de les repérer sur place à l'aide de points particuliers tels que les angles (fig. 1.1) matérialisés par des bornes scellées dans le sol.

Ce travail est basé, à l'origine, sur les plans cadastraux que possèdent les communes, complétés par les actes notariés de cession des terrains.



Fig. 1.1 : Bornage du terrain

1.2. Le levé de plan

Le levé de plan consiste à reporter sur un plan, ou sur tout autre document, les différents accidents qui existent sur le terrain. Effectué par un géomètre, il correspond à une double opération : d'une part, un travail de planimétrie pour repérer tous les éléments, d'autre part, un travail d'altimétrie définissant le relief et les altitudes des points principaux. Il peut être complété par le repérage des réseaux existants aux abords du site.

Ce travail, nécessitant une grande précision, a pour base les deux principes fondamentaux suivants :

- procéder de l'ensemble vers le détail pour prévenir le cumul des erreurs ;
- contrôler fréquemment les opérations afin d'éviter les erreurs grossières d'observation, de calcul ou de dessin.

Dans un premier temps, les points principaux du terrain sont levés avec soin. Ces points et les droites qui les joignent forment le canevas de base qui peut être simple ou complexe (fig. 1.2). Dans ce dernier cas, il comprend plusieurs opérations de précision décroissante définissant les canevas de deuxième ou de troisième ordre qui serrent, d'aussi près que possible, les détails du terrain.

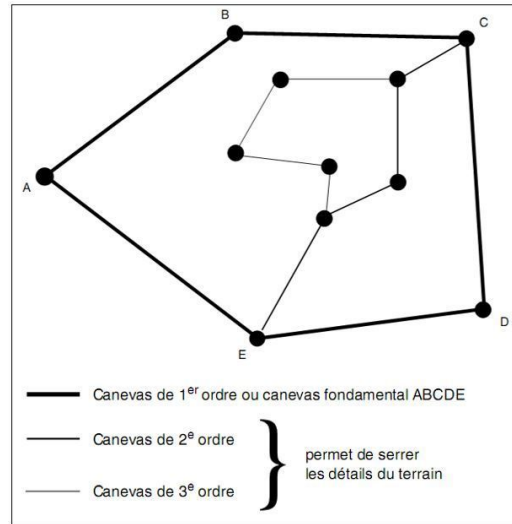


Fig. 1.2 : Canevas

Le travail de planimétrie

Le travail de planimétrie a pour objet de dresser un état des lieux indiquant sur les plans tous les ouvrages existants, bâtiments, murs, puits, citernes, qui se trouvent sur le terrain ainsi que les points particuliers ou significatifs : arbres, ruisseaux, bornes, clôtures, portails, etc. dont il faudra tenir compte lors de l'élaboration du projet (fig. 1.3).

La position d'un point en plan est définie soit par des coordonnées rectangulaires : abscisse X et ordonnée Y, la direction des ordonnées correspondant au nord du quadrillage, soit par des coordonnées polaires : un angle et une longueur.

En un point donné, le gisement est l'angle compris entre l'axe des ordonnées et une droite tracée entre l'origine et ce point, mesurée dans le sens de rotation des aiguilles d'une montre.

La position d'un point est déterminée selon trois modes opératoires, faisant tout appel à des notions de trigonométrie. En fin d'opération, les écarts éventuels sont répartis sur l'ensemble des mesures.

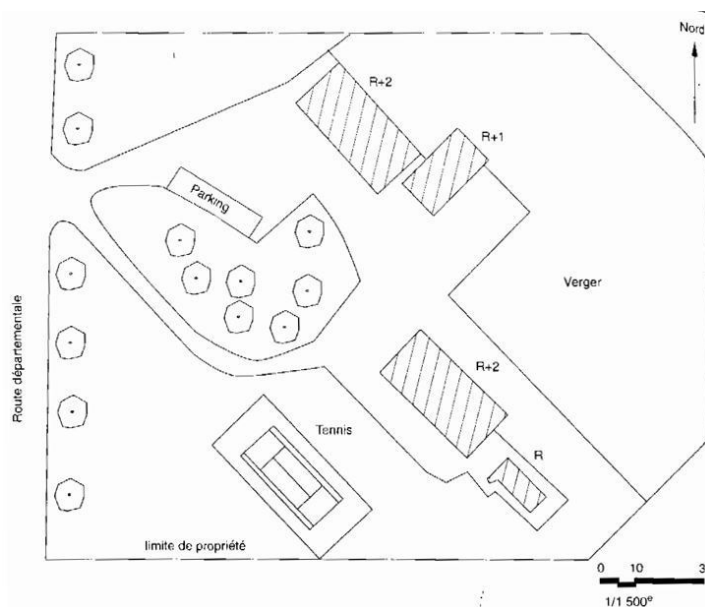


Fig. 1.3 : État des lieux (non coté)

1.3. Le repérage des réseaux existants

Le repérage des réseaux existants, qu'ils soient souterrains ou aériens, permet trois approches différentes :

- étudier, en liaison avec les services concernés, les principes de raccordement du tènement aux différents réseaux ;
- vérifier qu'ils ont les capacités suffisantes pour le desservir et qu'ils sont à une profondeur adéquate ;
- contrôler qu'ils n'occasionnent aucune gêne : une ligne à moyenne tension tra-
versant le terrain, dont il faut envisager le détournement, par exemple (fig. 1.4).

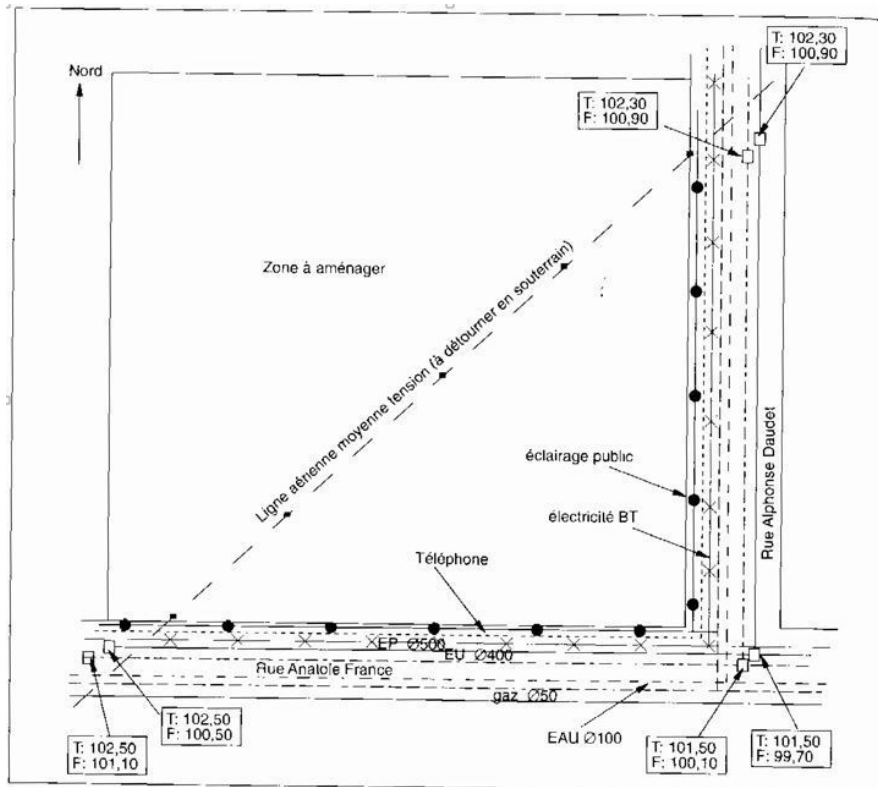


Fig. 1.4 : repérage des réseaux existants

2. Les travaux de démolition et de déconstruction

Les travaux de démolition et de déconstruction portent soit sur l'ensemble des bâtiments situés sur un tènement, soit sur une partie de ceux-ci. Dans ce cas, une reconversion des bâtiments conservés est étudiée de manière à s'intégrer dans le plan d'ensemble du secteur aménagé.

Ces travaux peuvent être incorporés dans l'ensemble des infrastructures. Lorsqu'ils sont importants, ils font l'objet d'un marché traité indépendamment. Cette solution présente l'avantage de mettre à la disposition de l'aménageur des terrains libres de toutes constructions.

Préalablement à l'intervention de l'entreprise, il est souhaitable de faire procéder à un relevé de l'existant afin de connaître aussi parfaitement que possible la nature du bâti et l'imbrication des structures. De plus, un constat contradictoire, illustré de photographies, doit être dressé par une personne agréementée portant sur toutes les constructions avoisinantes, quelle qu'en soit l'importance : bâtiments d'habitation, bâtiments industriels, hangars, murs de clôture, etc.

3. Le débroussaillage, le défrichage et l'abattage des arbres

Alors que le débroussaillage et le défrichage peuvent être confiés à des entreprises de terrassement disposant d'un équipement apte à effectuer ces travaux, l'abattage des arbres de haute tige doit être exécuté par une entreprise spécialisée.

Selon l'importance des arbres, leur essence et leur localisation, cette intervention peut nécessiter un accord préalable des autorités compétentes. Dans ce cas, un relevé précis est effectué, sur lequel sont indiqués tous arbres à abattre, ainsi que les mesures prises, pour leur remplacement.

4. La reconnaissance des soles

Pour la préparation des travaux de V.R.D., les reconnaissances de sol sont obligatoires.

Lorsque des déblais importants sont prévus, des sondages deviennent indispensables pour déterminer la nature des terrains rencontrés, et décider du choix des matériels. En effet, les sols meubles ne sont pas excavés avec les mêmes engins que les sols compacts. La présence de l'eau à faible profondeur entraîne des mesures de protection.

Pour cette raison il est conseillé de joindre au dossier d'appels d'offres de terrassement et de voirie, un extrait du rapport de sondage fourni par l'Ingénieur-Conseil spécialisé. En général les coupes du terrain suffisent.

Réglementations



Aspect général	12
Exemple de procédures administratives	12
Les intervenants	16
La passation des marchés	17
L'assurance des ouvrages d'infrastructure	17

1. Aspect général

Comme tout projet d'aménagement ou de construction, les ouvrages de VRD doivent respecter certain nombre de dispositions définies par des lois, des décrets ou des arrêtés. Leur réalisation doit également se conformer à des règles constructives telles que les normes prises à l'échelon national ou aux directives des fournisseurs.

Ces règles sont édictées sous forme de lois telle que la loi sur l'environnement, la loi sur l'eau, la loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privées.

Les travaux de VRD sont fréquemment à l'origine d'opération d'urbanisme et d'aménagement, tel que les zones d'aménagement concerté (ZAC) et les lotissements, ou viennent en complément d'opération de construction. Il doivent être réalisés dans le respect des codes de l'environnement, d'habitation, santé publique...etc.

De ce fait, ils font l'objet de nombreuses démarches auprès de l'administration ou de l'autorité publique. Raisons pour lesquelles il est nécessaire d'apporter des précisions sur les procédures courantes.

2. Exemple de procédures administratives

2.1. Les plans d'occupation des sols (POS)

Les plans d'occupation des sols (POS) ont fait place aux plans locaux d'urbanisme (PLU), ils sont élaborés par les communes urbaines. Leur objective consiste à définir les règles d'urbanisme qu'elles souhaitent voir appliquer sur partie ou totalité de leur territoire. Ils doivent être compatibles avec les schémas directeurs fixant les orientations fondamentales de l'aménagement des secteurs concernés en tenant compte de l'équilibre à préserver entre l'extension urbaine, l'exercice des activités agricoles ou des autres activités économiques ainsi la préservation des sites et paysages naturels ou urbains. Les POS se présentent sous la forme d'un dossier comprenant les pièces suivantes :

- un rapport de présentation analysant la situation existante et les perspectives d'évolution, en précisant la superficie des différentes zones (urbaines, naturelles, boisées, etc.) tout en respectant les préoccupations d'environnement ;
- un ou plusieurs documents graphiques ayant pour objet de délimiter le champ d'application territorial des diverses règles concernant l'occupation des sols ;
- un règlement (un cahier de charge), pièce fondamentale du POS, fixant les règles et conditions de l'occupation des sols ainsi que ces possibilités maximales ;
- des pièces en annexe portant sur les avis et les observations émanant des services publics et associations locales d'usagers agréés, ainsi que sur des points faisant l'objet de mentions particulières.

2.2. Les lotissements (permis de lotir)

Selon le code d'urbanisme, correspond à toute division d'une propriété foncière qui a pour objet ou qui sur une période de moins de dix ans, a eu pour effet de porter à plus de deux le nombre de terrains issus de la dite propriété, cela en vue de l'implantation de villas. Les acquéreurs deviennent propriétaires de chacun des lots qu'ils acquièrent et constructions qui y sont édifiées. Les lotissements peuvent être réalisés tant par des particuliers ou des sociétés privées que par des organismes publics, collectivités locales, syndicats mixtes, etc. La demande d'autorisation de lotir comprend les documents suivants :

- Un formulaire administratif typique à remplir, il doit être signé par le maître de l'ouvrage (le lotisseur) et le maître d'œuvre ;
- Une note de présentation mettant en relief l'opportunité de l'opération, les mesures prises pour le respect de l'environnement ;
- le plan de situation du terrain précisant sa localisation par rapport à l'agglomération et aux principaux équipements collectifs ;
- un plan de l'état actuel du terrain à lotir (plan de masse) et de ses abords faisant apparaître les constructions et plantations existantes ;
- Le plan de composition d'ensemble du projet permettant de visualiser la répartition entre les terrains à usage privatif et ceux réservés aux équipements collectifs ;
- Les plans d'exécution V.R.D qui sont devenus des pièces graphiques obligatoires car les travaux V.R.D sont nécessaires à la viabilité et à l'équipement du terrain, chaque lot devant être desservi par la voirie et raccordé aux différents réseaux afin de le rendre constructible ;
- L'étude d'impact est demandée lorsque l'opération est située en dehors d'un territoire doté d'un POS ;
- Le programme et le plan des travaux d'équipement interne précisant les caractéristiques de la voirie et le l'échéancier des travaux s'ils sont prévus en plusieurs tranches.

En fin d'exécution, un certificat d'achèvement est délivré. Il conditionne la mise en vente des lots.

2.3. La copropriété horizontale

La copropriété horizontale, contrairement aux lotissements, correspond à une division du sol en jouissance et non en propriété. Dans ce cas, le sol est indivis entre les titulaires des lots qui sont propriétaires uniquement des constructions édifiées sur le terrain et de l'emprise au sol correspondante.

2.4. Le permis de démolir

Le permis de démolir est exigé pour entreprendre les travaux de démolition portant sur tout ou partie d'un bâtiment quelle qu'en soit sa destination d'origine. L'objectif de cette démarche est de restreindre les possibilités de démolition des immeubles et d'en assurer la protection lorsqu'ils représentent un intérêt historique au sens large du terme. La demande est présentée sur un formulaire type accompagné des documents suivants :

- Le plan de situation et le plan de masse des constructions à démolir et à conserver ;
- Les conditions d'utilisation et d'occupation du ou des bâtiments lors du dépôt de la demande et les dispositions prises de les libérer ;
- la surface de plancher hors œuvre nette ;
- Les motifs de l'opération projetée.

Pendant toute la durée de l'instruction, l'avis de dépôt de la demande est affiché en mairie afin d'assurer la protection des tiers. Dès le permis accordé, un extrait doit être affiché sur le terrain, visible de l'extérieur, pendant la durée du chantier.

2.5. Le permis de construire

Le permis de construire est une procédure administrative qui autorise le pétitionnaire à édifier de nouvelles constructions, bâtiments ou autres, ou à modifier celles qui existent. Il permet de vérifier que les règles d'urbanisme et plus particulièrement celle portant sur l'occupation des sols, sont respectées.

La demande est déposée à la mairie du lieu où la construction est prévue. Elle comprend un formulaire type précisant l'identité du demandeur, l'identité du propriétaire du terrain si ce n'est pas le demandeur, la situation et la superficie du terrain, la nature des travaux envisagés, l'auteur du projet, ses caractéristiques (nature des travaux, destination de la construction, aspect extérieur, aires de stationnement prévues) et la densité de la construction. Les documents suivants à joindre à la demande :

- Le plan de situation du terrain ;
- Le plan de masse des constructions projetées avec leur dimension et les indications sur les raccordements à la voirie et aux réseaux publics ;
- Les plans de façades ;
- Les différentes vues en plan architecturales ;
- Le dossier d'exécution génie civil.

2.6. L'étude d'impact

L'étude d'impact s'impose dès que les travaux et les projets d'aménagement, par leur importance et leur nature, peuvent porter atteinte au milieu naturel. Elle contribue à la conception du projet et ne constitue pas une justification a posteriori. Elle nécessite une autorisation ou une décision d'approbation. De ce fait, elle doit fournir toutes les informations concernant le projet et ses répercussions sur l'environnement. Son contenu est en relation directe avec l'importance des aménagements projetés et avec leurs incidences prévisibles sur l'environnement.

- L'étude d'impact se compose de plusieurs parties portant sur les points suivants :
- L'analyse de l'état initial du site et de son environnement ;
- L'analyse précise des effets directs ou indirects, temporaire ou permanents, du projet sur l'environnement ;
- Les raisons qui ont conduit au choix retenu ;
- Les mesures envisagées pour supprimer réduire ou compenser les conséquences dommageables pour l'environnement ;
- L'étude des effets du projet sur l'environnement ;
- L'étude des effets du projet sur la sécurité et la santé.

Toute personne, physique ou morale peut prendre connaissance de l'étude d'impact.

2.7. L'enquête publique

L'enquête publique doit précéder tous les travaux d'aménagement ou de construction réalisés par des personnes publique ou privées, lorsque ceux-ci, en raison de leur nature, de leur consistance ou de leur importance, sont susceptibles d'affecter l'environnement. Cette procédure a pour objet d'informer le publique et de recueillir ses appréciations, suggestions et contre-proposition afin de permettre à l'autorité compétente de disposer de tous les éléments nécessaire à son information. Elle intervient postérieurement à l'étude d'impact lorsque celle-ci est requise.

Le dossier soumis à l'enquête publique doit comprendre :

- Une notice explicative indiquant : l'objet de l'enquête, les principales caractéristiques de l'opération soumise à enquête et lorsque l'étude impact n'est pas requise, les raison-notamment du point de vue de l'environnement-qui ont conduit le maître de l'ouvrage à retenir le projet soumis à enquête ;
- L'étude d'impact ou la notice d'impact ;
- Le plan de situation ;
- Le plan général des travaux ;
- Les caractéristiques principales des ouvrages les plus importants ;
- Lorsque le maître de l'ouvrage est une personne publique, l'appréciation sommaire des dépenses, y compris le coût des acquisitions immobilière ;
- La mention des textes qui régissent l'enquête publique en cause, et l'indication de la façon dont cette enquête s'insère dans la procédure administrative relative à l'opération considérée.

2.8. Les servitudes administratives ou d'utilité publique

Ces servitudes grèvent les propriétés privées au profit de la collectivité. Elles peuvent résulter de disposition prises dans le cadre des lois d'aménagement et d'urbanisme ou répondre à des prescriptions particulières. Elles peuvent affecter directement l'utilisation des terrains. C'est le cas des zones de protection des puits de pompage de l'eau potable. Du passage de certains réseaux publics. Ce type de servitudes est à distinguer des servitudes de droit privé légales ou conventionnels, qui imposent au propriétaire du fonds servant diverses contraintes au bénéfice du fonds dominant ou qui permet le désenclavement de certaines parcelles du terrain.

2.9. Les zones de protection du patrimoine architectural urbain

Ces zones de protection sont créées autour des monuments historiques, des quartiers et des sites à protéger ou à mettre en valeur pour des motifs d'ordre historique, culturel ou esthétique. Les études sont diligenté » sous la conduite des autorités compétentes. Des règles sont édictées, applicable dans ces zones elles portent sur l'organisation de l'espace et l'occupation des sols, les gabarits des constructions, leur aspect et la mise ne valeur de leur environnement (traitement des espaces publics, éclairage, plantation, ...etc.).

2.10. Les conditions rendant un terrain constructible

Ces conditions sont mentionnées dans le code de l'urbanisme les plus importantes sont :

- La desserte doit être assurée par des voies publiques ou privées, elle doit posséder les caractéristiques pour permettre la circulation ou l'utilisation des engins de lutte contre l'incendie ;
- L'alimentation en eau potable, l'assainissement, l'épuration et le rejet des eaux résiduaires doivent être assurés dans les conditions conformes à la réglementation en vigueur.

2.11. La salubrité des immeubles et agglomérations

Elle fait l'objet de plusieurs articles dans le code de la santé, ils portent sur les principes d'assainissement des immeubles.

- Le raccordement des immeubles aux égouts disposés pour recevoir les eaux usées et domestiques est obligatoire ;
- Les immeubles non raccordés doivent être dotés d'un assainissement autonome (fosse septique) ;
- Les ouvrages nécessaires pour amener les eaux usées à la partie publique du branchement sont à la charge des propriétaires. La commune contrôle la conformité des installations correspondantes ;
- Tout déversement d'eaux usées, autres que domestiques, dans les égouts publics doit être autorisé par la collectivité à laquelle appartiennent les ouvrages empruntés par ces eaux usées.

3. Les intervenants

Les intervenants sont appelés à assurer l'ensemble des missions depuis le lancement d'une opération d'aménagement jusqu'à sa réalisation et à la mise à disposition des usagers.

3.1. Le maître de l'ouvrage

Le maître de l'ouvrage est la personne physique ou morale pour laquelle l'ouvrage est construit. Responsable principal de l'opération, il remplit une fonction d'intérêt générale. Il lui appartient d'en définir le programme, d'en arrêter l'enveloppe financière prévisionnelle. D'en assurer le financement de choisir le processus selon lequel l'ouvrage sera réalisé et de conclure avec les autres intervenant les contrats ayant pour l'objet les études et l'exécution des travaux. Pour remplir tout ou partie de ces missions, le maître de l'ouvrage peut s'entourer de compétences complémentaires :

- *Un mandataire*, avec lequel il passe une convention, afin qu'il intervienne en son nom et pour son compte ;
- *Un conducteur d'opération*, organisme indépendant qui l'assiste dans les missions à caractère administratif, technique et financier ;
- *Un spécialiste* qui intervient dans le cadre d'une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, afin de définir la programmation.

3.2. Le maître d'œuvre

Une personne physique ou morale, ou une équipe comprenant plusieurs personnes physique ou morale. Il fournit des prestations intellectuelles portant sur la conception et la réalisation du projet sur la base du programme du maître de l'ouvrage. Pour sa compétence, le maître d'œuvre peut être chargé par le maître de l'ouvrage, de l'assister pour la consultation des entreprises et pour la conclusion des marchés avec les entrepreneurs, de diriger l'exécution de marché de travaux et de le seconder lors de la réception de l'ouvrage et le règlement des comptes. Dans le cas d'une maîtrise d'ouvrage publique, le contenu de ces éléments de mission est parfaitement encadré par des textes réglementaires. En infrastructure, selon la nature des ouvrages et le contenu de la mission.

3.3. Le contrôleur technique

Une personne physique ou morale agréée par le ministère chargé de la construction. Il a pour mission de contribuer à la prévention des différents aléas techniques susceptibles d'être rencontrés dans la réalisation des ouvrages. Il intervient à la demande du maître de l'ouvrage et donne son avis à ce dernier sur les problèmes d'ordre technique.

