

PLURI ASSAINISSEMENT

Problématique Proposer un schéma d'assainissement des eaux pluviales	Niveau Module de synthèse et d'intégration des enseignements du BTS deuxième année.
Module Tous les modules techniques.	Durée 3 heures.
Prérequis Ce module transversal est conçu pour être ouvert à tous les élèves quel que soit leur niveau. Dans son principe, tous les élèves avancent à leur rythme, deux niveaux de difficulté seront proposés.	
Capacités Voir la grille en annexe.	Grille d'évaluation Voir en page 2.

DEROULEMENT DE LA PLURI

La pluri met en œuvre des savoirs abordés préalablement en cours. Elle se déroule en quatre étapes, la dernière étant consacrée à la restitution orale.

Première étape (environ 30 à 45 minutes)

À partir du plan d'implantation d'un d'aménagement paysager, l'élève aura à proposer, après analyse, un schéma d'assainissement des eaux pluviales, ainsi que l'étude technique correspondante : type d'assainissement, dispositifs techniques, matériels, végétaux, etc.

Cette étape ne nécessite pas d'être terminée pour passer à l'étape suivante. Les élèves sont invités à ne pas pousser le niveau de détail de leur projet et à en rester à une étude de faisabilité ou d'avant-projet sommaire. Chacun choisit la manière dont il rentre dans l'exercice, selon son niveau de difficulté.

Deuxième étape (30 à 45 minutes)

Le travail consiste à établir une description des modes constructifs et une estimation des coûts pour les différentes thématiques projet (drainage, phytoépuration, réseaux enterrés, réseaux aériens, etc.). L'élève travaillera sur la ou les problématiques de son choix. C'est là qu'intervient le deuxième niveau de difficulté de la pluri. Il aura à sa disposition tous les outils pour préparer l'exercice. Cette deuxième étape donnera lieu à une discussion (temps non déterminé et non inclus) afin de mettre en place des groupes de travail tenant compte des thématiques et des niveaux de difficultés choisis par les élèves.

Troisième étape (60 minutes)

Les élèves établiront une proposition technique chiffrée (devis), et proposent une ou des solutions optimisées (coût, choix technique, redimensionnement, etc.), ce qui permet plusieurs niveaux de difficultés.

Quatrième étape (30 minutes)

Ces propositions font l'objet d'une restitution au groupe, chacun venant présenter son travail, où chaque porte-parole de groupes si le nombre des élèves est nombreux.

GRILLE D’EVALUATION

Proposition d’un Schéma d’assainissement	Première étape : notée sur 3 points
Etablissement d’un devis	Deuxième étape : notée sur 3 points
Echanges	Notés sur 3 points
Optimisation du projet	Troisième étape notée sur 5 points
Restitution orale	Quatrième étape notée sur 2 points
Alternatives techniques	Notée sur 4 points

CAPACITES PROFESSIONNELLES

- 5.2. Prendre en compte les caractéristiques écologiques du site en vue des décisions d'action et de gestion
- 5.3. Mobiliser les instruments réglementaires s'appliquant au site
- 6.1. Produire un document de gestion d’un espace en tenant compte des spécificités du projet et de son contexte
- 6.3. Choisir des végétaux en accord avec le contexte du projet
- 6.5. Assurer la mise en œuvre des techniques de génie civil et de construction paysagère appropriées
- 7.1. Contribuer à la planification des interventions sur les chantiers en lien avec les acteurs du projet
- 8.1. Chiffrer les opérations à engager en vue de l’établissement d’un devis
- 9.1. Effectuer le diagnostic d’un espace à aménager ou à gérer
- 9.4. Traduire par des propositions techniques (plans, esquisses, croquis), une démarche de conception intégrant l’ensemble des choix minéraux et végétaux