Son intervention est obligatoire pour certains ouvrages de par importance et leur destination (mur de soutènement, réservoir.).

En aucun cas le contrôleur technique ne peut exercer une mission de conception et d'exécution.

3.4. L'entreprise

L'entreprise est l'entité, personne physique ou morale, chargée de la construction de l'ouvrage. Elle doit prendre toutes les dispositions pour réaliser les travaux conformément au cahier de charge, aux documents graphiques et pièces écrites. Elle doit assurer également que toutes les règles de sécurité sont appliquées pendant le chantier, conformément au code de travail. Lorsque plusieurs lots de travaux sont prévus, ceux sont traités :

- Par des entreprises séparées, chacune ayant les qualifications requises ;
- Par un groupement d'entreprise, conjointes ou solidaires, représentés par un mandataire (généralement l'entreprise qui possède le lot le plus important) ;
- Par une entreprise générale qui, titulaire du marché unique de travaux, a les qualifications requises ou peut éventuellement en sous-traiter une partie.

4. La passation des marchés

Le marché est un contrat écrit qui comporte obligatoirement un acte d'engagement, les pièces administratives et les documents précisant la nature des études. L'acte d'engagement en constitue la pièce majeure. Il est signé par le candidat qui présente l'offre et par la personne publique. Il indique les conditions de l'offre : prix, répartition entre cotraitants éventuels, délais, documents joints.

La passation des marchés entre maître de l'ouvrage et maître d'œuvre, d'une part et entre maître de l'ouvrage et l'entreprise, d'autre part répond à des règles qui varient selon la qualité du maître de l'ouvrage et l'importance des travaux.

Dans le cas de la maîtrise d'ouvrage publique, elle doit respecter un formalisme énoncé par le code des marchés publics pour concrétiser l'intervention du maître d'œuvre et l'entreprise. Les marchés font l'objet de tractations directes, d'appels d'offres ouverts ou restreints, en fonction de seuils fixés.

L'appel d'offres, permet à la personne publique de retenir, sans négociation, l'offre économiquement la plus avantageuse sur la base de critères objectifs portés à la connaissance des candidats.

L'appel d'offres ouvert admet tous les candidats qui se présentent à remettre une offre.

L'appel d'offres restreint opère une première sélection limitant le nombre de candidats admis à remettre une offre.

5. L'assurance des ouvrages d'infrastructure

L'assurance des ouvrages d'infrastructure est une pratique obligatoire, soumise à des règles particulières proches de celle appliquées dans les travaux de bâtiments, relatives à la responsabilité dans le domaine de construction.

A l'ouverture de tout chantier, l'entreprise doit être en mesure de justifier qu'elle a souscrit un contrat d'assurance.

Chapitre 2 : Terrassement

UC1



ATTALLAOUI Samir

Table des matières



I - Définitions-Terminologie	4
1. Définition d'un terrassement	4
2. Opérations diverses	5
3. Opérations élémentaires de terrassements	5
4. Sujétions et considérations diverses	5
5. Les mouvements des terres	5
6. Le décapage d'un terrain	6
7. Les fouilles	6
7.1. Les fouilles en pleine masse	8
7.2. Les fouilles ou excavations superficielles	8
7.3. Les fouilles en rigole	8
7.4. Les fouilles en tranchée	8
7.5. Les fouilles en puits	8
7.6. Les forages	8
7.7. Les fouilles en galerie	8
8. Classification des terrains selon le degré de consistance et de dureté	9
8.1. Les terrains meubles ou encore sols faciles	9
8.2. Les terrains rocheux ou terrains difficiles	9
9. Remarques et considérations diverses	9
9.1. Pente des talus, remblais ou déblais	9
9.2. Foisonnement des terres	10
9.3. Profondeur maximale d'une fouille sans blindage	11
II - Calcul des cubatures	13
1. Calcul des volumes couchés	13
2. Calcul des volumes debouts	16
3. Autres Cubatures	16
3.1. Cubature des talus	16
3.2. Cubature des plates-formes	18
3.3. Cubature d'un décapage	20
3.4. Cubature d'une tranchée	20
III - Les engins de terrassement	22
1. Les engins d'excavation	22
2. Les engins de nivellement	23
3. Les engins de chargement	24
4. Les engins de transport	24

5. Les engins de compactage 26

Abréviations

Définitions-Terminologie

Définition d'un terrassement	4
Opérations diverses	5
Opérations élémentaires de terrassements	5
Sujétions et considérations diverses	5
Les mouvements des terres	5
Le décapage d'un terrain	6
Les fouilles	6
Classification des terrains selon le degré de consistance et de dureté	9
Remarques et considérations diverses	9

1. Définition d'un terrassement

Les travaux de terrassement ont pour objet la création des plates-formes sur lesquelles sont édifiées les constructions et les voiries, la préparation des excavations de grandes dimensions nécessaire pour les niveaux en sous-sol des bâtiments ainsi que les tranchées dans lesquelles sont posées les diverses canalisations. En général ils entraînent une modification du relief du terrain, soit en abaissant son niveau par l'enlèvement de terre ou terrassement en déblai, soit en rehaussant son niveau par un apport de terre ou terrassement en remblai (fig. 2.1). Conventionnellement, sur les plans, les déblais en couleur jaune et les remblais en couleur rouge.

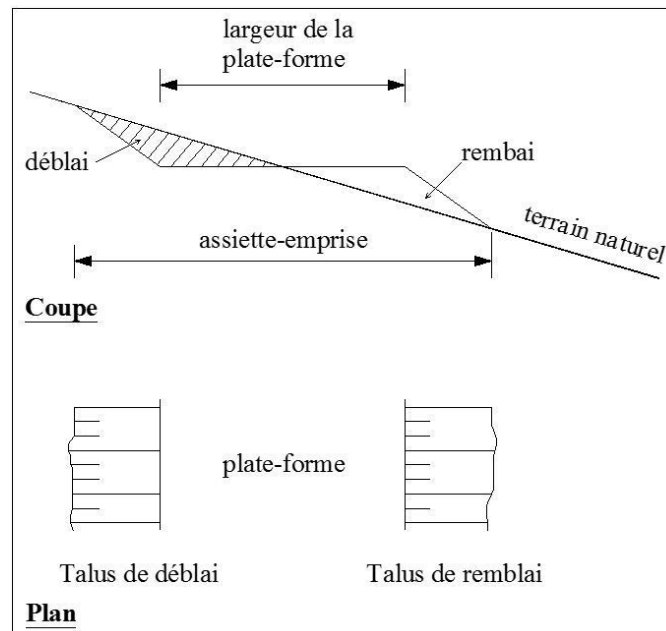


Fig. 2.1 : Terrassement en déblai et en remblai

6. Le décapage d'un terrain

Le décapage d'un terrain est un terrassement de faible épaisseur (20 cm à 40 cm) comparativement à la surface considérée. Il correspond à l'enlèvement de la couche de terre végétale et/ou arable au droit de l'emprise des bâtiments et des voiries.

7. Les fouilles

Les fouilles correspondent à des travaux de terrassement, de profondeur plus ou moins grande (Fig. 2.2). Elles sont réalisées au droit des ouvrages et peuvent avoir plusieurs configurations (Fig. 2.3).

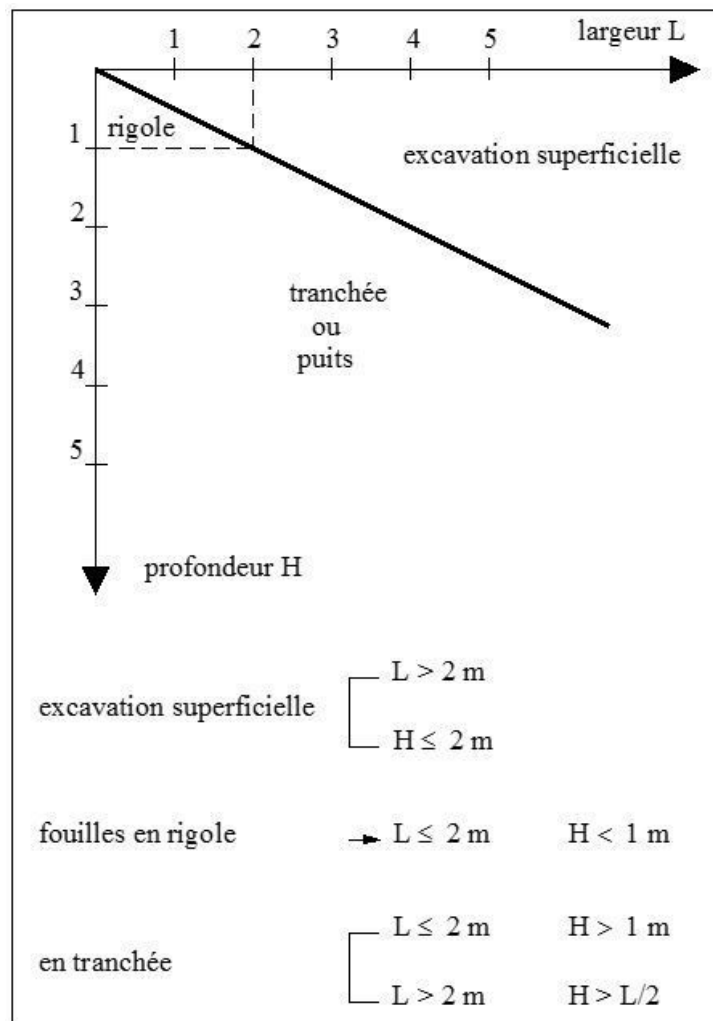


Fig. 2.2 : Types des fouilles selon les dimensions

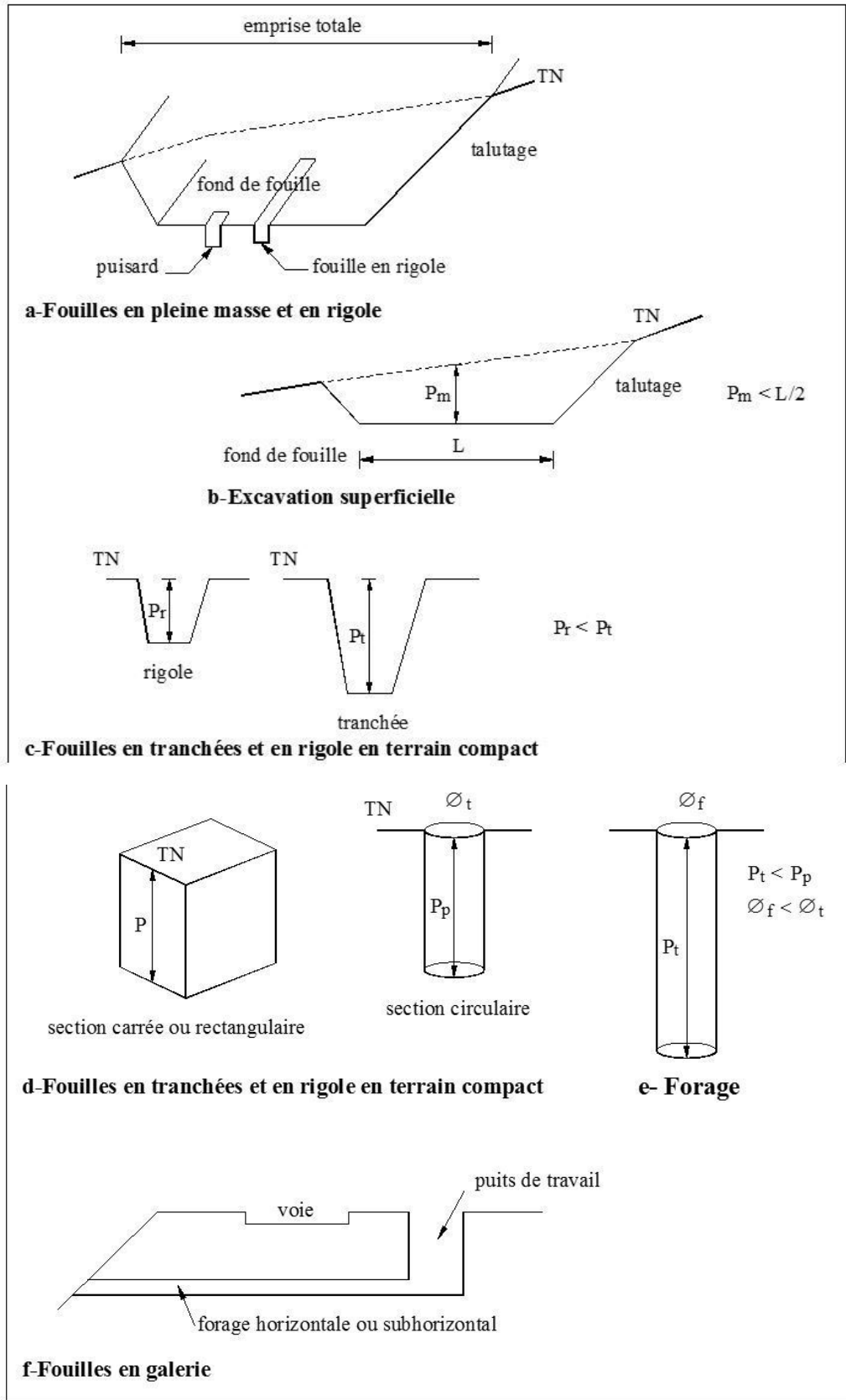


Fig. 2.3 : Différents types de fouilles

7.1. Les fouilles en pleine masse

Elles sont exécutées sur la totalité de l'emprise des ouvrages afin d'en atteindre le niveau le plus bas. Dans le cas d'un immeuble comprenant plusieurs niveaux de sous-sol, la fouille en pleine masse est descendue jusqu'au niveau de la sous-face du dallage du dernier niveau de sous-sol. En fond de fouille, un ou plusieurs puisards de récupération des eaux de pluie peuvent être prévus.

7.2. Les fouilles ou excavations superficielles

Elles sont une variante des fouilles précédentes dont la profondeur n'excède pas la moitié de la largeur de l'ouvrage.

7.3. Les fouilles en rigole

Les fouilles en rigole sont des terrassements linéaires droits ou courbes dont la largeur est généralement comprise entre 0,40 et 2,00 m. Elles reçoivent, entre autres, les fondations superficielles des murs ou les canalisations à faible profondeur (réseau d'éclairage public ou de télécommunication).

7.4. Les fouilles en tranchée

Elles ont une plus grande profondeur que les fouilles en rigole et ont une fonction similaire (fondation de murs, canalisation d'assainissement ou d'alimentation en eau). Leur largeur dépend généralement des conditions de travail : sécurité des ouvriers, nature du terrain, blindage.

7.5. Les fouilles en puits

Les fouilles en puits ont des dimensions telles que leur section (de l'ordre de 1 à 4 m²) est faible par rapport à la profondeur qui peut atteindre 10 m ou plus. Leur emploi est réservé aux fondations ponctuelles des bâtiments ainsi qu'au captage des eaux ou au rejet d'eaux non polluées en milieu naturel.

7.6. Les forages

Ce sont des fouilles cylindriques de faible diamètre (0,10 à 0,50 m) par rapport à la profondeur qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Elles sont utilisées pour les fondations ponctuelles des bâtiments (fondations par pieux ou micropieux) ou pour le pompage des eaux alimentant les réseaux de distribution.

7.7. Les fouilles en galerie

Les fouilles en galerie sont exécutées sous terre. De grandes sections, elles nécessitent la pose d'»étaie et blindage, parallèlement à l'avancement des travaux. D'un coût relativement élevé, elles permettent le passage de canalisations sous des voiries existantes sans avoir à interrompre la circulation.



Remarque

La profondeur H est dans tous les cas mesurée à partir du niveau sol naturel livré après terrassements généraux.

8. Classification des terrains selon le degré de consistance et de dureté

Dans la nature, nous pouvons trouver différents types de sols .Plus précisément, du point de vue de l'opération "terrassements" nous classons les sols selon le degré de consistance ou de dureté.

Dans ce cas précis deux grandes catégories existent.

8.1. Les terrains meubles ou encore sols faciles

- Les terrains légers (terres végétales, sables lâches, remblais de formation récente gravois ;
- Les terrains ordinaires (sols argileux, sols pierreux ou caillouteux, tufs ...) ;
- Les terrains lourds (argiles compactes, glaises, sables fortement consolidés) ;
- Les terrains très lourds (roches et rochers).

Tous ces terrains ne nécessitent, en général que des moyens mécaniques d'extraction.

8.2. Les terrains rocheux ou terrains difficiles

- Les roches tendres ;
- Les roches demies dures ;
- Les roches dures ;
- Les roches très dures.

Ces terrains nécessitent dans la plupart des cas l'emploi de moyens spéciaux tels que les explosifs ou encore l'emploi de gros engins tels que le brise roche ou le marteau piqueur encore si la fouille reste modeste.

9. Remarques et considérations diverses

9.1. Pente des talus, remblais ou déblais

Le terrain naturel doit être dressé selon une pente suffisante pour éviter tout éboulement. Cette pente est en fonction de l'angle de frottement interne.

Angle du talus est :

$$\tan(\alpha) = \frac{H}{B}$$

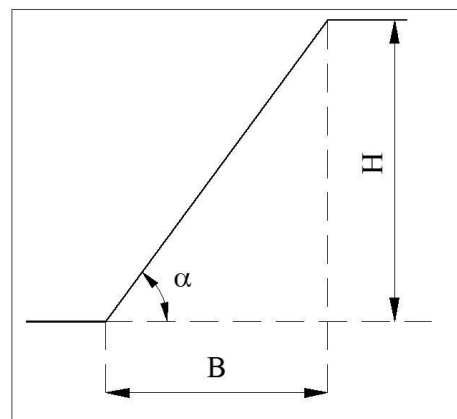


Fig. 2.4 : Talus

La stabilité du talus doit vérifier la condition suivante :

$$\alpha = \arctan\left(\frac{H}{B}\right) < \varphi$$

φ : angle de frottement interne du sol

α : angle du talus

Notons que l'angle de talus naturel dépend de :

- La nature du sol (cohérent ou non) ;
- De la teneur en humidité (sol sec ou non).

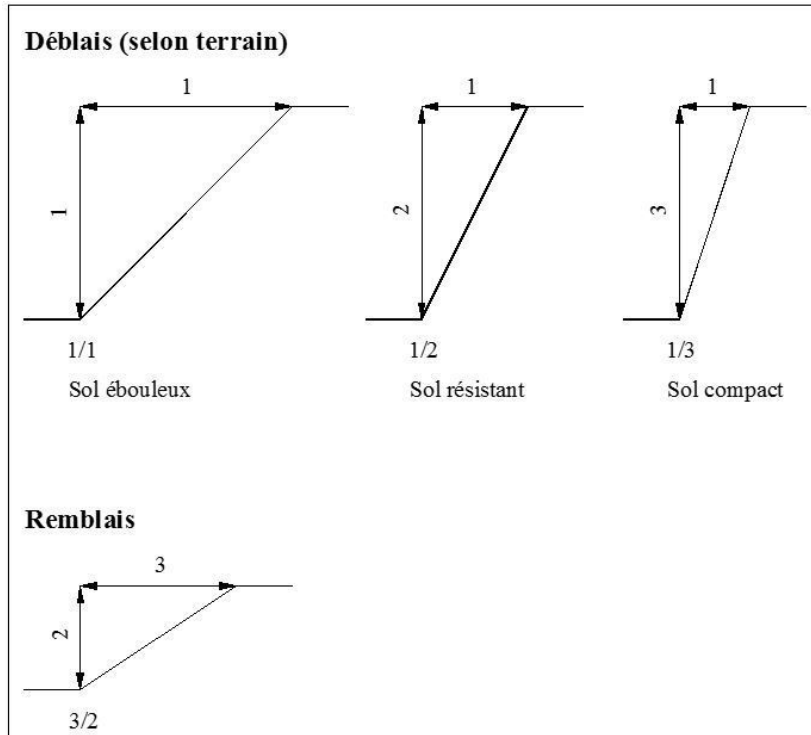


Fig. 2.5 : Caractéristiques des talutages

A titre indicatif, nous donnons sur le tableau suivant l'angle de talus naturel de quelques types de sols :

Nature terrain	sec	immergé
Rocher sain	90°	90°
Rocher fissuré	80°	80°
Terre végétale	45°	40°
Terre argileuse	40°	20°
Gravier gros sable	35°	30°
Sable fin	30°	20°

Tab. 2.1 : Angle de talus naturel de quelques types de sols

9.2. Foisonnement des terres

Le foisonnement est une augmentation du volume des terres due à l'ameublissement provoqué lors de l'exécution de la fouille. L'importance du foisonnement dépend de la nature du terrain : pour le sable, le gravier fin ou la terre végétale, le foisonnement s'atténue et s'annule presque avec le temps.

La connaissance du foisonnement est nécessaire pour :

- déterminer la capacité des véhicules de transport des déblais ;
- effectuer la mise en dépôt dans les décharges publiques à partir d'un cube mesuré en place ;
- calculer les dimensions initiales à donner à un remblai afin qu'il atteigne, après tassement, les cotes exigées.

Tassement des terres

D'un autre côté le remblai V' va à son tour subir une modification au bout de laquelle son volume deviendra $V'' < V'$. Ceci du fait que ce remblai aura tassé ou affaissé suite à son propre poids, les charges extérieures (les véhicules) et l'action des agents atmosphériques. C'est-à-dire le remblai essaie de revenir à son état initial (avant de déblaiement).

Nous distinguons alors plusieurs coefficients ou indices :

- Le coefficient ou indice de foisonnement noté F_i
- le coefficient de foisonnement final ou persistant noté F_p
- le coefficient de tassement des déblais noté T

$$V' = V \left(1 + \frac{1}{M}\right)$$

Le coefficient $1/M$ est appelé indice de foisonnement.

Le tableau suivant consigne quelques valeurs de ces coefficients pour différents type de sols.

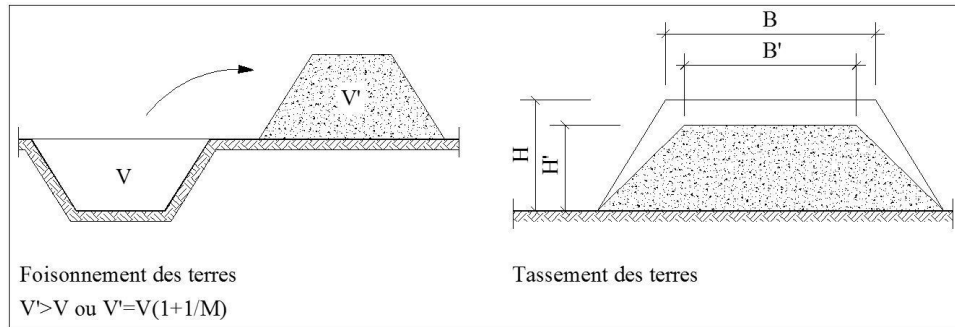


Fig. 2.6 : Foisonnement et tassement

Nature des terres	Coefficients de foisonnement		Coefficients de tassement des déblais T
	initial F_i	persistant F_p	
Terre végétale, sable	10 à 15%	1 à 2%	8 à 12%
Gravier	15 à 20%	1 à 2%	12 à 15%
Terre argileuse	25 à 30%	4 à 6%	17 à 19%
Argiles, mames	30 à 40%	6 à 8%	19 à 25%
Marnes très compactes	40 à 65%	8 à 15%	23 à 30%
Éboulis, roche tendre	30 à 40%	8 à 15%	17 à 18%
Rocher compact	40 à 65%	25 à 40%	10 à 15%

Tab. 2.2 : Coefficients de foisonnement et tassement



Exemple

Soient :

- Le coefficient de foisonnement = 0,25

- Le coefficient de tassement = 0,16

Pour un déblai en place d'un volume géométrique de 1 m^3 , on obtient le volume de :

1- foisonnement : $V' = V (1+1/M)$

$$V' = 1(1+0,25) \Rightarrow V' = 1,25 \text{ m}^3 = 1,25V$$

2- tassement : $V'' = V' (1-1/M)$

$$V'' = 1,25 (1-0,16) \Rightarrow V'' = 1,05 \text{ m}^3 = 1,05V$$

9.3. Profondeur maximale d'une fouille sans blindage

Le creusement d'une fouille sans blindage n'est pas toujours possible. Surtout si sa profondeur dépasse une certaine hauteur critique au-delà de laquelle les parois de cette dernière s'effondreraient.

D'une manière générale la profondeur critique est déterminée par la formule suivante :

$$H_{\text{critique}} = \frac{(\pi+2) \cdot c}{\gamma}$$

avec :

c la cohésion : paramètre propre au sol concerné et donné par le rapport du sol ;

γ : poids volumique du sol concerné.



Exemple

A titre d'exemple prenons le cas d'une argile pour laquelle $c=2\text{t/m}^2$ et $\gamma =2 \text{ t/m}^3$

alors :

$$H_{\text{critique}} = 5.14 \text{ m}$$

Par contre si on avait à faire à un sable argileux pour lequel $c=0.7\text{t/m}^2$ et $\gamma =1.8 \text{ t/m}^3$

alors :

$$H_{\text{critique}} = 2.00 \text{ m}$$

$$V = L \left(\frac{S_{P1} + S_{P2}}{2} \right)$$

Pour le calcul du volume total de cubature d'un projet linéaire, on peut utiliser une autre forme de cette formule qui fait intervenir la *distance d'application* d'un profil en travers. Considérons un volume discrétisé en (n+1) profils :

$$V_1 = L_1(S_0 + S_1)/2 \quad V_2 = L_2(S_1 + S_2)/2 \dots \text{ect.} \quad V_n = L_n(S_{n-1} + S_n)/2.$$

Le volume total est alors le suivant :

$$V_T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{i=n} L_i(S_{i-1} + S_i)$$

En sommant ces volumes et en mettant en facteur les surfaces et non plus les hauteurs, on obtient : $V_T = L_1 \cdot S_0 / 2 + S_1 \cdot (L_1 + L_2) / 2 + \dots \text{etc.} + L_n \cdot S_n / 2$

Donc :

$$V_T = S_0 \frac{L_1}{2} + S_n \frac{L_n}{2} + \sum_{i=1}^{n-1} S_i \frac{L_i + L_{i+1}}{2}$$

En appelant « entre-profils » la demi-distance séparant deux profils successifs, on admet que le volume engendré par un profil est le produit de sa surface par la moyenne des entre-profils qui l'encadrent. Cela permet d'associer un volume de cubature à chaque profil en travers et de l'inscrire sur son graphique.

La prise en compte d'un profil fictif peut être faite simplement en rajoutant dans le tableau de calcul un profil de surface nulle. Un calcul plus précis nécessite de déterminer les surfaces de remblai et de déblai au niveau du profil fictif.

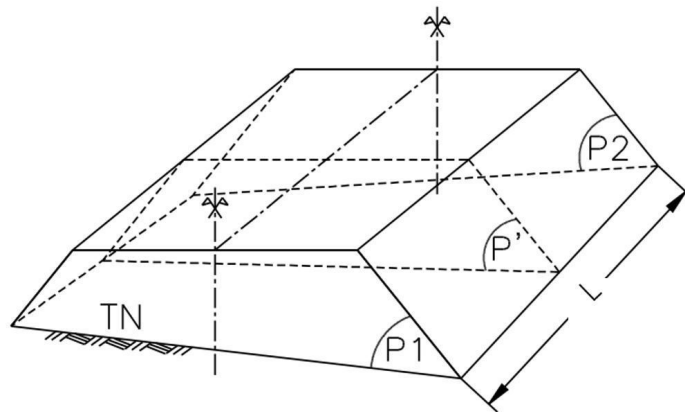


Fig. 2.7 : Volume de remblai



Exemple

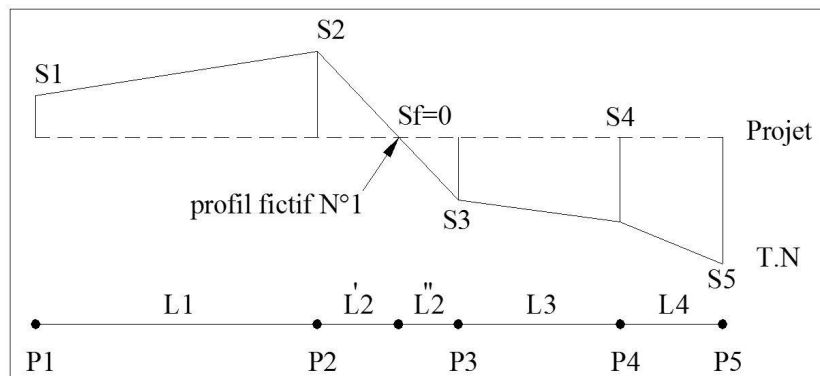


Fig. 2.8 : Profil en long

Le calcul par la formule des trois niveaux donne donc :

$$\begin{aligned}
 &V_1 = \frac{L_1}{2}(S_1 + S_2) \\
 &+ \\
 &V'_2 = \frac{L'_2}{2}(S_2 + Sf) = \frac{L'_2}{2}(S_2 + 0) \\
 &+ \\
 &V''_2 = \frac{L''_2}{2}(Sf + S_3) = \frac{L''_2}{2}(0 + S_3) \\
 &+ \\
 &V_3 = \frac{L_3}{2}(S_3 + S_4) \\
 &+ \\
 &V_4 = \frac{L_4}{2}(S_4 + S_5)
 \end{aligned}$$

En sommant ces volumes et en mettant en facteur les surfaces et non plus les hauteurs, -intervenir la distance d'application d'un profil en travers- on obtient :

$$V_T = \left(\frac{L_1}{2}\right) S_1 + \left(\frac{L_1 + L'_2}{2}\right) S_2 + \left(\frac{L''_2 + L_3}{2}\right) S_3 + \left(\frac{L_3 + L_4}{2}\right) S_4 + \left(\frac{L_4}{2}\right) S_5$$

On arrive ainsi à calculer les volumes en déblai et remblai. Si l'on n'utilise pas l'outil informatique on présentera les calculs sous forme de tableau :

N° des Profils	Distance entre profils	Distance d'application	Déblais		Remblais	
			Surface	Volume D	Surface	Volume R
P _{n-1}	L _{n-1}					
P _n		(L _{n-1} + L _n)/2	S _{nD}	V _{nD}	S _{nR}	V _{nR}
P _{n+1}	L _n					
			Total Déblais	<input type="text"/>	Total Remblais	<input type="text"/>

Tab. 2.3 : Tableau type de calcul des volumes des déblais et remblais

2. Calcul des volumes debouts

(ex. aérodromes, parkings, terrains de sport, etc.) au lieu de procéder par volume couchés, on procède par calcul de volumes debout, troncs de prismes dont une base sera le terrain naturel et l'autre base la surface du projet. On a donc naturellement $V=SH$.

On divise la surface en un certain nombre de surfaces élémentaires égales entre elles. Les dimensions de la maille sont fonction de la précision recherchée et des ondulations +/- prononcées du terrain, souvent 10 à 20 m. Quand les ondulations sont très marquées on prend 5 m.

Sur chaque surface élémentaire on notera :

- Le nivellement du projet
- Le nivellement du terrain
- Différence de ces cotes

- Volume des remblais : $V_r = S \cdot \sum H_{\text{remblais}} \text{ signe -}$

- Volume des déblais : $V_d = S \cdot \sum H_{\text{déblais}} \text{ signe +}$

Si l'on cherche dans le projet à compenser aussi exactement que possible les déblais et remblais, on modifiera l'altitude du projet en conséquence.

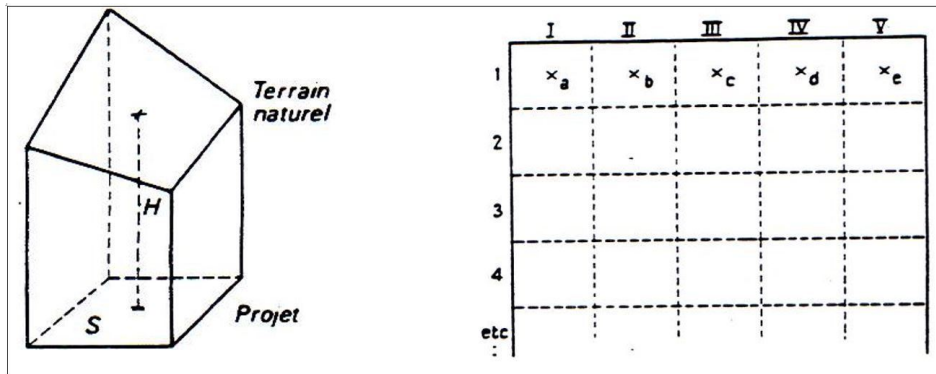


Fig. 2.9 : Cubature des terrassements pour projets étendus

3. Autres Cubatures

3.1. Cubature des talus

3.1.1. Calcul de largeur du talus

Elle est donnée par la formule suivante :

$$L = \frac{\Delta H}{\tan(\alpha) \pm \tan(\beta)}$$

avec :

$\tan(\alpha)$: pente du talus

$\tan(\beta)$: pente du T.N^{AA}

ΔH : différence entre C.T.N^{AA} et C.P.F^{AA}

L : largeur du talus

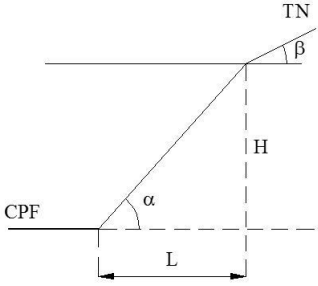
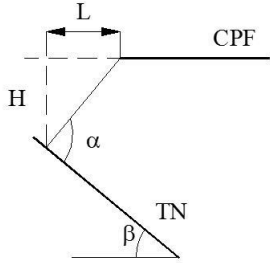
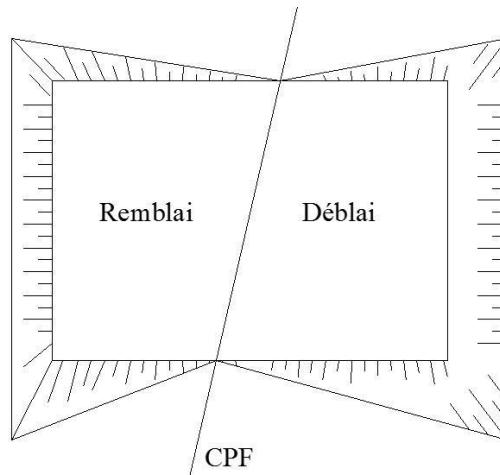
A- Pente de même sens	B- Pente de sens contraire
	
	$\tan \alpha = \frac{2}{3} \text{ ou } \frac{1}{1}$

Fig. 2.10 : Largeur du talus

3.1.2. Calcul des volumes

Volume des formes de talus.



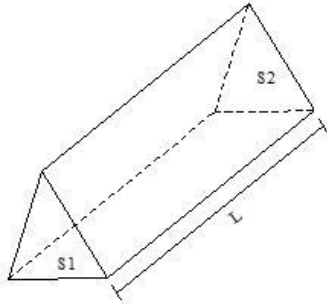
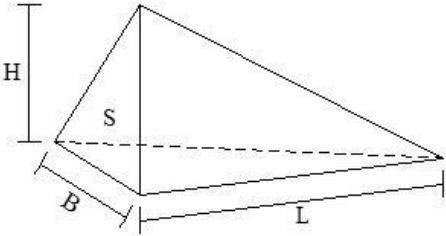
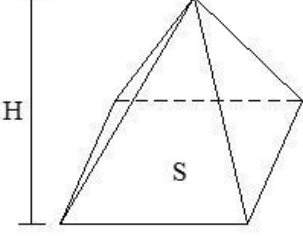
<u>Prisme triangle</u>	
	
$V = \frac{L}{2} (S_1 + S_2)$	
<u>Pyramide couché</u>	<u>Pyramide debout</u>
	
$V = S \cdot \frac{L}{3} \quad ; \quad S = B \cdot \frac{H}{2}$	$V = S \cdot \frac{H}{3}$

Fig. 2.11 : Volumes des talus

3.2. Cubature des plates-formes

3.2.1. Définition

On entend par la plate-forme, l'assiette d'un ouvrage de dimension importante elle doit permettre l'écoulement des eaux pluviales sans provoquer l'érosion du sol. La pente et de l'ordre 1 à 2%.

3.2.2. Critère de choix des cotes plates-formes

D'après les recommandations du rapport géotechnique, il est conseillé de suivre les indications suivantes :

- Adaptation des côtes du terrain naturel ;
- Choix économique, en respectant l'équilibre relatif entre déblais et remblais ;
- Éviter de faire des murs de soutènements qui engendrent des coûts importants ;
- Il est aussi préférable d'assurer l'axe aux différents bâtiments en évitant les sous bassement avec la voirie pour éviter les inondations.

3.2.3. Calcul des cotes plates-formes

Cas où la surface est carrée ou rectangulaire

$$C.P.F = H_{\max} - \frac{\Delta H}{2}$$

ou

$$C.P.F = H_{\min} + \frac{\Delta H}{2}$$

Sachant que $\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$

H_{\max} : l'altitude du sommet le plus haut de la plate-forme considérée ;

H_{\min} : l'altitude du sommet le plus bas de la plate-forme considérée.

*Exemple*

$H_{\max} = 650$ m, $H_{\min} = 648$ m

$\Delta H = H_{\max} - H_{\min} = 650 - 648 = 2$ m

D'où $C.P.F^A = 648 + 2/2 = 649$ m

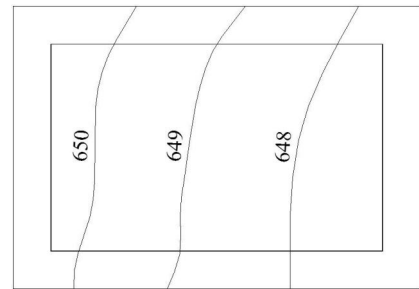


Fig. 2.12 : Implantation de plate-forme

Cas où le terrain est accidenté

Si le terrain est accidenté, les courbes de niveau sont trop serrées, on peut avoir plusieurs courbes de niveau traversant la plate-forme, dans ce cas la $C.P.F^A$ est fixée de la manière suivante :

$$C.P.F = \frac{H_{\max} + H_{\min}}{2}$$

avec :

H_{\max} : la plus grande cote traversant la plate-forme ;

H_{\min} : la plus basse cote traversant la plate-forme.

Ou :

$$C.P.F = \frac{\sum H_n}{n}$$

avec :

H_n : courbes traversant la plate-forme ;

n : nombre de courbe traversant la plate-forme.

Cas des surfaces quelconques

$$C.P.F = H_{\min} + \frac{2}{3} (H_{\max} + H_{\min})$$

3.3. Cubature d'un décapage

La cubature d'un décapage est obtenue en multipliant la surface concernée par la profondeur moyenne : $V(m^3) = S(m^2) \times P_m(m)$

Dans le cas de variation de profondeur non négligeable, il convient de diviser la surface totale en surfaces élémentaires affectées chacune d'une profondeur moyenne afin d'en calculer la cubature, puis d'effectuer la somme de celles-ci: $V(m^3) = (V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n)$.

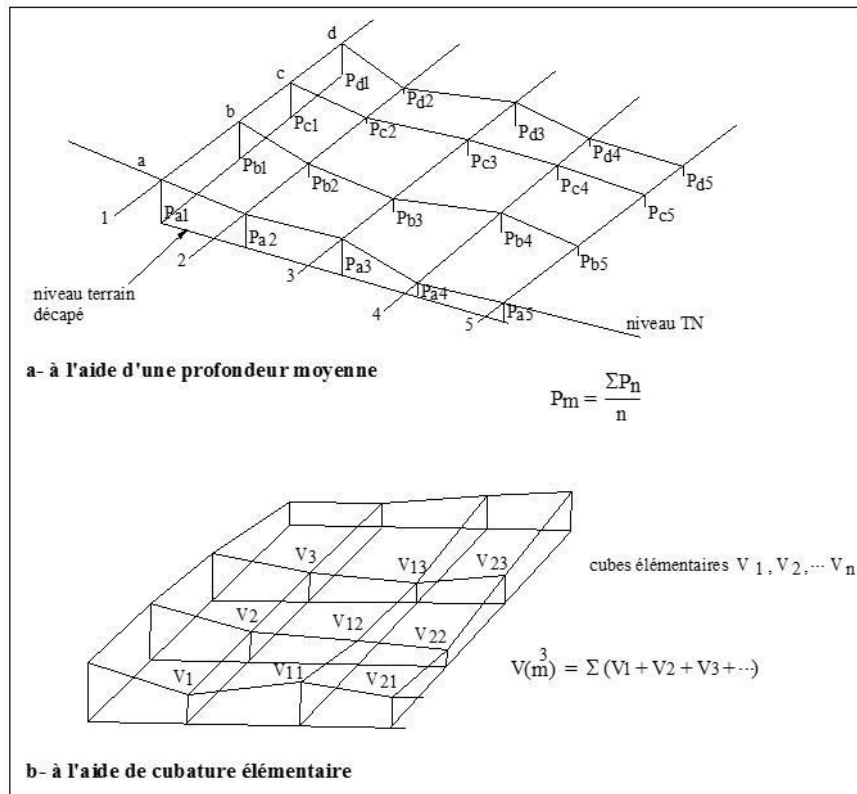


Fig. 2.13 : Calcul de la cubature d'un décapage

3.4. Cubature d'une tranchée

La cubature de travaux en tranchée est calculée en tenant compte des talus. La section de la tranchée ayant la forme d'un trapèze, sa surface est affectée à la longueur correspondante : $V(m^3) = S(m^2) \times L(m)$.

Lorsque le terrain est en pente, il est admis de prendre une profondeur moyenne pour déterminer la section.

En cas de tranchée d'une profondeur supérieure à 1.30 m et de largeur inférieure aux deux tiers de la profondeur, il faut tenir compte de la sur largeur nécessaire au blindage.

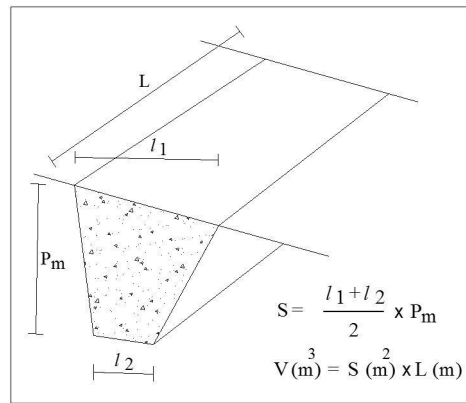


Fig. 2.14 : Cubature d'une tranchée

Les engins de terrassement



Les engins d'excavation	22
Les engins de nivellement	23
Les engins de chargement	24
Les engins de transport	24
Les engins de compactage	26

Il existe une grande diversité d'engins de terrassement qui peuvent être polyvalents ou affectés à une tâche précise. Automoteurs ou tractables, ils sont montés sur roues et pneumatique ou sur chenilles. A poste fixe ou mobile, certains peuvent remuer un cube de terre important alors que d'autres, de petites dimensions, interviennent sur des zones ponctuelles.

Ils reçoivent un équipement et des accessoires conçus en priorité pour les opérations qu'ils ont à exécuter, selon un cycle de travail qui leur est propre. Ils peuvent creuser, charger, transporter, épandre, niveler, compacter ou trancher, quelle que soit la nature du terrain : terreux, argileux, graveleux, rocheux ou de consistance équivalente.

C'est la raison pour laquelle l'analyse de la consistance des travaux est indispensable afin de retenir l'engin le plus apte à leur exécution.

1. Les engins d'excavation

Les engins d'excavation permettent la réalisation des fouilles qu'elles soient en pleine masse, en tranchée ou en puits.

- *La pelle hydraulique*



La pelle hydraulique

- *La chargeuse-pelleteuse*



- *La niveleuse (grader)*



La niveleuse (grader)

3. Les engins de chargement

L'opération de chargement s'effectue soit directement lors de l'exécution des fouilles, soit par reprise de terres stockée sur le terrain, selon l'importance des travaux et l'organisation du chantier.

- *La pelle hydraulique ou la chargeuse-pelleteuse*



La pelle hydraulique

- *La chargeuse*



La chargeuse

4. Les engins de transport

Les engins de transport regroupent deux grandes catégories de matériels :

- Les camions qui respectent la réglementation routière et peuvent se déplacer sur les routes ;
- Les tombereaux utilisés uniquement dans l'enceinte du chantier.

Le choix s'effectue en fonction de plusieurs paramètres :

- L'importance des mouvements de terre ;
- La localisation des travaux, en centre-ville ou sur des chantiers importants de terrassement ;



Le motobasculeur

5. Les engins de compactage

Les compacteurs sont des engins automoteurs tractés ou portés destinés au compactage des matériaux, de manière à en augmenter la densité. Le compactage s'opère par une action de roulage complétée, éventuellement, par un dispositif de mise en vibration. Il agit sur des matériaux divers comme la roche broyée, le gravier, le terrain plus ou moins argileux, le béton bitumineux.

- *Compacteur statique*



Compacteur statique

- *Compacteur à pneumatique*



Compacteur à pneumatique

- *Compacteur vibrant à bandage lisse (bicylindre)*

- *Compacteur vibrant*



Compacteur vibrant

- *Pilonneuse*



Pilonneuse

- *Plaque vibrante*



Plaque vibrante

Chapitre 3 : Assainissement

UC1

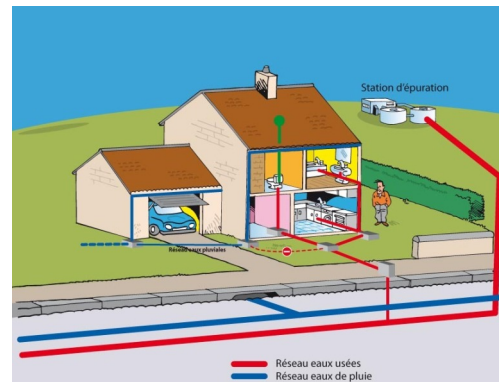


Table des matières



I - Les réseaux. Définitions-Objectifs	3
II - Introduction	4
III - Définition, fonction	5
IV - Nature des eaux	6
V - Type de réseau d'assainissement	7
1. Le système unitaire	8
2. Le système séparatif	9
3. Le système pseudo-séparatif	10
4. Assainissement individuel	10
VI - Raccordement selon les réseaux publics à proximité	12
VII - Dispositions générales	14
1. Schémas du réseau	14
2. Principe du tracé des collecteurs	15
VIII - La composition des réseaux d'assainissement	16
1. Les canalisations et les collecteurs	16
1.1. Conduites circulaires	17
1.2. Conduites ovoïdes	19
2. Les regards	20
3. Les ouvrages annexes	21
3.1. Les branchements	22
3.2. Les bouches d'égout	23
IX - Exécution des travaux	24

Les réseaux. Définitions-Objectifs



Définition des réseaux.

Trois grandes familles de réseaux existent : les réseaux secs, les réseaux humides et les réseaux gaz.

1. Réseaux secs : par ce vocabulaire on entend en général la réalisation et la pose de gaines pour acheminer l'électricité (basse et moyenne tension), le téléphone et ses dérivés et le câble optique.
2. Réseaux humides : il s'agit essentiellement de la réalisation et la pose de canalisation d'eau potable sous pression, canalisations d'eaux usées et canalisations d'eau de pluie non pressurisées. En général nous aurons :
 1. eau potable sous pression : canalisation en acier ou en fonte avec parfois une connections chez le particulier en canalisation PVC ou Polyéthylène ;
 2. Eaux usées : canalisation en béton, en grès ou en PVC selon les diamètres et les pentes désirées ;
 3. Eaux pluviales : canalisation en béton, en grès ou en PVC selon les diamètres e les pentes désirées. Les diamètres sont en général plus grands que pour les eaux usées (jusqu'à 3,50m de diamètre pour les canalisations béton manufacturés).
3. Réseaux gaz : Les canalisations sont acier et sont utilisées pour :
 1. La distribution du gaz de ville (GDF) ;
 2. l'air comprimé utilisé dans les entreprises ou certaines collectivités publiques ;
 3. la distribution de la vapeur sous pression servant au chauffage urbain, certaines entreprises et commerçants (teintureries par exemple).

Objectifs

La V.R.D s'intéresse au transport de la matière entre son lieu de production et le consommateur.

1. Pour l'alimentation, la zone limite est en général le compteur ou la bouche à clé faisant frontière entre le réseau public et l'espace privé du consommateur.
2. Pour l'utilisation directe chez le consommateur, on s'intéressera aux cours de technologie traitant de l'électricité, de la plomberie et du chauffage.

La V.R.D s'intéresse aussi au transport de la matière entre son lieu d'utilisation et les centrales de traitement des déchets liquides. La loi sur l'eau et l'environnement impose des règles strictes et un traitement de dépollution avant le rejet dans le milieu naturel.

1. Pour l'évacuation des eaux usées, la zone limite est en général la connection sur le réseau principal sous la voie publique ;
2. Pour les eaux pluviales, la zone limite est en général la connection sur le réseau principal sous la voie publique ainsi que la limite de propriété pour les écoulements surfaciques directs.

Pour les réseaux secs ou gaz, il n'y a pas de retour par canalisation après consommation. L'évacuation se fait par effet thermique et par pollution directe dans l'atmosphère.

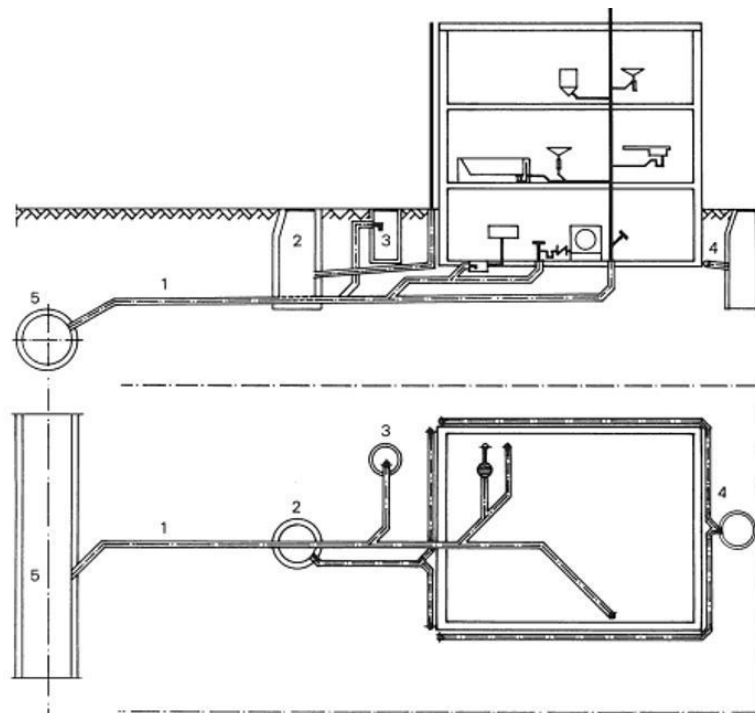
Introduction



Le problème sanitaire et l'hygiène sont recommandés au niveau de chaque milieu urbain, les eaux pluviales et les eaux usées sont les premiers qui peuvent nuire à cette protection si leur évacuation est mal conçue. Pour mettre fin ce problème, une nouvelle méthode vient d'apparaître. C'est celle de l'assainissement. Cette dernière est considérée comme une nouvelle science mise en application durant la première moitié de 19ème siècle et qui est devenue actuellement une science très poussée qui demande une étude profonde avec des arguments précis.

Définition, fonction

Le terme d'assainissement regroupe l'ensemble des dispositions permettant la collecte, le traitement et l'évacuation des eaux résiduelles. Les eaux pluviales du bâtiment sont recueillies par des conduites verticales appelées descentes d'eaux pluviales ; les eaux usées sont collectées par colonnes de chute. Ces eaux sont évacuées unitairement ou séparément hors du bâtiment jusqu'aux égouts dans des conduites enterrées appelées *canalisations*.



- 1. Canalisation
- 2. Chambre de contrôle ou de visite
- 3. Dépotoir
- 4. Drainage
- 5. Collecteur

Fig. 3.1 : Limite de l'assainissement d'un bâtiment

Nature des eaux

IV

Les eaux non polluées (WAR) appelées aussi eaux claires ou eaux pluviales (EP) proviennent des précipitations atmosphériques et sont recueillies :

- *en surface*
Par les toits, les rues, les places ;
elles dépendent grandement des conditions météorologique ;
leur quantité est très variable ;
- *en profondeur*
Dans le terrain, ou elles sont recueillies dans des puits ou conduites par des drainages ;
elles proviennent aussi de sources ou nappes phréatique.

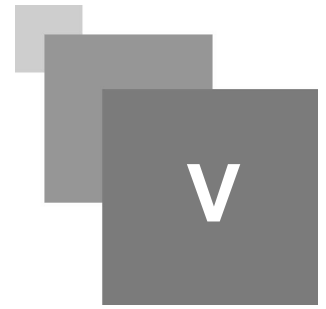
Les eaux claires véhiculent souvent de la terre, du sable, du gravier qui peuvent obstruer les canalisations lorsque leur pente est trop faible ; dans une moindre mesure, ces matières risquent, par frottement, d'user les canalisations.

Les *eaux résiduaires* (WAS) appelées aussi *eaux usées* (EU) sont des eaux polluées devant obligatoirement être traitées dans une station d'épuration

- Les *eaux résiduaires domestiques* (WAS-H) sont produites par les cuisines, les bains, les W.-C. et les buanderies ; elles véhiculent en particulier des produits gras, des détergents, du savon qui polluent les cours d'eau naturels en tuant la vie, car ils empêchent la pénétration de l'oxygène qui permet aux bactéries aérobies de dégrader les matières organique ;
- Les *eaux industrielles prétraitées* (WAS-I) sont produites par des établissements industriels mais proviennent aussi de garages, de boucheries, de laboratoire, de teintureries ou de grandes cuisines dont les nocivités sont très variable ;
Certaines de ces eaux attaquent les canalisations, d'autres présentent des dangers d'explosion (lorsqu'elles contiennent de l'essence par exemple), d'autres ne peuvent être déversées dans la nature sans présenter de graves danger de contamination du voisinage ; cette pollution est beaucoup plus grave que celle provoquée par les eaux résiduaires domestiques ;
- Les *eaux pluviales fortement polluées* (WAS-R) sont celles produites sur des places de transvasement, de manutention, de stockage.

Les eaux résiduaires ne peuvent retourner au milieu naturel qu'après avoir subi des traitements dans des installation individuelles ou collectives.

Type de réseau d'assainissement



Le système unitaire	8
Le système séparatif	9
Le système pseudo-séparatif	10
Assainissement individuel	10

Définition

Par définition un réseau d'assainissement est un ensemble d'ouvrages hydrauliques dont le seul et unique objectif est d'évacuer les eaux usées et les eaux pluviales. Qui peuvent être souterraines ou de surface, leur complémentarité du point de vue fonctionnement nous permet l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales.

Rôle

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple :

- Assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations ;
- Permettre la protection de la santé publique et la préserver ;
- Préserver l'environnement en l'occurrence le milieu naturel contre les rejets des eaux usées.

Les ouvrages sont :

1. *Pour la collecte* : avaloirs, regards de divers type, drains, ...etc.
2. *Pour le transport* : fossés, caniveaux, canalisations, ...etc.
3. *Pour le traitement éventuel* : station d'épuration, fosse septique, décanteur, desensableur, bac à graisse, ...etc.
4. *Pour la restitution dans le milieu naturel* : exutoire, puits filtrant, plateau absorbant, drains, ...etc.

1. Le système unitaire

Le réseau unitaire permet de collecter dans une seule canalisation les eaux usées, issues des utilisations domestiques de l'eau potable (WC, salle de bains, cuisine, buanderie, etc.), et les eaux pluviales (eaux de ruissellement, de toiture, de surverse de mare, de drainage, etc.).

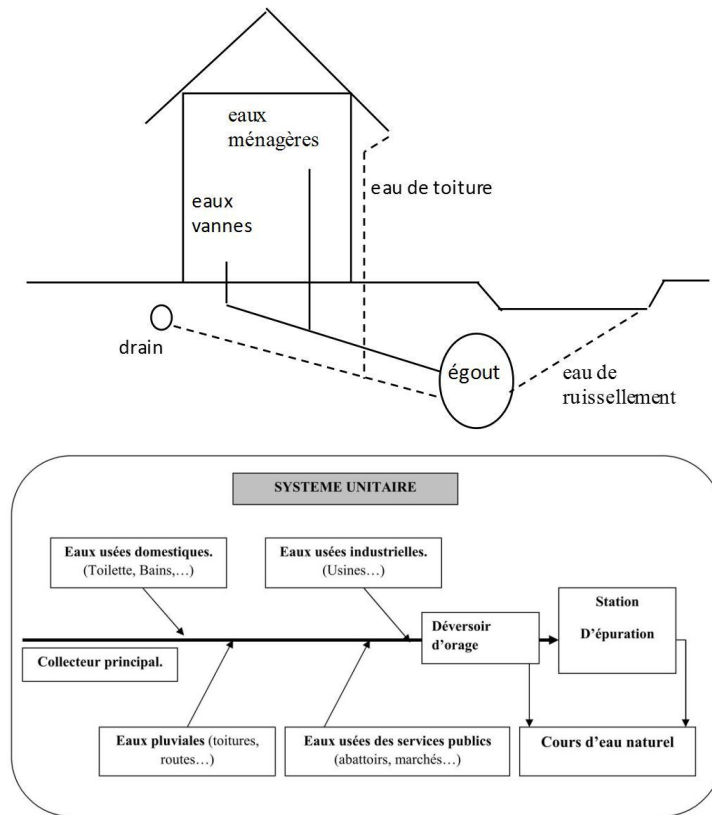


Fig. 3.2 : Le système unitaire

2. Le système séparatif

Le réseau séparatif permet de collecter séparément les eaux usées issues des utilisations domestiques de l'eau potable (WC, salle de bains, cuisine, buanderie, etc.), et les eaux pluviales (eaux de ruissellement et toitures, de surverse de mare, de drainage, etc.).

Dans certains cas, il n'a été construit qu'un collecteur «eaux usées», les eaux pluviales devant être gérées à la parcelle ou évacuées en surface (fossé).

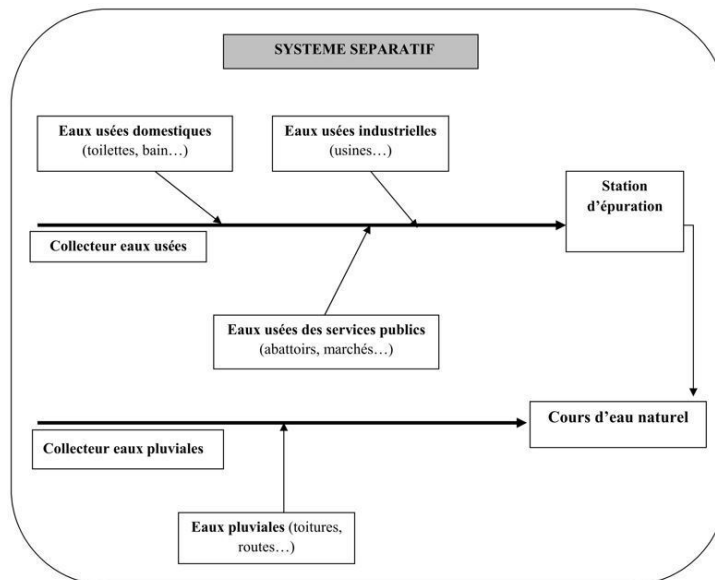
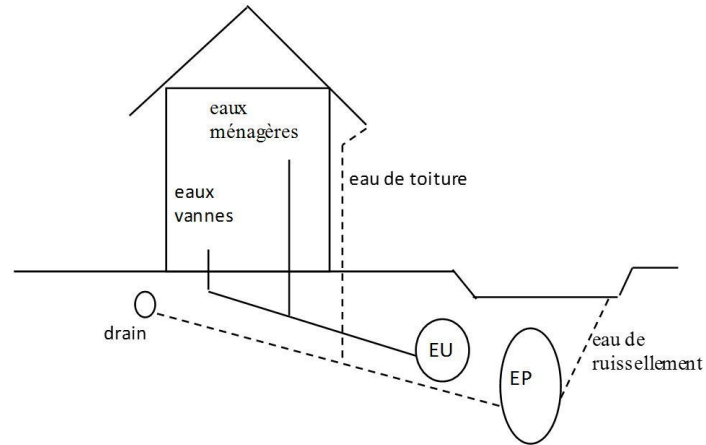


Fig. 3.3 : Le système séparatif

3. Le système pseudo-séparatif

Les eaux météoriques y sont divisées en deux parties :

- D'une part, les eaux provenant des surfaces de voiries qui s'écoulent par des ouvrages conçus à cet effet : caniveaux, fossés, ...etc.
- D'autre part, les eaux des toitures, cours, jardins qui déversent dans le réseau d'assainissement à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées domestiques.

Ce système est intéressant lorsque les surfaces imperméabilisées collectives (voiries, parking, ...etc.) représentent une superficie importante avec de fortes pentes. Il constitue alors une alternative au réseau séparatif, en réduisant le nombre de branchements par habitation à un.

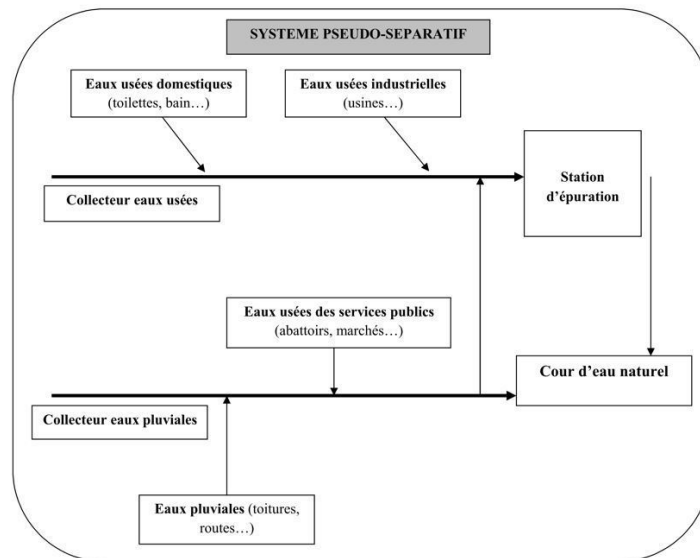
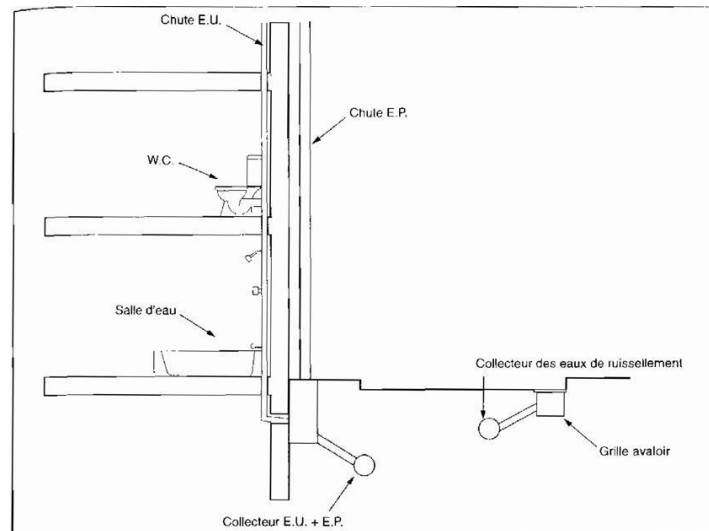


Fig. 3.4 : Le système pseudo-séparatif

Il faut toujours choisir le système en fonction des conditions locales : système existant, topographie (une pente faible est favorable au système séparatif), nature du milieu récepteur.

4. Assainissement individuel

L'assainissement individuel est le système utilisé dans les zones urbaines à faible densité dans lesquelles les eaux usées d'une habitation sont éliminées au niveau même de cette habitation ou à l'extérieur dans un terrain limitrophe.

Assainissement autonome

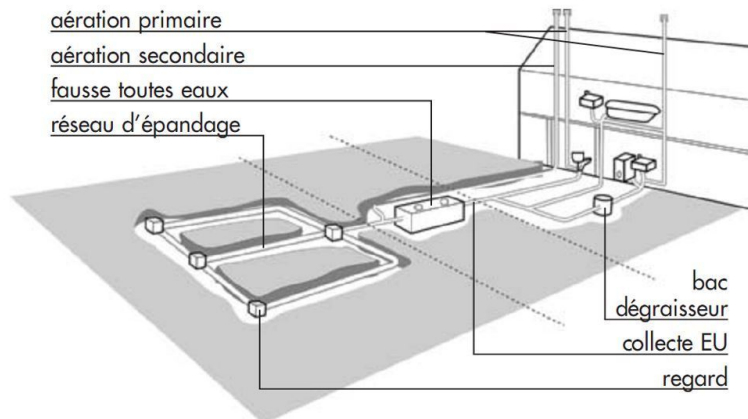


Fig. 3.5 : Le système individuel

Avantages et inconvénients des systèmes d'assainissement :

Système d'assainissement	Avantages	Inconvénients
Unitaire	-Simple -Un seul réseau -Pas de risques d'erreur de branchement	-Dilution des eaux de la STEP en période pluvieuse (débit très variable) -Ouvrages importants
Séparatif	-Permet d'évacuer rapidement les eaux -Assure à la STEP un fonctionnement régulier	-Risques d'erreurs de branchement -Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
Pseudo-séparatif	-Eaux usées et eaux de ruissellement des habitations combinées -Pas de risques d'erreurs de branchement	-Investissement important pour mise en place de 2 réseaux
Individuel	-Possibilité d'assainissement de zones de faible densité -Investissement réduit	-Risques de pollution des eaux souterraines

Le schéma suivant donne un résumé des différents éléments constitutifs d'un réseau d'évacuation d'eaux pluviales et d'eaux usées.

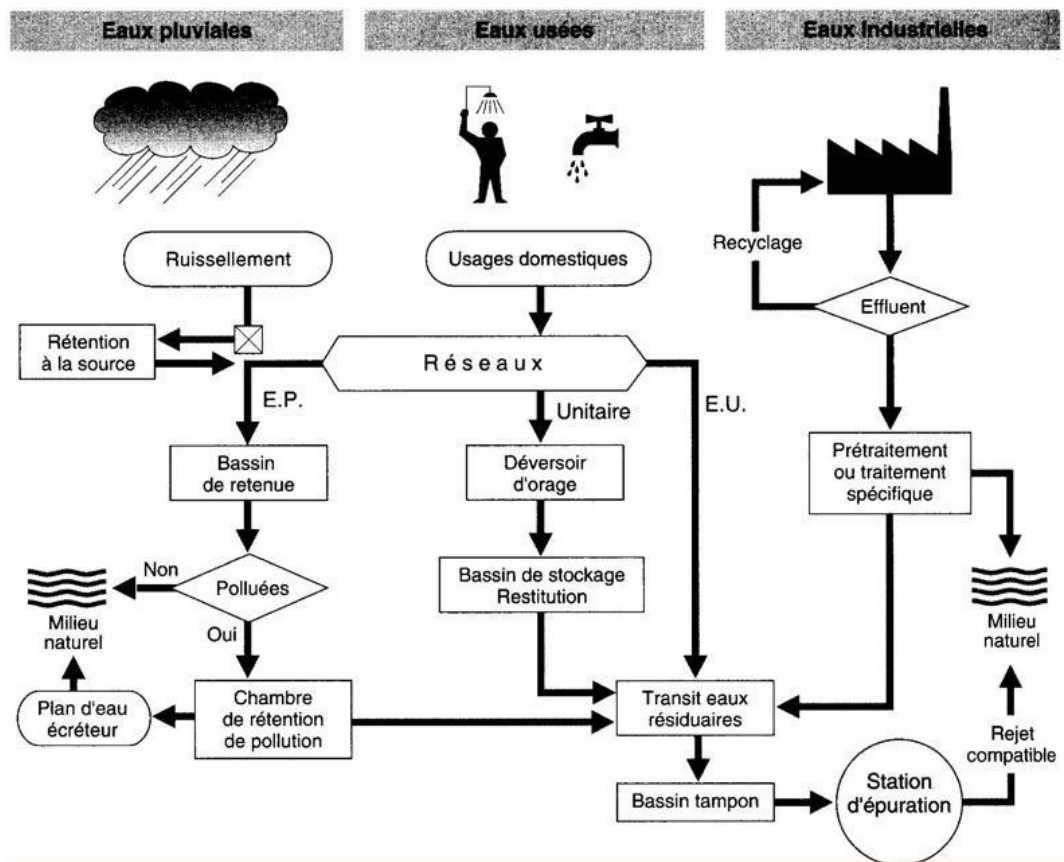


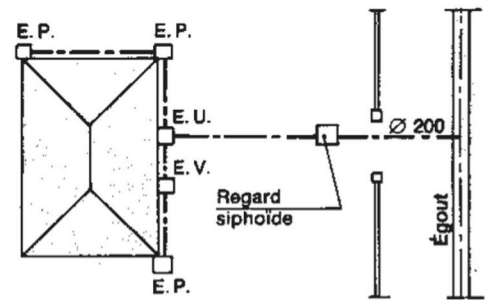
Fig. 3.6 : différents éléments constitutifs d'un réseau d'évacuation d'eaux pluviales et d'eaux usées

Raccordement selon les réseaux publics à proximité



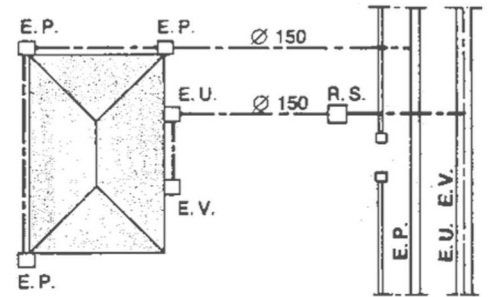
A proximité d'un tout-à-l'égout

Toutes les eaux de la construction sont regroupées dans un même conduit et envoyées dans le collecteur municipal sans aucun traitement.



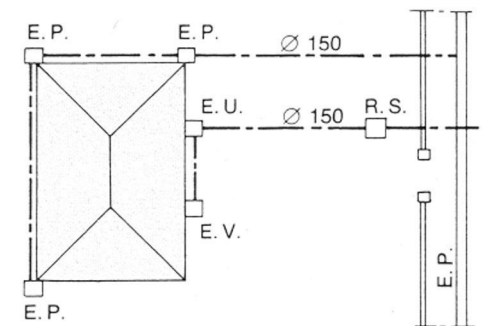
A proximité des 2 réseaux séparatifs

Dans certaines communes où les stations d'épuration n'ont pas une capacité suffisante, on dissocie les eaux pluviales (qui n'ont pas à être traitées) des eaux-vannes et des eaux usées. Cela implique au niveau de la construction 2 réseaux séparés



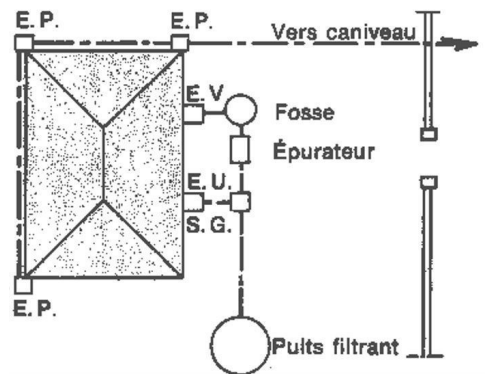
A proximité du réseau pluvial

Les eaux-vannes doivent être traitées par une fosse septique et un épurateur. Les eaux usées doivent être dégraissées. Les eaux pluviales peuvent être rejetées directement à l'égout. La réglementation locale peut interdire le rejet des EU dans le réseau EP même après traitement et on se trouve dans la situation suivante



Pas de réseau d'égout

L'utilisateur doit assurer lui-même le traitement de ses eaux résiduaires avant de les rejeter dans le milieu naturel. Cette installation doit comprendre fosse septique, système d'épuration (lit bactérien ou plateau absorbant ou épandage souterrain).



Dispositions générales

VII

Schémas du réseau

14

Principe du tracé des collecteurs

15

1. Schémas du réseau

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulements gravitaires. Ils sont donc fortement tributaires du relief si l'on ne veut pas aboutir à des tranchées trop profondes.

En fonction du système d'assainissement et de la topographie, nous distinguons divers schémas :

Schéma perpendiculaire

L'écoulement se fait directement dans le cours d'eau. Ce type de schéma ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration et rend celle-ci difficile. Il n'est guère utilisable que pour les réseaux d'eaux pluviales dans les systèmes séparatifs, avec un rejet dans un cours d'eau. Il permet par contre un tracé très économique ne nécessitant pas de grosses sections.

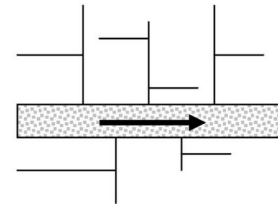


Schéma par déplacement latéral

Dans le cas où une épuration est nécessaire, on a tout intérêt à transporter les eaux vers une station unique, ceci peut être obtenu par un tracé oblique ou par un collecteur latéral.

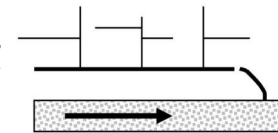


Schéma de collecteur par zone étagée

C'est un réseau de collecteurs à déplacement latéral avec des collecteurs secondaires longitudinaux. Le réseau (2) est utilisé pour ne pas trop charger le réseau (1).

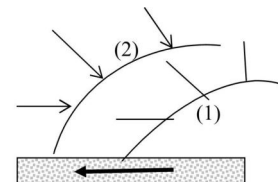
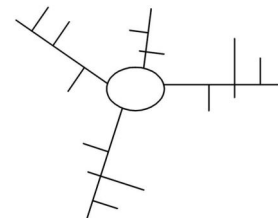


Schéma radial

Il est utilisé dans les terrains plats pour collecter tous les effluents en un point, par la suite un relevage est nécessaire pour le transit vers le cours d'eau récepteur.



2. Principe du tracé des collecteurs

1. Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation.
2. Les contre-inclinaisons sont à éviter, dans la mesure du possible.
3. Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les grandes rues larges ; aussi rectilignes que possible. Les rues à circulation peu intense sont à préférer.
4. Lors du choix de la profondeur à laquelle se fait la pose de canalisation d'eaux usées, on doit tenir compte :
 1. Des profondeurs des caves avoisinantes, si les eaux sont normalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide des pompes aux collecteurs.
En général, les épaisseurs des terres au-dessus des canalisations ne doivent pas dépasser 2 à 2,5m ; sauf cas particulier ;
 2. La résistance au gel des canalisations : l'épaisseur de terre nécessaire et minimale pour empêcher la congélation du contenu des canalisations dépend du climat local (1,2 à 1,6m) ;
 3. Dans le cas où la nappe est proche de la surface du sol, le tracé choisi doit les éviter dans toute la mesure du possible pour limiter le problème de pose de canalisation ; sinon il faut analyser les eaux afin de choisir le matériau de la canalisation. Veillez à l'étanchéité des canalisations et des joints afin d'éviter de drainer la nappe.

La composition des réseaux d'assainissement

VIII

Les canalisations et les collecteurs	16
Les regards	20
Les ouvrages annexes	21

Ils comprennent des ouvrages dont les fonctions sont bien précises : les canalisations et les collecteurs, les regards visitables ou non visitables et les ouvrages annexes

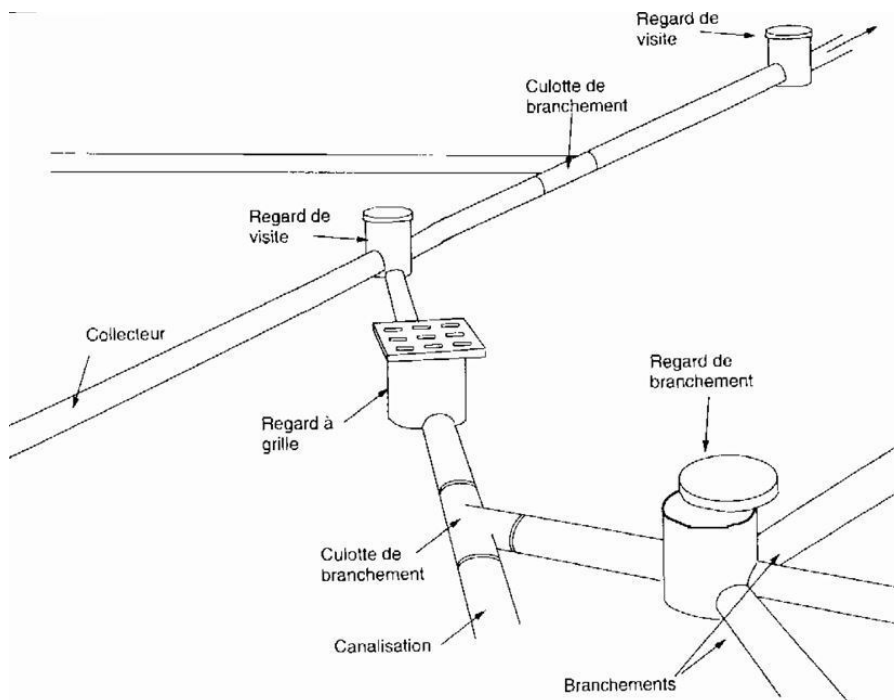


Fig. 3.7 : Composition d'un réseau d'assainissement

1. Les canalisations et les collecteurs

Les collecteurs principaux :

Ils sont constitués de soit de tuyaux circulaires de diamètre supérieur à 800 mm, soit de tuyaux ovoïdes préfabriqués ou coulé en place ; la hauteur allant de 1,00 à 2,65 m selon qu'ils sont visitables ou non, soit d'ouvrages visitables en béton coulé en place et comporte une cunette et une ou deux banquettes.

Les collecteurs secondaires :

Ils sont généralement de forme cylindrique, de diamètre inférieur à 800 mm.

1.1. Conduites circulaires

On note :

- Les tuyaux métalliques ;
- Les tuyaux en amiante ciment ;
- Les tuyaux en béton armé et non armé ;
- Les tuyaux en grés ;
- Les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) ;
- Les tuyaux en polychlorure de vinyle non plastifié (PVC).

L'utilisation des conduites circulaires est surtout réservée pour les faibles sections par rapport aux autres formes de sections. La forme circulaire est très simple à fabriquer, elle peut être utilisée pour les grandes sections avec certains inconvénients :

- Largeur importante de la tranchée.
- Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles dans les sections de la canalisation, d'où surgit la difficulté du curage et entretien.

Conduite en fonte :

Ce type de conduite a été imposé à titre de sécurité pour la traversée d'un bassin hydrominéral par un collecteur d'eau usée. Les raffineries de pétrole utilisent couramment ce type de conduites pour évacuer les eaux usées industrielles.



Conduite en amiante ciment :

Les conduites en amiante ciment à utiliser sont celles de la série « assainissement » du type sans emboîtement. Le revêtement intérieur de la paroi est à base d'enduit anti-acide.

Les diamètres couramment utilisés varient de 80 à 500 mm. Les longueurs utiles varient de 0,5 à 5 m. il existe des pièces de raccords classique ; coude au 1/4, ou 1/8, branchement et cônes de jonction.



Dans les canalisations en amiante-ciment

Conduite en grés :

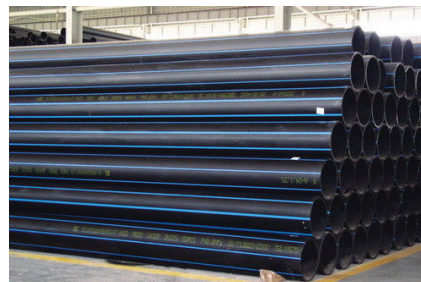
Les conduites sont livrables en longueur utiles de 1,0 m ; 1,5 m et 2,0 m. l'essai à l'épreuve d'étanchéité s'effectue :

- Soit sous une pression de 1 bar pendant 30 min.
- Soit sous une pression de 3 bars pendant 30 secondes.



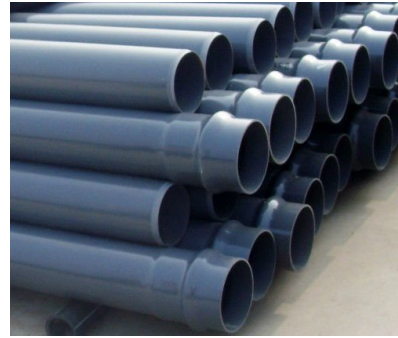
Les tuyaux en polyéthylène haute densité (PEHD) :

La gamme de tuyaux et accessoires en polyéthylène de haute densité (PEHD) représente le système le plus innovateur pour les conduites souterraines d'assainissement sans pression (eaux résiduelles & eaux pluviales). Grâce à son design innovateur et aux excellentes propriétés de la matière utilisée (PEHD), ces tuyaux combinent flexibilité, résistance et légèreté et constituent l'alternative la plus compétitive, dans leurs champs d'application, par rapport aux systèmes traditionnels.



Les tuyaux en polychlorure de vinyle non plastifié (PVC) :

A cause de leur surface interne lisse comme un miroir, les tubes en PVC non plastifié présentent de faibles pertes de charge. L'absence d'accumulation de dépôts intérieurs les rend idéaux pour la construction de systèmes d'assainissement.



Conduite en béton armé :

L'armature formant la conduite en béton armé se compose de :

- Génératrices disposées en parallèle le long de la canalisation. On peut rencontrer plusieurs couches de génératrices en fonction des conditions de pose en tranchée pour lesquelles cette dernière est utilisée. Généralement lorsque le diamètre est supérieur à 1200 mm.
- Cercles disposés de telle façon à former les grilles avec les génératrices et écartées d'environ 15 cm l'une de l'autre, ou bien disposées en hélice à pas de 15 cm au maximum.



1.2. Conduites ovoïdes

Pour éviter le problème d'autocurage, le profil circulaire est remplacé par la forme ovoïde quand le diamètre dépasse généralement 800 mm. Parfois, le problème d'autocurage dans les conduites circulaires est résolu en leur adjoignant une cunette de petit diamètre.

D'après les catalogues de fabrication, les diamètres des conduites circulaires équivalents aux conduites ovoïdes de hauteur H sont donnés comme suit :



H (cm)	D (mm)
100	800
130	1000
150	1200
180	1400
200	1500

La longueur minimale est de 1 m et elles peuvent être soit en béton armé ou non armé. Leur forme est parabolique (succession de plusieurs arcs de cercles) fermée à sa partie supérieure. Cette forme permet d'obtenir une vitesse de l'écoulement aussi constante que possible pour de grandes variations du niveau d'eau. Leur utilisation est très recommandée dans le cas où l'ouvrage est visitable.

Leur inconvénient réside dans l'inclinaison de l'ouvrage dans le cas où le sol est faible. L'opération de chemisage est très facile à condition que l'épaisseur de la couche du béton interne ne dépasse pas 10 cm.

On distingue :

- Les conduites à cunettes qui présentent un bon écoulement notamment si les eaux sont chargées, pour éviter les dépôts (Fig. 3.8-a) ;
- Les conduites à cunettes et banquettes : utilisées pour les collecteurs principaux visitables des grandes villes. La cunette est utilisée pour l'écoulement à temps sec. La banquette est utile pour la circulation en cas d'entretien de la canalisation et des câbles téléphoniques fixés à l'intérieur (Fig. 3.8-b et 3.8-c).

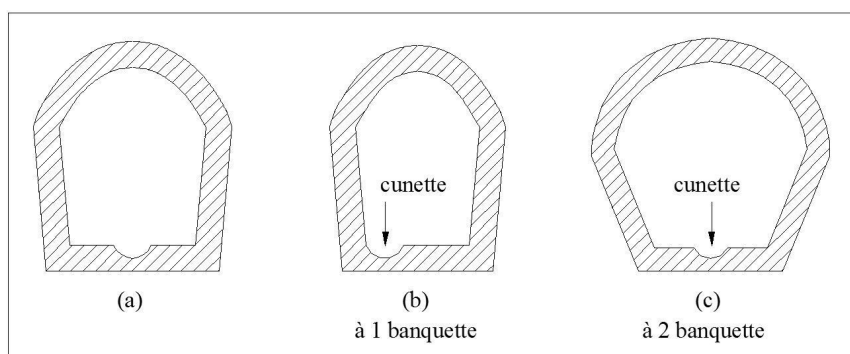


Fig. 3.8 : Les conduites ovoïdes

2. Les regards

Les regards ont des fonctions diverses selon leur position au sein du réseau d'assainissement. Placés en des points particuliers et selon leurs dimensions, ils permettent l'accès au réseau, son entretien, le raccordement des branchements sur le collecteur, la collecte des eaux, le contrôle du débit et de la nature de l'effluent. Ils se présentent sous différents formes : simple, à écoulement direct, avec une réserve en fond assurant la décantation des matières en suspension, siphonides afin d'éviter le passage de déchets et la remontée des odeurs, ou recevant un panier pour retenir les matières solides.

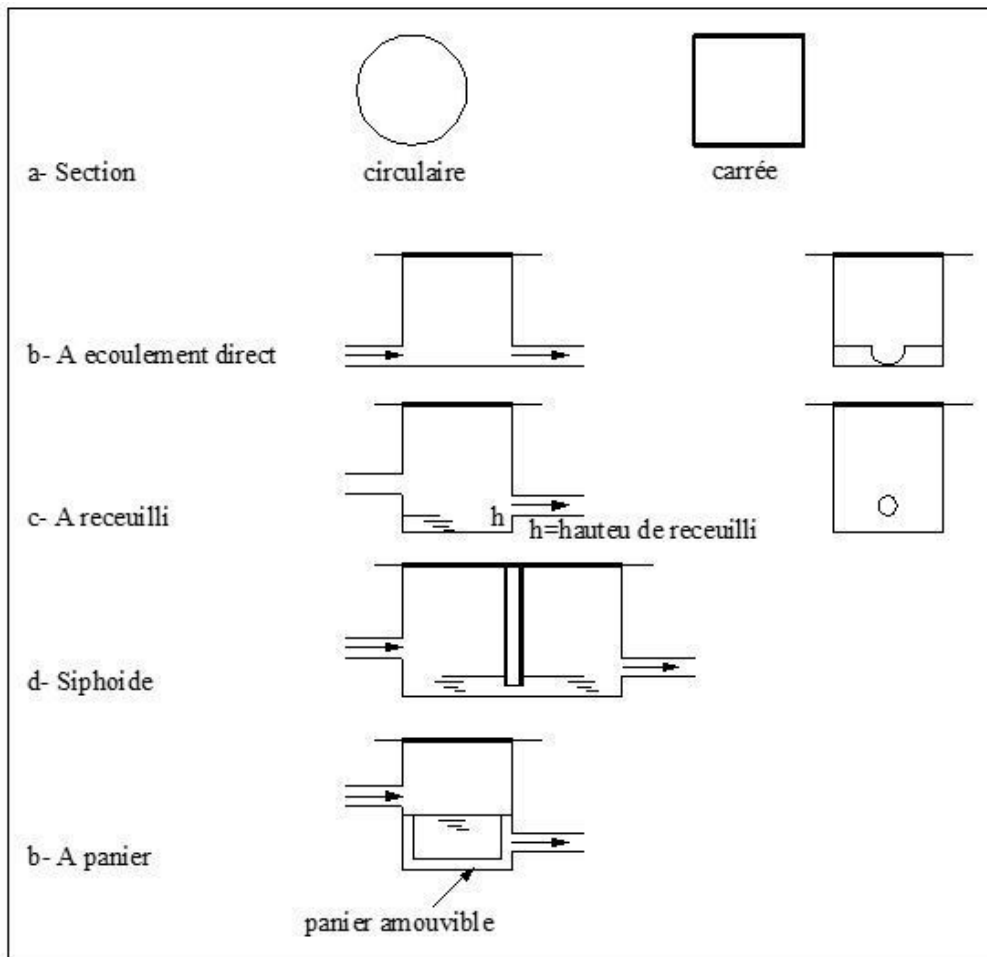


Fig. 3.9 : Différents types de regard

Regard de visite :

Ils permettent la surveillance et le curage des égouts ainsi que leur aération qui est assurée grâce à une fonte sur le couvercle du regard, ce type de regard est prévu dans les cas suivants :

- au niveau de chaque branchement avec un autre collecteur ;
- à chaque changement de direction (horizontale ou verticale) ;
- entre 40 et 50 m d'alignement droit.



3.1. Les branchements

Ce sont des conduites de diamètres inférieurs aux diamètres de la canalisation publique (environ 7/10), reliant le réseau vertical d'eau usée et pluviale des immeubles à cette dernière. Le raccordement d côté égout peut être perpendiculaire en présence de galerie visitable et incliné ne général à 60° sur les canalisations pour ne pas perturber l'écoulement.

Le tracé de la conduite de branchement doit avoir une pente d'environ 3% pour favoriser un écoulement avec rinçage interne de la conduite (fig. 3.10).

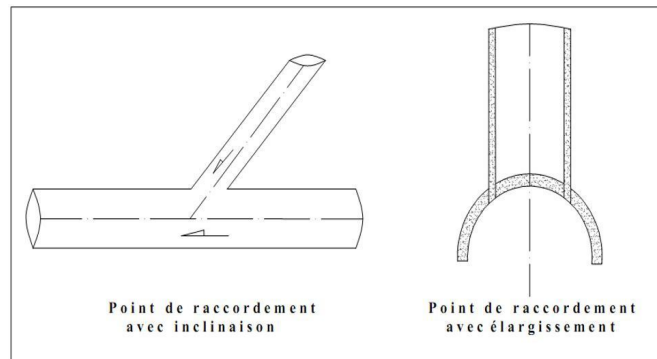


Fig. 3.10 : Les branchements

3.2. Les bouches d'égout

Elles servent à l'absorption de l'eau de surface (pluviale et de lavage des chaussées). Elles sont utilisées au point bas des caniveaux, soit dans le trottoir (absorption du côté latéral, soit dans les chaussées adsorption par le haut). La distance entre les bouches d'égout est en moyenne de 50m. La section d'entrée est fonction de l'écartement entre les deux bouches afin d'absorber le flot d'orage venant de l'amont. (Fig. 3.11 et Fig. 3.12).

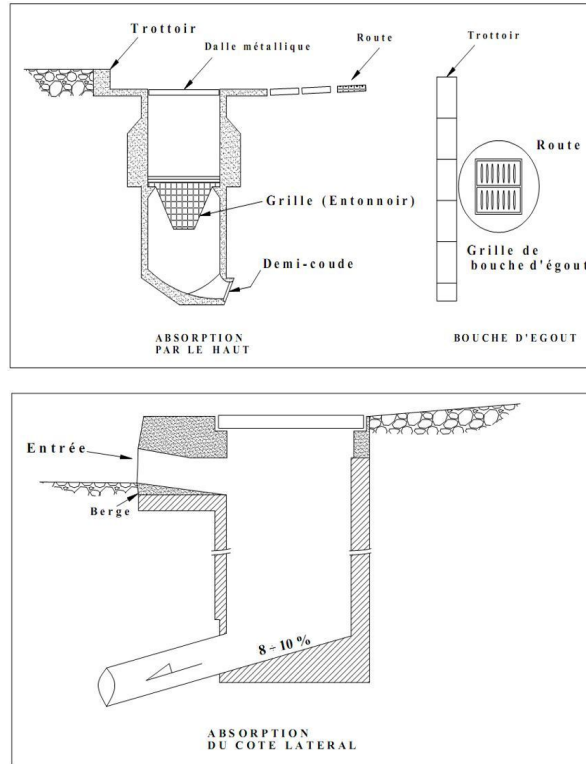


Fig. 3.11 : Les bouches d'égout

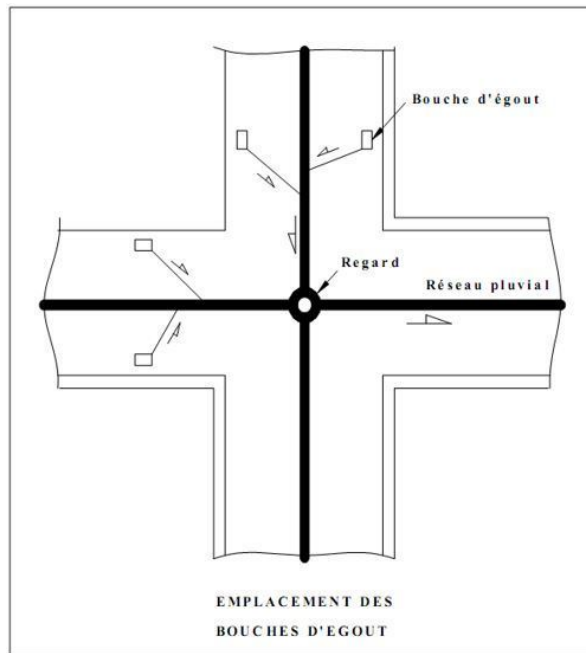


Fig. 3.12 : Emplacement des bouches d'égout

Exécution des travaux

IX

Exécution des tranchés :

La largeur de la tranchée est en fonction de sa profondeur et du diamètre de la conduite à mettre en place. En générale la largeur est égale au minimum à : $0.6+Q_{ext}$.

Pose de canalisation :

Le fond de la fouille (tranché) doit être correctement réglé selon la pente prévue et couvert d'un lit de sable de 10 cm. Il doit être débarrassé des pierres et des massifs durs pour parer aux chocs éventuels qui risque de briser les conduites. On doit utiliser des mottes de terres tassées ou des bouts de bois mais dans tous les cas, l'usage des pierres pour le calage est interdit.

Les joints :

Le joint des tuyaux est réalisé par emboîtement dirigé vers l'aval vers l'amont. Il sera consolidé par un anneau de mortier de ciment, le joint doit être étanche et résistant.

Remblaiement :

Le remblaiement des tranchées doit être effectué avec le plus grand doit pour augmenter la résistance de la canalisation aux efforts extérieurs. A cet élément fin formant une couche au mois 15 cm au dessus de la conduite. On remblaie par couches successives de 15 à 30 cm de terre provenant de la fouille tout en compactant chaque couche (fig. 3.13).

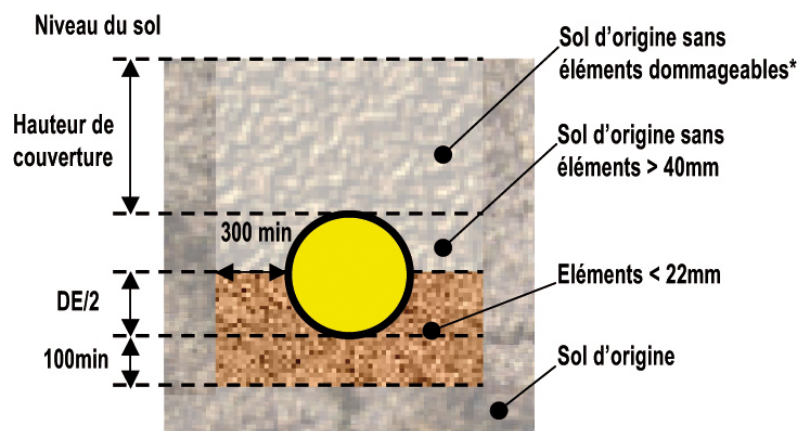
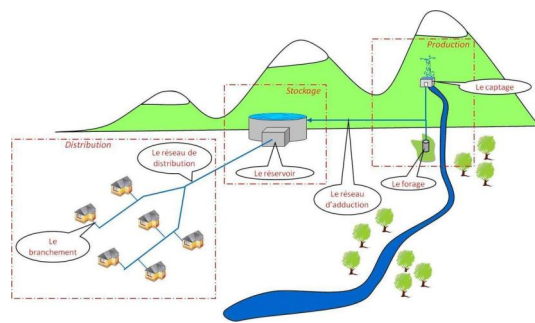


Fig. 3.13 : Remblaiement des tranchées

Chapitre 4 : Les réseaux A.E.P (Alimentation en Eau Potable)

UC1



ATTALLAOUI Samir

Table des matières



Introduction	4
I - Le cycle artificiel de l'eau	5
II - Définition-Réseau d'alimentation en eau potable-	6
III - Principe de la distribution d'eau	7
1. Cas général	8
2. Cas particuliers	8
IV - Les réseaux de distribution	10
1. Les différentes conceptions de réseau	10
1.1. <i>Le réseau ramifié ou palmé</i>	10
1.2. <i>Le réseau maillé ou bouclé</i>	10
1.3. <i>Le réseau en boucle</i>	10
2. Le tracé des conduites	11
2.1. <i>Tracé en plan</i>	11
2.2. <i>Tracé en profil en long</i>	11
3. Calcul hydraulique du réseau maille	12
V - Composition des réseaux	13
VI - Canalisations	14
VII - Les appareils et accessoires	15
1. Les pièces spéciales	15
1.1. <i>Les différentes sortes d'extrémités</i>	15
1.2. <i>Raccord des tuyaux en alignement</i>	16
1.3. <i>Les pièces d'obturation permanente</i>	17
2. Robinetterie, fontainerie	17
2.1. <i>Les robinets-vannes</i>	18
2.2. <i>La vanne de vidange</i>	18
3. La purge d'air et la ventouse	19
4. Les réducteurs de pression	19
5. Bouches ou poteau d'incendie	20
VIII - Etude D'adduction	21
1. Type des canalisations	21
2. Adduction gravitaire	21

3. Adduction sans charge	21
4. Choix de tracé	21
5. Choix de type de tuyau	22
IX - Le stockage (réservoir)	23
1. Rôle des réservoirs	23
2. Alimentation par gravité	23
3. Emplacement d'un réservoir	23
3.1. <i>Emplacement en élévation</i>	23
3.2. <i>Emplacement en plan</i>	24
3.3. <i>Cas spéciaux</i>	24
4. Qualités des réservoirs	27
5. Les différents types de réservoirs	27
5.1. <i>Le réservoir enterre</i>	27
5.2. <i>Le réservoir superficiel ou semi-enterre</i>	27
5.3. <i>Le réservoir surélevé ou château d'eau</i>	28

Introduction



L'eau est indispensable à toute urbanisation, soit pour la consommation propre des habitants, pour la sécurité, soit pour la lutte contre les incendies, pour l'hygiène et l'arrosage. Cette eau doit être suffisante en quantité et satisfaisante en qualité et comme l'eau est destinée à la sécurité des habitants.



Le cycle artificiel de l'eau



Par opposition au cycle naturel de l'eau bien connu (voir ci-dessus), nous considérerons que dans tout ce qui suit les éléments d'un cycle artificiel de l'eau : ce cycle comporte, en dérivation sur le précédent, les trajets dû à l'intervention de l'homme, depuis l'endroit où il prélève les eaux naturelles pour son usage jusqu'au point où il les renvoie après utilisation, restituant souvent de surcroît les eaux météoriques qu'il a captées contre son gré.

Définition-Réseau d'alimentation en eau potable-



Ensemble des équipements, des services et des actions permettant de produire et distribuer une eau potable à partir d'une eau brute.

Un réseau d'alimentation en *eau potable* regroupe l'ensemble des équipements, des services et des actions permettant de produire et de distribuer, à partir d'une *eau brute*, une eau conforme aux *normes de potabilité* en vigueur. On distingue quatre étapes : les prélèvements et captages, le traitement, l'adduction (transport et stockage) et la distribution au robinet.

Principe de la distribution d'eau

Cas général

8

Cas particuliers

8

Pour être valorisée, l'eau de distribution doit répondre à un ensemble de contraintes. En effet le consommateur doit pouvoir disposer, au bon moment et au bon endroit, d'une eau de qualité en quantité suffisante. Pour détourner l'eau de son cycle naturel, l'homme doit donc :

Capter, traiter, pomper, transporter, stocker et distribuer.

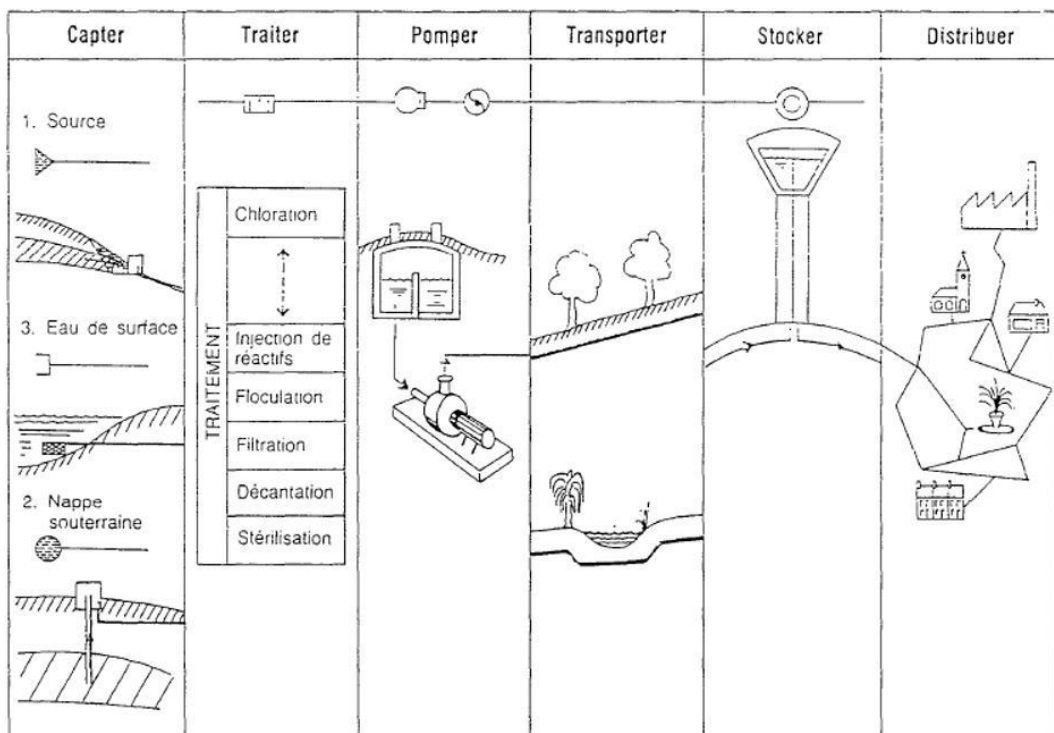


Fig. 4.2 : Principe de la distribution d'eau

Captage : Il se fait à partir des :

- Eaux superficielles (rivières, sources) ;
- Eaux peu profondes (puits, nappes aquifères) ;
- Eaux profondes (nappes phréatiques).

Traitement : Le traitement est nécessaire pour obtenir une eau hygiénique, surtout pour la consommation domestique et on peut faire un traitement beaucoup plus rudimentaire pour une consommation moins exigeante comme lavage de voiture, lavage des rues et certaines utilisations industrielles, mais il faut installer deux réseaux distincts ce qui n'est pas une solution économique mais cette solution est très efficace pour la protection de l'environnement.

Adduction : C'est le transport de l'eau des points de captages aux points d'utilisation ou réservoirs de stockage et celui-ci se fait :

- Soit par gravité (si la topographie du terrain le permet) ;
- Soit en utilisant des conduites sous pression.

Accumulation : C'est le stockage de l'eau dans les réservoirs pour assurer une plus grande régularité du débit et assurer une réserve d'eau potable disponible en tout temps en cas de pénuries dans le réseau publique.

Distribution : C'est le fait de fournir l'eau à chaque utilisateur avec des débits différents ce qui nécessite donc un réseau de canalisation dimensionner.

1. Cas général

En toute généralité, un dispositif d'alimentation en eau potable comporte les différentes parties suivantes :

- un captage ;
- une conduite d'adduction qui conduit l'eau par gravité vers une station de pompage via une station de traitement ;
- une station de pompage refoulant l'eau vers un réservoir ;
- une conduite de refoulement aussi appelée "feeder" allant de la station de pompage au réservoir ;
- un réservoir ;
- un réseau de distribution.

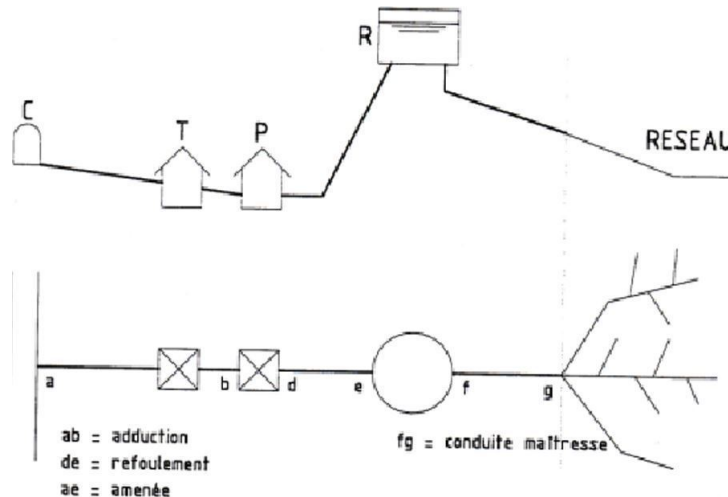


Fig. 4.3 : Principe de la distribution d'eau (cas général)

La conduite d'adduction et la conduite de refoulement constituent à elles deux la conduite d'amenée.

2. Cas particuliers

Le dispositif décrit ci-dessus est complet. Des circonstances particulières permettent souvent de le simplifier sensiblement.

- Si la prise d'eau se trouve à un niveau supérieur à celui du réservoir, la conduite d'amenée se résume à une conduite d'adduction. Station de pompage et conduite de refoulement sont supprimées ;
- Dans certains cas, l'eau arrive par gravité jusqu'au pied du château d'eau, Il faut donc une station de pompage mais la conduite de refoulement est très courte.

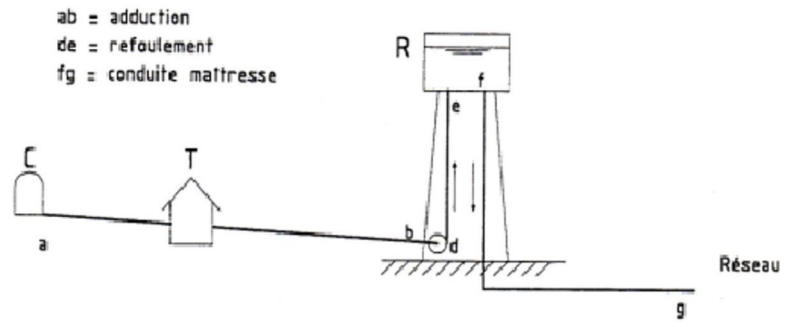


Fig. 4.4 : Principe de la distribution d'eau (cas particuliers)

Les réseaux de distribution

IV

Les différentes conceptions de réseau	10
Le tracé des conduites	11
Calcul hydraulique du réseau maille	12

1. Les différentes conceptions de réseau

1.1. Le réseau ramifié ou palmé

Les conduites se ramifient en diminuant de diamètre. La conduite principale, dite primaire, traverse la rue principale de l'agglomération. Ce système n'est d'ailleurs utilisé que pour les petites agglomérations.

Avantages :

- conception simple ;
- calcul facile et précis.

Inconvénients :

- l'eau circule toujours dans le même sens et présence de culs-de-sac. Des dépôts sont à craindre ;
- En cas de fuite, arrêt de toute la partie en aval de l'accident.

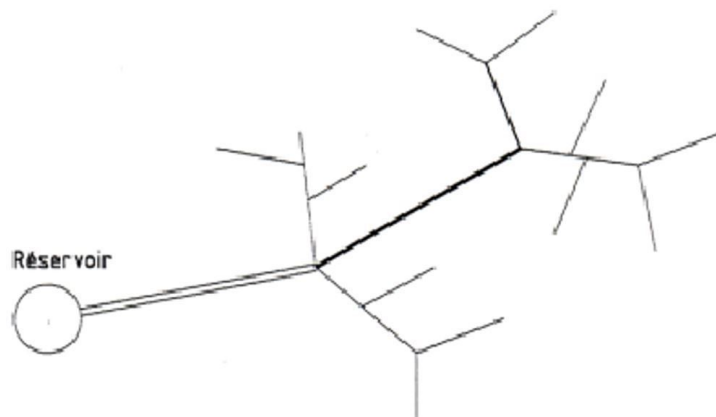


Fig. 4.5 : réseau ramifié

1.2. Le réseau maillé ou bouclé

Les conduites sont placées de manière telle que des mailles soient formées. Ce système qui présente de nombreux avantages par rapport au précédent s'adapte très bien au plan des agglomérations quelques peu importants. Il reste cependant très souvent quelques conduites d'extrémités qui ne font pas partie des mailles.

Avantages :

- L'eau circule dans les deux sens et il n'y a pas de culs-de-sac : pas de danger de dépôts ;
- En cas de problème en un point, un dispositif judicieux de vannes permet de ne mettre hors service que la partie du réseau concernée.

Inconvénients :

- Conception moins aisée que pour le réseau palmé ;
- Calcul assez ardu.

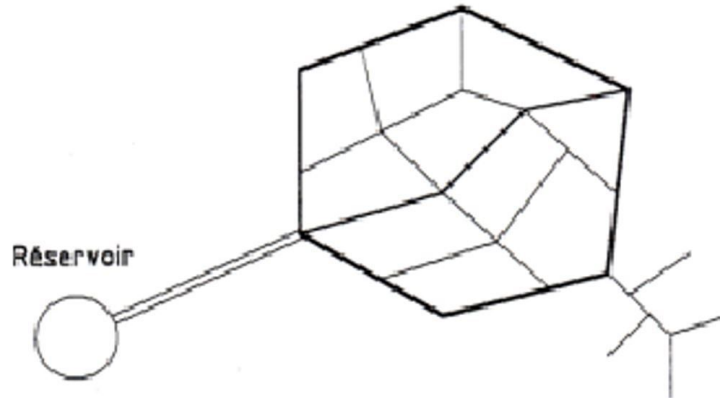


Fig. 4.6 : réseau maillé

Rappelons que le réseau est alimenté, quelque soit son type, par un ou deux (cas d'agglomérations allongées et relativement plates) réservoirs par simple gravité.

Pour concevoir un réseau de distribution, nous sommes appelés à prendre en compte un certain nombre des facteurs, qui peuvent influencer sur le réseau parmi lesquels, nous avons :

- L'emplacement des quartiers ;
- L'emplacement des consommateurs ;
- Le relief ;
- Le souci d'assurer un service souple et précis.

Principe du tracé du réseau :

Le tracé du réseau exige un certain nombre des conditions qu'il faut respecter.

- Tout d'abord, il faut repérer les endroits où les besoins sont importants, c'est-à-dire les quartiers ayant une forte densité de population ;
- Déterminer l'itinéraire (sens) principal pour assurer la distribution aux consommateurs ;
- Tracer les conduites principales, parallèlement entre elles et doivent être situées sur les côtes géodésiques les plus élevées pour bien répartir l'eau ;
- Les conduites principales doivent être reliées entre elles, par des conduites secondaires pour former des boucles à fin d'alimenter l'intérieur des quartiers.

2. Le tracé des conduites

Il faut au départ disposer d'un plan au 1/1000 ème ou au 1/1250 ème de la localité à alimenter en eau.

2.1. Tracé en plan

Il suit nécessairement celui des rues. Les canalisations étant en principe placées sous les trottoirs seront à dédoubler dans une même rue.

2.2. Tracé en profil en long

Les conduites sont enterrées à une profondeur de 0,8 à 1,2 m suivant les régions pour éviter le gel. On suivra donc avec un décalage constant le profil du terrain naturel. Pour déterminer la ligne altimétrique des conduites, on se devra de faire un nivellement des croisements de rue et

des changements de pente importants dans une même rue. La précision requise est de l'ordre du décimètre. Pour faciliter les opérations de vidange et de purge d'air, il est nécessaire de donner une certaine pente aux différents tronçons. On adopte comme pente minimum :

- 2 mm/m dans le sens du courant ;
- 5 mm/m à contre-courant.

3. Calcul hydraulique du réseau maille

Le dimensionnement et la détermination des débits dans un réseau maillé s'effectuent de la manière suivante :

Tout d'abord nous déterminons :

- la longueur de chaque tronçon du réseau maillé ;
- les débits routes pendant les heures considérées ;
- les débits spécifiques en considérant les débits routes ;
- les débits supposés concentrés aux nœuds.

Les éléments topographiques nécessaires au calcul du réseau :

- Arrêter un tracé en plan de conception ramifiée ou maillée ;
- Déterminer la longueur de chaque tronçon ;
- Tracer la ligne altimétrique de ces tronçons. Indiquer les cotes en fixant l'altimétrie des carrefours et autres extrémités de tronçon.

Canalisations

VI

Les canalisations de distribution d'eau sont constituées par des tuyaux métalliques (fonte, acier, fer galvanisé), plastiques (polychlorure de vinyle non plastifié, polyéthylène) ou en amiante ciment. Ces tuyaux et leurs joints doivent résister à la pression intérieure en sus des charges normales agissant sur toute canalisation enterrée.

Les canalisations métalliques doivent recevoir une protection contre la corrosion, assurée par des produits bitumineux réalisés sous forme d'enduits ou de bandes adhésives venant de fabrication.

Elles sont assemblées par soudure pour celles en acier et par des joints de divers modèles pour la fonte.

Les canalisations en acier galvanisé ne sont utilisées que pour de courtes longueurs et doivent également être protégées.

Les tuyaux en fonte, plus souples, sont utilisés dans les terrains médiocres.

Les canalisations en plastique et en amiante-ciment sont généralement inertes vis-à-vis du sol environnant.

Mise en place des canalisations :

Le tracé comportera le moins de coudes possible ; les branchements seront toujours perpendiculaires à la canalisation principale.

La pose s'effectuera sur un lit de sable de 10cm dans le cas de terrain argileux ou rocheux.

Les canalisations de distribution d'eau sont placées dans des tranchées d'une profondeur minimale de 1.00m pour éviter le gel. Elles doivent être éloignées de 10cm de tout élément dur (fondation), de 30cm des câbles électriques et de 60cm des canalisations de gaz. Sinon, il faut les placer dans des fourreaux en tuyau de ciment. Une fois le tracé du réseau déterminé, il faut positionner la robinetterie et les accessoires, à savoir :

- Les robinets de vidange : placés aux points bas, ils permettent de vider la conduite pour l'entretien et la réparation par tronçons séparés. Ils doivent être reliés à une évacuation d'eaux usées, généralement une bouche à clé, installée sous le trottoir.
- Les robinets de purge : placés aux points hauts, ils évacuent automatiquement l'air entraîné, ce qui évite les coups de béliers. Ils sont installés également en aval de robinets susceptibles d'être fermés lors d'une vidange ou d'un remplissage de la conduite.
- Les robinets de branchements : qui commandent chaque branchement particulier d'immeuble.



canalisations

Les appareils et accessoires

VII

Les pièces spéciales	15
Robinetterie, fontainerie	17
La purge d'air et la ventouse	19
Les réducteurs de pression	19
Bouches ou poteau d'incendie	20

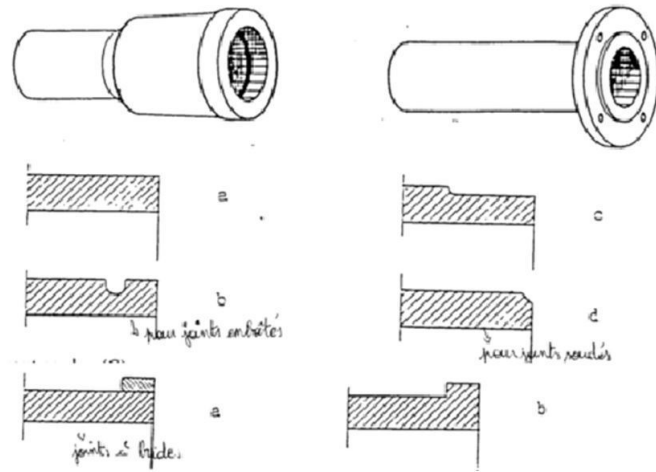
La pose des canalisations nécessite L'emploi de pièces spéciales assez nombreuses Par ailleurs, L'exploitation d'un réseau implique des articles de robinetterie et les raccords particuliers qui sont la raison d'être du réseau.

1. Les pièces spéciales

1.1. Les différentes sortes d'extrémités

Les différents types de joints nécessitent des extrémités de tuyaux que L'on peut classer en 4 groupes.

- *Le bout uni (U) :*
Il peut être parfaitement lisse (a), présenter une gorge pour le logement d'une bague d'étanchéité (b) ou un léger amincissement dû à un tournage de rectification (C) ; Enfin, il peut être chanfreiné (D).
- *Le bout cordon (C) :*
Le cordon est rapporté (a) ou est réalisé dans la masse (b)
- *Le bout à emboîtement (E) :*
Les emboîtements diffèrent selon le type de joint. Ce type d'extrémité est associé au bout uni ou, éventuellement, au bout cordon.
- *Le bout à bride (B) :*
Les brides sont généralement fixes, la fixation pouvant se faire de diverses certains matériaux, cependant, elles peuvent être folles (acier, PVC). Elles font alors appel au bout cordon.



1.2. Raccord des tuyaux en alignement

- *Les courbes*

Elles sont désignées par leur angle au centre a rapporté au tour complet.

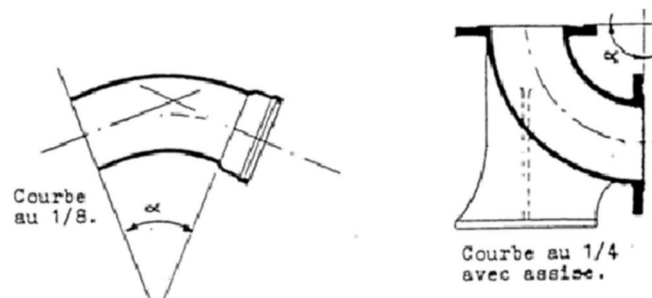
Pour la courbe au 1/4 $\alpha = 90^\circ$

1/8 $\alpha = 45^\circ$

1/16 $\alpha = 22^\circ 30'$

1/32 $\alpha = 11^\circ 45'$

La figure ci-dessous montre une courbe au 1/8 (E-tt) et une courbe au 1/4 (B-B) avec assise pour passer d'une canalisation horizontale à une verticale, par exemple, dans l'équipement d'un réservoir.



- *Les chandeliers et manchettes*

Il s'agit de tuyaux semblables aux tuyaux ordinaires mais plus courts. Ils servent de complément dans une canalisation courante.

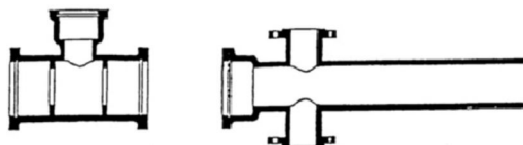
- *Les réductions*

Il s'agit de pièces courtes qui servent au passage d'un diamètre à un autre.



- *Les dérivations*

La figure présente un manchon avec une tubulure et un chandelier avec deux tubulures. Il existe aussi des tubulures inclinées à 45° .

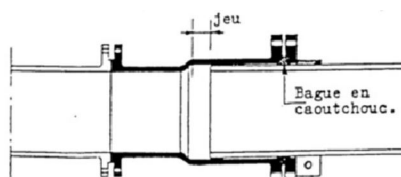


- *Les pièces de compensation et de démontage*

Les pièces de compensation sont réalisées en acier ou en fonte. Elles sont composées des éléments suivants :

- un corps à brides dont un côté est évasé afin de permettre l'introduction du tuyau auquel la pièce doit être raccordée ;
- une contre-bride ;
- un carcan en acier ;
- un joint torique en caoutchouc ;
- une contre-bride et les boulons d'assemblage.

Le schéma de principe d'un joint de compensation est donné à la figure ci-dessous.



Les pièces de démontage sont réalisées en fonte et sont composées des éléments suivants :

- un corps bride-tout uni, le diamètre intérieur de celui-ci devant permettre ;
- l'introduction du plongeur ;
- un plongeur à brides ;
- une contre-bride ;
- un joint profilé en caoutchouc ;
- les tirants d'assemblage de la contre-bride (tirants courts) ;
- les tirants d'assemblage de la pièce (tirants longs).

L'emploi de ces deux types de joints facilite énormément le montage et le démontage des articles de robinetterie montés en alignement sur la conduite.

1.3. Les pièces d'obturation permanente



2. Robinetterie, fontainerie

Sur le réseau on trouve divers organes de coupure et d'alimentation.

1. Coupure

1. Vannes (d'arrêt ou de réglage de débit), robinets-vannes à papillons ou à guillotine, dont la manœuvre s'effectue avec un volant ou une clé ;
2. Bouches à clé, ...etc.

2. Alimentation

1. Robinets-vannes, robinets ;
2. Poteaux d'incendie ;
3. Fontaines.



Pour les vannes de grand diamètre, L'effort appliquant le plateau sur son siège peut être très grand quand la pression n'agit que sur un seul côté. On peut contourner la difficulté par deux méthodes :

- prévoir un by-pass sur le corps de la vanne, reliant L'amont à L'aval ;
- assurer la manœuvre par un moteur électrique. Notons que les robinets-vannes en réseau sont toujours dépourvus de by-pass.

2.1. Les robinets-vannes

En distribution d'eau, on n'emploie pratiquement que la vanne à plateau encore appelée vanne à coin. Toutes les pièces qui la constituent sont généralement en fonte.



Remarque : Le coup de bélier

La fermeture d'une vanne peut présenter certains risques pour la canalisation. Si, le liquide étant en mouvement, la fermeture de la vanne est très rapide, l'énergie cinétique de la masse liquide arrêtée se transforme :

- en énergie potentielle de déformation du tuyau qui se dilate
- en énergie potentielle de déformation du liquide qui subit un accroissement de pression et se contracte. Cet accroissement de pression s'appelle le « coup de bélier ». Ce phénomène se produit d'abord contre le plateau de la vanne mais se propage rapidement vers L'amont jusqu'au réservoir : on parle d'onde de choc. En pratique, le cycle peut se manifester plusieurs fois mais ses effets sont de moins en moins marqués car les pertes de charge (surtout) dissipent les énergies mises en jeu. L'importance du coup de bélier est fonction :
 - de la nature du liquide
 - de la vitesse du liquide
 - de la nature du tuyau
 - de la section du tuyau
 - Par contre, elle ne dépend aucunement de la pression régnant dans le liquide au moment de la fermeture de la vanne.

On peut, par ailleurs démontrer qu'il y a intérêt à fermer la vanne assez lentement pour que le temps de fermeture soit largement supérieur à un temps critique calculé. Comme la vanne n'est vraiment efficace qu'en fin de course, le début de la manœuvre peut être rapide mais la fin doit être fort lente. Cette précaution est généralement considérée comme suffisante pour se prémunir contre le coup de bélier.

2.2. La vanne de vidange

Il s'agit d'un robinet-vanne classique placé en dérivation sur la conduite au point bas du tronçon. La figure ci-contre montre une chambre de vannes équipée d'un robinet-vanne de sectionnement et d'une vanne de vidange. On remarque le joint de compensation et la grille d'évacuation vers une décharge.



3. La purge d'air et la ventouse

Lors du remplissage d'un tronçon, l'eau chasse progressivement l'air vers le (s) point(s) haut(s). Lors de la vidange, au contraire, de l'air doit pouvoir remplacer progressivement. L'eau en cours d'exploitation du réseau, de faibles quantités de gaz (O, CO, ...etc.) peuvent se dégager de l'eau. De même, l'air peut s'introduire fortuitement dans la canalisation pour diverses raisons. Ces gaz s'accumulent aux points hauts. Au lieu de placer des robinets de purge, on peut prévoir des dispositifs de purge automatique: les ventouses. Ces ventouses sont toujours en fonte. Les ventouses utilisées peuvent être de trois types :

- à deux sphères
- à deux flotteurs
- à une sphère et un flotteur Parfois, cependant, le cahier spécial des charges autorise L'utilisation de ventouses à une sphère dans le cas où leur diamètre nominal ne dépasse pas DN60. Les soupapes des ventouses consistent en des sphères revêtues d'élastomère ou en flotteurs en matière synthétique

Les figures ci-dessous donnent les schémas de principe :

- d'une ventouse à deux sphères
- d'une ventouse à une sphère et un flotteur On y remarque deux orifices de grandeurs très différentes. Le grand est destiné aux importants mouvements d'air lors des vidanges et remplissages, le petit est destiné à la purge continue.



La purge d'air et la ventouse

4. Les réducteurs de pression

Une des conditions de fonctionnement du réseau est de conserver une pression de service en tous points comprise entre des valeurs extrêmes fixées. La pression ne peut en aucun cas, et ce en tout moment de la journée, descendre sous une valeur ou dépasser une valeur maximale. Les

tronçons de conduites concernés par des pressions trop élevées doivent être protégées à l'aide de réducteur de pression qui sont des dispositifs maintenant une pression aval constante quelque soit la charge (et le débit) à l'amont. Nous donnons à la figure ci-dessous, l'exemple d'un réducteur de pression à clapet.



5. Bouches ou poteau d'incendie

Les bouches ou les poteaux d'incendie doivent être raccordés, sur des conduites capables d'assurer un débit de 17l/s, avec une pression de 10 mètres



Bouches ou poteau d'incendie

Etude D'adduction

VIII

Type des canalisations	21
Adduction gravitaire	21
Adduction sans charge	21
Choix de tracé	21
Choix de type de tuyau	22

L'adduction étant définie, comme le transport des eaux de zone de captage aux zones d'utilisation.

Le but de cette étude est de parvenir; à la mise en place d'un système d'adduction qui a deux aspects dépendants l'un de l'autre ; l'un technique et l'autre économique.

1. Type des canalisations

Les canalisations peuvent être des conduites en charge, des canaux ouverts et des tunnels ou des galeries. Le choix entre ces diverses solutions est essentiellement économique. Il s'agit de déterminer la configuration la plus rentable à l'égard des éléments suivants :

- La topographie du terrain ;
- La nature du terrain ;
- La charge hydraulique disponible ;
- La méthode de construction.

2. Adduction gravitaire

Un écoulement gravitaire est un écoulement, qui se fait sous l'action d'une force extérieure qui lui sera appliquée (conditionné par la pente, pesanteur). Dans le cas d'une canalisation gravitaire ; la source d'eau doit se situer à une côte supérieure à celle du réservoir d'accueil.

3. Adduction sans charge

C'est la méthode de transport à pression atmosphérique, son choix est déterminé selon:

- Une topographie permettant un écoulement gravitaire.
- Une hauteur de chute hydraulique suffisamment faible, pour permettre de garder l'écoulement fluvial.

4. Choix de tracé

Le choix du tracé est une procédure délicate, car il faudra prendre certaines précautions et respecter certaines conditions, qui sont les suivantes :

Il est important de chercher un profil en long aussi régulier que possible, pour éliminer les contre pentes.

- En raison d'économie, le tracé doit être le plus court possible.

- Éviter les traversées d'Oueds, les zones marécageuses, les routes, les voies ferrées autant que possible.

5. Choix de type de tuyau

Les conduites les plus utilisées sont celles qui peuvent supporter des pressions importantes lors du transport d'eau.

Le choix du type de tuyaux est basé sur des critères d'ordre technique à savoir le diamètre ; la pression, condition de pose et de critères d'ordre économique, qui reposent sur le prix de fourniture et le transport.

Le stockage (réservoir)

IX

Rôle des réservoirs	23
Alimentation par gravité	23
Emplacement d'un réservoir	23
Qualités des réservoirs	27
Les différents types de réservoirs	27

Un réservoir est une enveloppe, qui contient un liquide qui peut être généralement de l'eau, soit potable (réservoir d'eau des distributions publiques), soit usée (eau d'égouts) parmi les liquides autres que l'eau, les plus courants sont : le lait, les hydrocarbures, ...etc.

Dans le cas des réseaux d'eau, le réservoir est un ouvrage intermédiaire entre les réseaux d'adductions et les réseaux de distributions. Ces derniers possèdent des débits non uniformes durant la journée ; d'où le rôle du réservoir qui permet de gérer les débits selon la demande.

1. Rôle des réservoirs

Il n'y a jamais correspondance entre le débit fourni par le captage et le débit demandé par le réseau. Le débit d'amenée est trop faible durant les heures de pointe et il est trop élevé durant les heures creuses. Le réservoir constitue une solution simple à cette discordance. Il permet d'accumuler une réserve d'eau lorsque l'offre est supérieure à la demande : la réserve d'eau ainsi constituée est alors disponible aux heures de pointe, lorsque la demande est supérieure à l'offre.

2. Alimentation par gravité

Le réservoir est placé à un niveau tel que le réseau puisse être desservi en toute circonstance par gravité. Si on choisit le plus souvent de stocker, c'est pour réaliser des économies non négligeables. Les réservoirs d'eau permettent :

- à la station de traitement de fonctionner à débit constant, assurant ainsi de meilleurs résultats.
- au réseau de répondre à la demande 24h/24. Cette réserve constitue, en effet, une sécurité en cas de surconsommation (heures de pointe...) et assure un débit et une pression réguliers.

Outre l'avantage financier, l'alimentation par gravité présente d'autres avantages

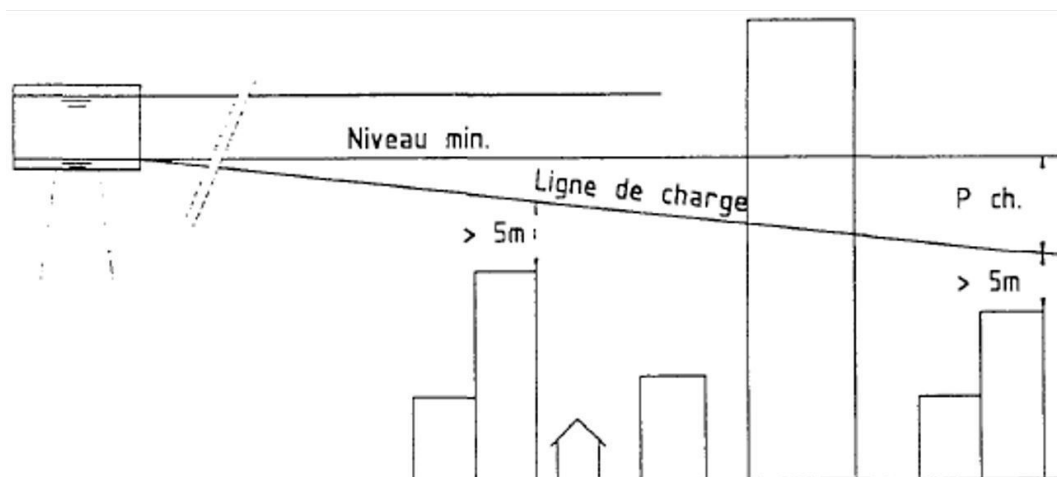
- Les aérations de pression dans le réseau se produisent lentement, sans à-coups, ce qui est favorable à la bonne tenue des conduites et en particulier des joints.
- Les pressions restent comprises entre des valeurs relativement proches.
- Le contrôle des volumes d'eau transitant par le réservoir est facile.

3. Emplacement d'un réservoir

3.1. Emplacement en élévation

L'alimentation du réseau s'opérant par simple gravité, le réservoir doit se trouver à un niveau supérieur à celui de l'agglomération à desservir. En général, le niveau du réservoir est celui de son radier. Ce niveau est fixé en tenant compte :

- Du niveau du point de distribution le plus élevé (les immeubles de grande hauteur n'étant toutefois pas pris en compte).
- De la nécessité d'assurer en ce point une charge suffisante (au moins de 5 mètres).
- Des pertes de charge à vaincre sur le trajet réservoir-point de distribution.



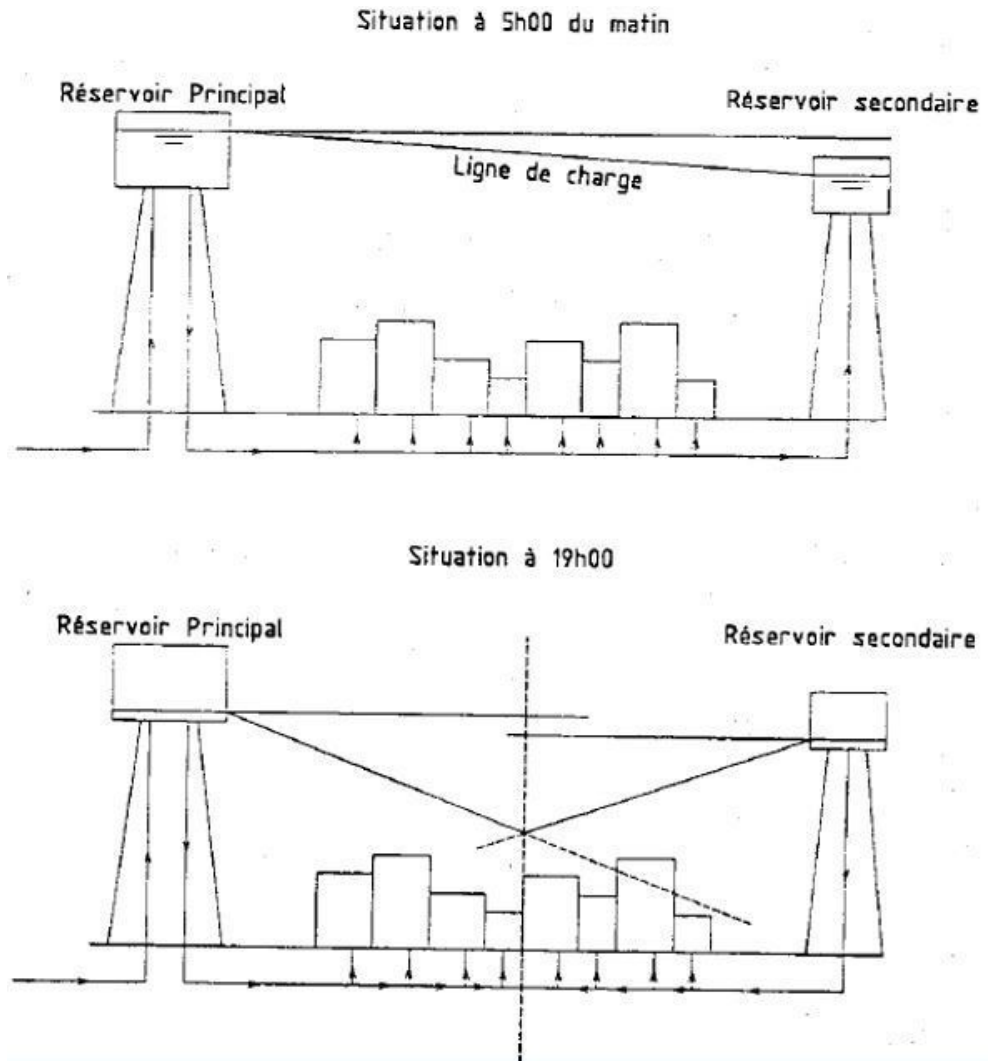
Si on fait abstraction des immeubles particulièrement élevés, les constructions habituelles ont au maximum 6 à 7 étages, c'est-à-dire une hauteur de 20 à 25 mètres. Au droit de ces immeubles, la ligne de charge doit donc se situer aux environs de 30 mètres. Dès lors, la canalisation enterrée en voirie devra assurer une pression minimum de l'ordre de 3 bars.

3.2. Emplacement en plan

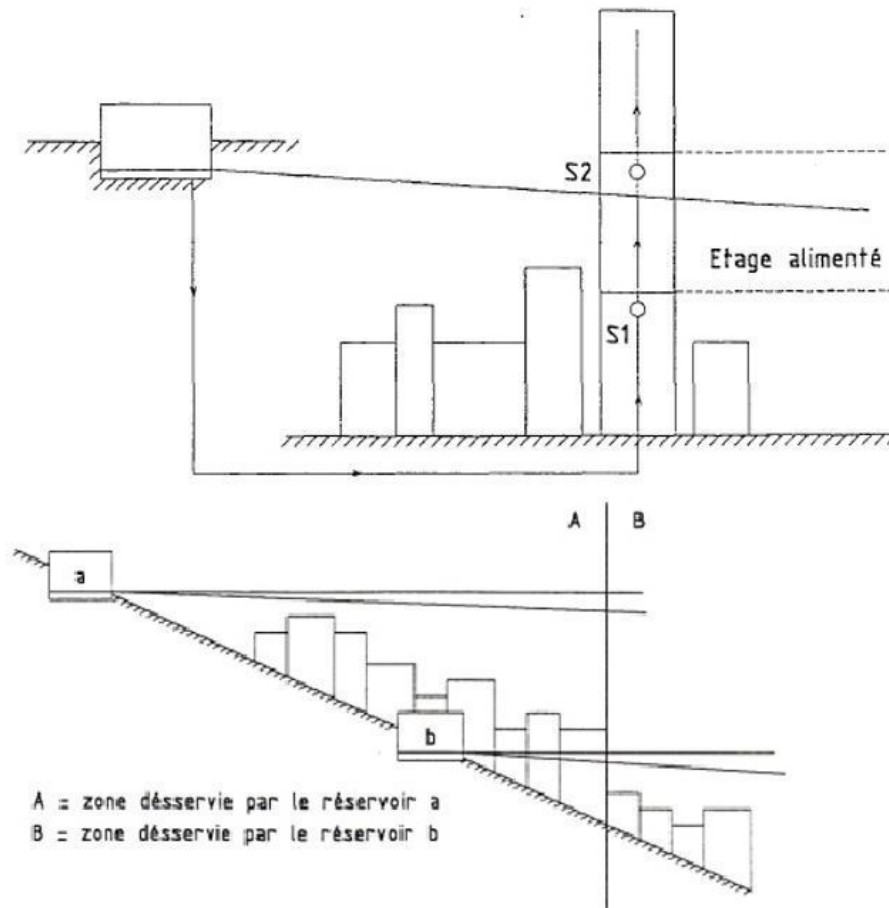
- *Alimentation continue :*
Il est important de placer le réservoir le plus près possible des utilisateurs. On diminue ainsi la longueur des canalisations par lesquelles doit transiter le débit de pointe. Celui-ci occasionne en effet, à section égale, des pertes de charge beaucoup plus importantes que celles provoquées par le débit moyen. La proximité par rapport à l'utilisateur permet un gain de hauteur et donc une diminution du coût d'établissement.
- *Alimentation discontinue :*
La différence entre le débit de pointe et le débit de fourniture du réservoir est ici plus faible. Elle reste toutefois suffisamment importante pour faire la même remarque que précédemment. On placera donc le réservoir à proximité des utilisateurs également dans ce cas.

3.3. Cas spéciaux

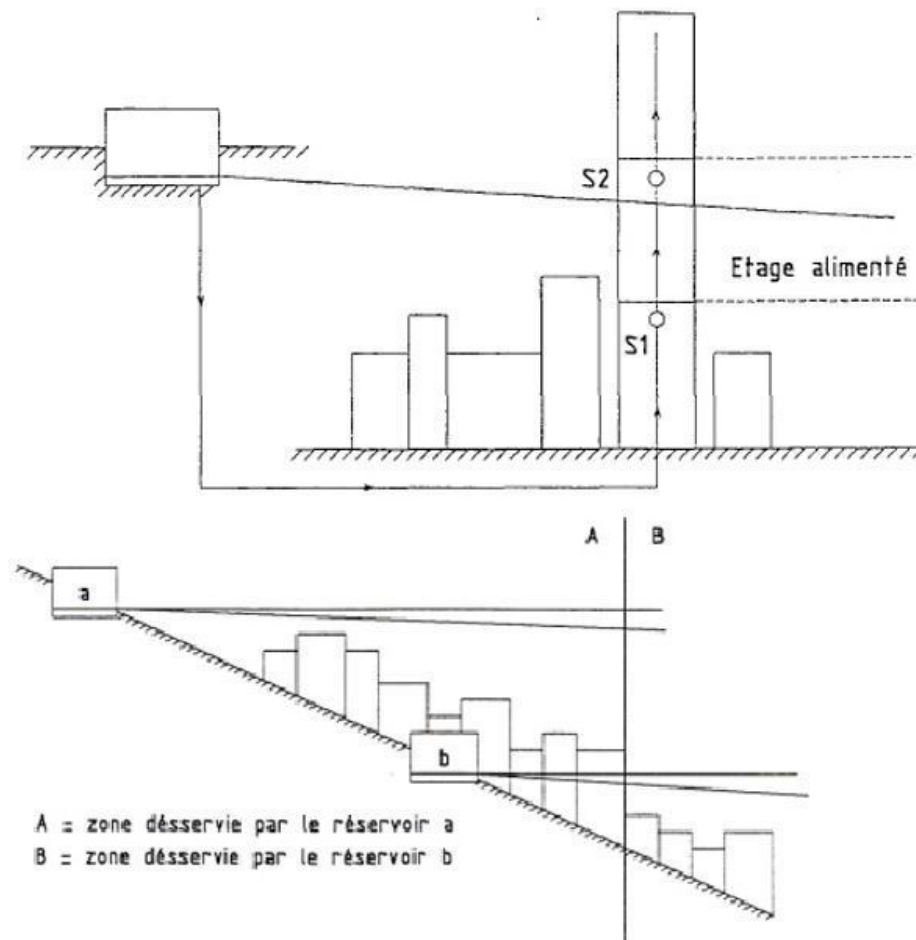
- *Réservoir secondaire d'équilibre :*
Ces réservoirs permettent d'assurer une pression d'alimentation suffisante dans les quartiers éloignés du réservoir principal. Ils permettent d'éviter un excès de hauteur du réservoir principal, hauteur qui pourrait provoquer des pressions excessives chez certains utilisateurs.



- *Réservoirs d'étagement* :
Il peut arriver que les différents niveaux d'implantation entre les constructions à desservir soient tels que les plus basses aient une charge d'alimentation trop élevées. Les réservoirs d'étagement permettent d'éviter cet inconvénient : ils annulent les trop grandes différences de pression entre les parties hautes et basses d'une ville.



- *Immeubles très élevés :*
Lorsque l'agglomération comporte des immeubles très élevés, le réservoir ne doit pas être prévu pour assurer l'alimentation jusqu'à leur sommet. Ceci pour deux raisons
- les étages inférieurs et immeubles voisins auraient à supporter de très fortes pressions.
- Le réservoir devrait être très élevé et le réseau conçu pour des pressions anormales. Pour alimenter leurs étages supérieurs, hors de portée du réservoir, les immeubles élevés sont munis d'installations de surpression.

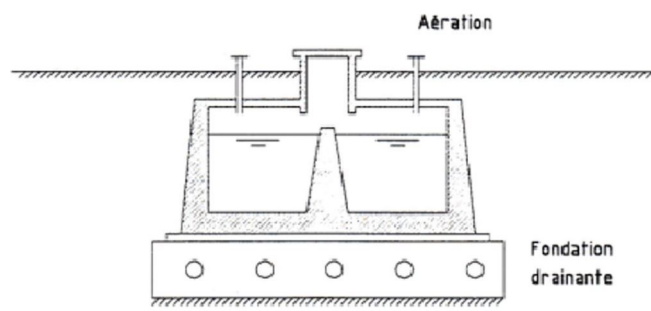


4. Qualités des réservoirs

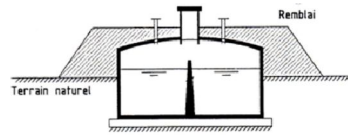
- Les réservoirs doivent être construits à l'aide de matériaux durables, inattaquables par l'eau et non susceptibles d'en modifier les propriétés organoleptique et la composition chimique ;
- Les réservoirs doivent être couverts et aérés ;
- Les réservoirs doivent être compartimentés ;
- Les réservoirs doivent présenter une bonne isolation thermique ;
- Les réservoirs doivent être conçus de manière telle que le renouvellement de l'eau soit facile et régulier.

5. Les différents types de réservoirs

5.1. Le réservoir enterré

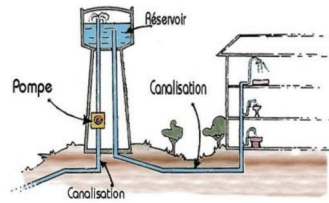


5.2. Le réservoir superficiel ou semi-enterré



réservoir superficiel ou semi-enterré

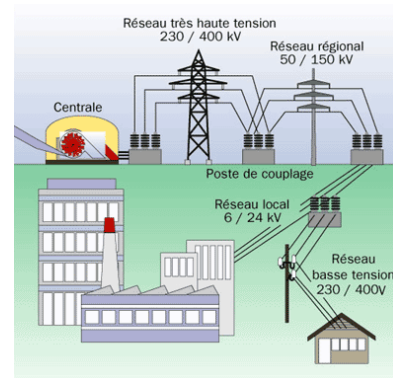
5.3. Le réservoir surélevé ou château d'eau



Le réservoir surélevé ou château d'eau

Chapitre 5 : Réseaux divers

UC1



ATTALLAOUI Samir

Table des matières



Introduction	3
I - Le réseau électrique	4
1. Modes de pose de réseaux de distribution d'énergie électrique	4
2. Classement des ouvrages selon les dénominations	4
3. Les différents éléments d'un réseau de desserte électrique d'une opération d'habitation	5
4. Conditions d'exploitation des ouvrages	5
5. Définition des besoins en puissance d'une opération	5
6. Le réseau MT d'une opération et les postes	6
7. Le poste (transformateur ou de répartition) de distribution publique	6
8. Le réseau BT	7
9. Recommandations techniques pour la pose en pleine terre	7
10. Branchement et comptage	7
II - Le réseau gaz	8
1. Les différentes pressions utilisées	8
2. Éléments d'un réseau de distribution de gaz	8
3. Consommations annuelles moyennes par logement individuel	9
4. Conception du réseau MP	9
III - Réseau de télécommunications	10
1. Architecture du réseau de télécommunications	10
2. Procédure pour la réalisation de l'équipement de télécommunication des zones pavillonnaires ..	11
3. Réseau de desserte d'une zone pavillonnaire	11
4. Le sous répartiteur	11
5. Les bornes pavillonnaires	12
6. Les câbles en canalisation multitubulaire	12

Introduction



Les réseaux divers ce sont principalement :

- ▶ le réseau électrique
- ▶ le réseau gaz
- ▶ le réseau téléphone
- et accessoirement :
- ▶ Le réseau d'éclairage public
- ▶ le réseau de télévision par câble
- ▶ le réseau de chauffage, etc.

Le réseau électrique



Modes de pose de réseaux de distribution d'énergie électrique	4
Classement des ouvrages selon les dénominations	4
Les différents éléments d'un réseau de desserte électrique d'une opération d'habitation	5
Conditions d'exploitation des ouvrages	5
Définition des besoins en puissance d'une opération	5
Le réseau MT d'une opération et les postes	6
Le poste (transformateur ou de répartition) de distribution publique	6
Le réseau BT	7
Recommandations techniques pour la pose en pleine terre	7
Branchement et comptage	7

1. Modes de pose de réseaux de distribution d'énergie électrique

- Le réseau aérien sur poteaux ou sur façades (se justifie difficilement dans les opérations d'habitations) ;
- Le réseau souterrain en pleine terre ;
- Le réseau placé en ouvrage technique de surface (bordure de trottoir ou de caniveau).

2. Classement des ouvrages selon les dénominations

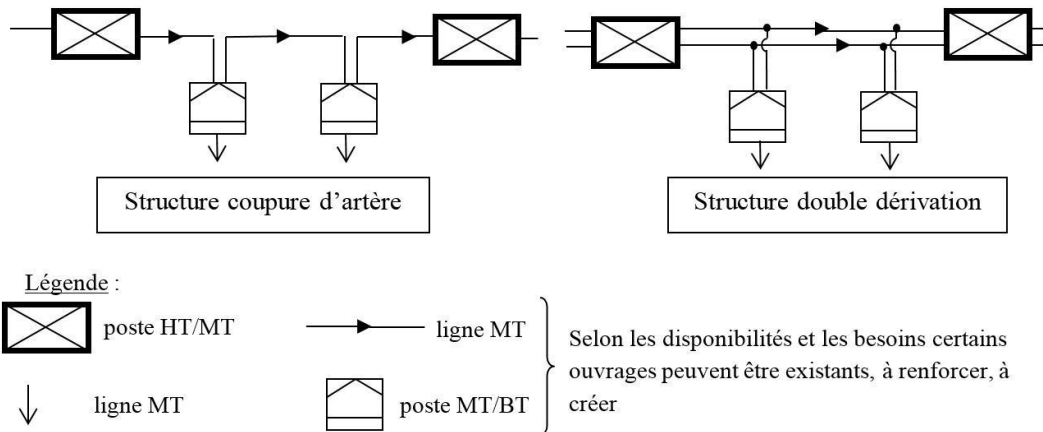
- *Basse tension (BT)* : 220 ou 380 V ou 1^{re} catégorie: < I 000 V en alternatif ou I 500 V en continu
 - *Moyenne tension (MT)* : 3 à 66 kV ou 2^e catégorie de 1 000 V à 50 000V
 - *Haute tension (HT)* : 45 à 90 kV
- Très haute tension (*THT*) : 150 à 400 kV
- } 3^e catégorie: > 50 000 V

6. Le réseau MT d'une opération et les postes

Comme il a été dit avec le dessin précédent, avant de construire le réseau MT il est nécessaire de connaître les disponibilités à proximité de l'opération :

- un poste transformateur HT/MT ;
- un poste de répartition ;
- une ligne MT extérieur ou intérieur à la zone à équiper.

Le réseau MT d'une opération s'appuie au moins sur deux alimentations MT distinctes.



7. Le poste (transformateur ou de répartition) de distribution publique

Leur puissance est :

- 160 kVa pour un poste sur poteau,
- 100, 160 ou 250 kVa pour un poste en cabine ou préfabriqué en zone rurale,
- 250, 400, 630 ou 1000 kVa en zone urbaine.

Leur rayon d'action est de 150 à 300m mais le nombre de postes et leur position dépendent du calcul des chutes de tension en ligne sur le réseau BT.

Le lotisseur doit mettre à disposition du distributeur soit un local soit un terrain pour installer le poste de transformation; la définition et les caractéristiques du local doivent s'opérer d'un commun accord entre le distributeur et le lotisseur; il doit en outre être tel que :

- le concessionnaire puisse y accéder à toute heure ;
- les voies d'accès doivent être directes et permettre l'amenée de matériel par un camion de 3 t ;
- les abords de la porte d'accès doivent toujours rester libres ;
- le poste doit être à l'abri des inondations et ventilé naturellement; (en général c'est le concessionnaire, EDF qui fournit les plans du poste à réaliser) ;
- le tracé des canalisations BT et MT doit faire l'objet d'un accord avec le concessionnaire.

Il est nécessaire de déposer un permis de construire (ou une déclaration de travaux si la surface est inférieure à 20 m² et la hauteur < 3 m).

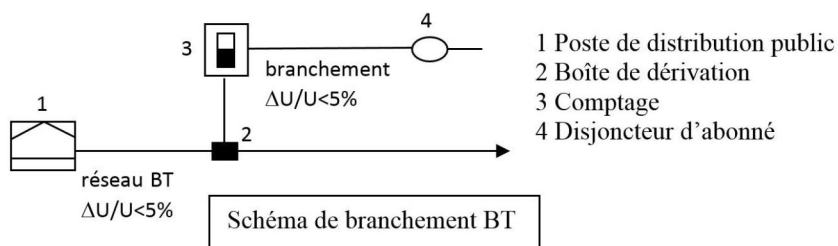
Ce poste est soit :

- isolé ;
- accolé à un bâtiment ;
- incorporé dans 1 bâtiment (immeuble collectif en centre urbain).

8. Le réseau BT

Pour déterminer la section des conducteurs à mettre en place, il faut connaître :

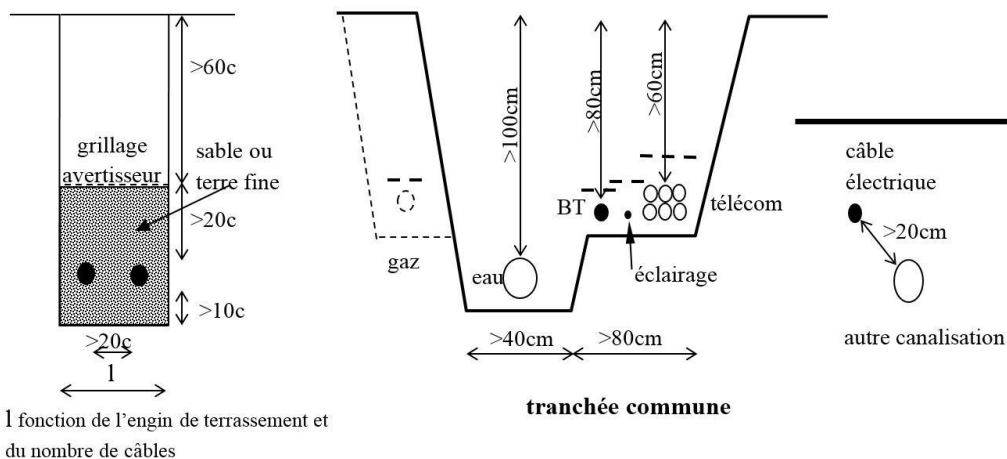
- la puissance à transiter ;
- la longueur des tronçons entre le tableau BT du poste de distribution publique et l'abonné ;
- la nature du câble à utiliser ;
- La chute de tension $\Delta U / U$ ne doit pas excéder :
 5 % de la tension du réseau pour le tronçon allant du tableau BT du poste de distribution publique à la boîte de dérivation ;
 1,5% de la boîte de dérivation au disjoncteur d'abonné.



9. Recommandations techniques pour la pose en pleine terre

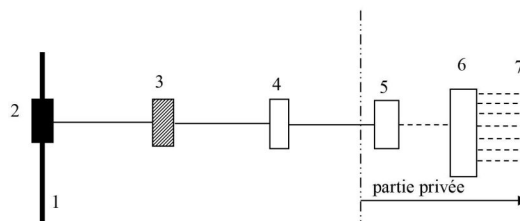
La pose du câble se fait de la manière suivante :

1. ouverture de la tranchée ;
2. pose en fond d'un lit de sable sur 10 cm ;
3. pose du câble ;
4. remblai en sable ou terre fine exempte de cailloux sur 20 cm de hauteur ;
5. mise en place d'un grillage avertisseur de couleur rouge ;
6. remblaiement.



10. Branchement et comptage

- 1 Réseau BT
- 2 Boîte de dérivation
- 3 Organe de coupure
- 4 Compteur et accessoires
- 5 Disjoncteur
- 6 Tableau privé principal
- 7 Installation intérieure



Le réseau gaz

Les différentes pressions utilisées	8
Éléments d'un réseau de distribution de gaz	8
Consommations annuelles moyennes par logement individuel	9
Conception du réseau MP	9

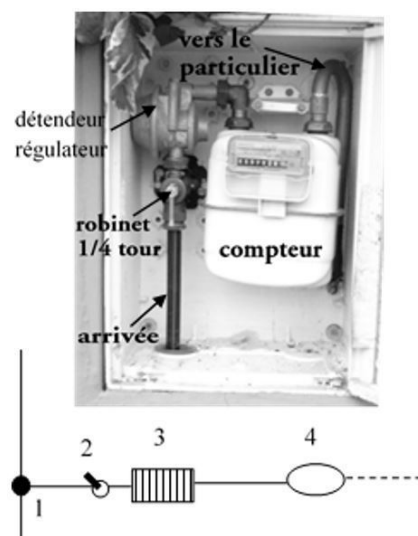
On ne s'intéresse là qu'au gaz distribué par un concessionnaire (*GDF* en l'occurrence).

1. Les différentes pressions utilisées

- *BP* : basse pression, entre 9 et 37 mb (hPa) qui permet l'alimentation directe des appareils domestiques ;
- *MP* : moyenne pression, entre 0,4 et 4 b (de 400 à 4000 hPa ou de 40 à 400 kPa) nécessite l'emploi de détendeur régulateur ;
- *HP* : jusqu'à 67 b ; utilisée pour les réseaux de transport mais en aucun cas des réseaux de distribution.

2. Éléments d'un réseau de distribution de gaz

1. Prise de branchement : dispositif de raccordement entre une conduite et un branchement.
2. Dispositif de coupure ou d'obturation, interrompt le flux gazeux dans une tuyauterie, on utilise un robinet 1/4 de tour ou un robinet poussoir, ce dispositif doit être signalé, muni d'une plaque d'identification et accessible en permanence au niveau du sol
3. Détendeur-régulateur : détend le gaz d'une pression amont à une pression aval.
4. Compteur de volume de gaz en m³, par contre un coefficient de conversion, variable selon le pouvoir calorifique, de l'ordre de 11.5 permet de transformer ce volume en KWH.

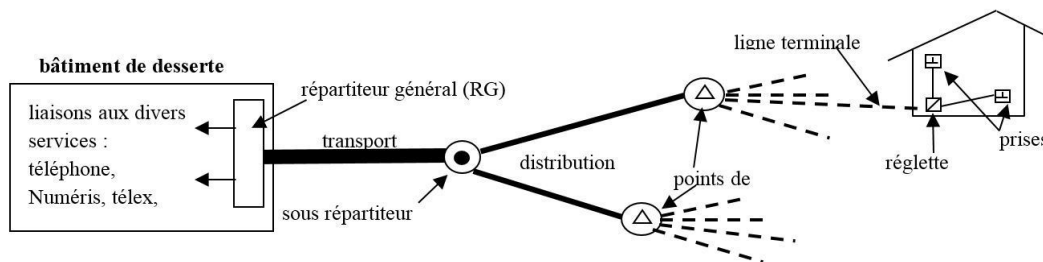


Réseau de télécommunications



Architecture du réseau de télécommunications	10
Procédure pour la réalisation de l'équipement de télécommunication des zones pavillonnaires	11
Réseau de desserte d'une zone pavillonnaire	11
Le sous répartiteur	11
Les bornes pavillonnaires	12
Les câbles en canalisation multitubulaire	12

1. Architecture du réseau de télécommunications



- Le réseau de transport est l'ensemble des câbles multipaires qui relient le commutateur d'abonnés situé dans un bâtiment de desserte, au premier point d'éclatement de ces câbles, appelé sous-répartiteur ;
- Le répartiteur général sert d'interface entre les câbles de transport et les équipements actifs du local de desserte ;
- Le sous-répartiteur ou *SR* regroupe les lignes d'une même zone (5 à 500 abonnés), il est installé soit dans une armoire située sur la voie publique, soit dans une chambre souterraine, soit en immeuble, soit sur poteau ;
- Le réseau de distribution est l'ensemble des câbles multipaires qui relient le sous-répartiteur à des points d'éclatement appelés points de distribution. ;
- Le point de distribution fait la jonction entre le réseau de distribution et les lignes terminales ;
- La ligne terminale comprend le câble individuel de branchement et l'installation intérieure sur laquelle se raccordent les terminaux.

2. Procédure pour la réalisation de l'équipement de télécommunication des zones pavillonnaires

Le maître d'ouvrage prend contact avec le Centre de Construction des Lignes (CCL) de France Télécom pour examiner les conditions de faisabilité (capacité de raccordement disponible sur l'autocommutateur et sur les câbles de transport...);

Une convention est passée entre le maître d'ouvrage et France Télécom pour arrêter les conditions d'études, de réalisation du projet ;

Le maître d'ouvrage ou d'œuvre délégué aux VRD établit un projet de Génie Civil (tubes, chambres) après l'avoir soumis au CCL ;

Le projet est approuvé par le CCL ;

La réalisation des travaux est prise en charge par le maître d'ouvrage ;

Le CCL contrôle et vérifie techniquement les travaux ;

Le câblage du réseau et le raccordement des abonnés sont réalisés par le CCL ou une entreprise agréée par lui.

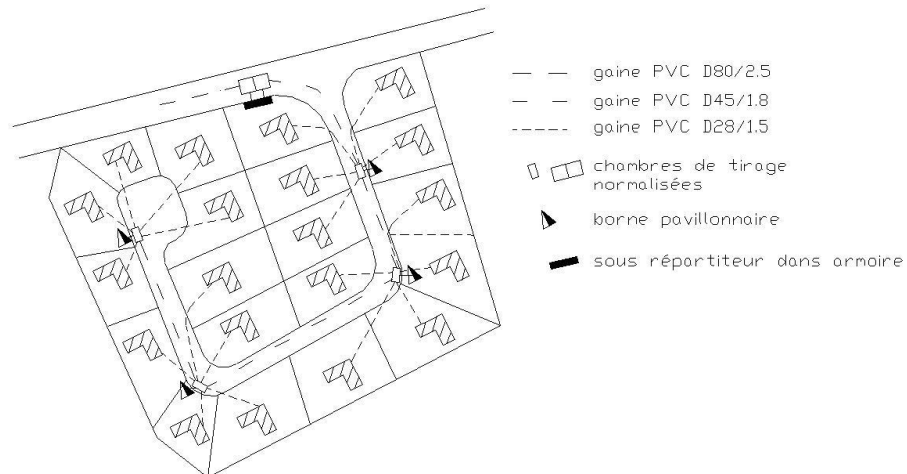
3. Réseau de desserte d'une zone pavillonnaire

Éléments composants ce type de réseau :

- Le répartiteur général le plus souvent est à l'extérieur de l'opération ;
- Les câbles de transport reliant le répartiteur général au sous-répartiteur ;
- Le sous-répartiteur équipé de plusieurs têtes de câbles permettant la répartition des paires en provenance du commutateur (câbles de transport) et des paires en provenance des abonnés (câbles de distribution) ;
- Les câbles du réseau de distribution ;
- Les bornes pavillonnaires regroupant 5 ou 6 lots ;
- Les branchements d'abonnés qui partent de chaque borne pavillonnaire.



Exemple



4. Le sous répartiteur

- Sur la voie publique, il a la forme d'une armoire étanche et fermante à clé; il est posé sur un socle en béton; il doit être implanté dans le domaine public ou collectif à proximité d'une chambre de tirage ;
- En immeuble, il se présente sous forme d'un coffret métallique fermant à clé; il est installé dans un local indépendant.

5. Les bornes pavillonnaires

Elles abritent les points de distribution; elles sont implantées à côté des chambres de tirage ou intégrées dans des infrastructures comme les éléments de clôtures ou les murs techniques.

6. Les câbles en canalisation multitubulaire

Pose en tranchée, elle peut être commune avec d'autres réseaux; il faut 0,80 m de charge (sable et remblai) au-dessus de la canalisation sous chaussée, 0,50 m sous trottoir; un dispositif avertisseur vert (grillage) est nécessaire au minimum 30 cm au-dessus des tubes; les tubes sont posés au-dessus d'un lit de sable de 5 cm; 10 cm de sable les recouvre.

La distance minimum (horizontale ou verticale) avec un autre réseau est de 20 cm.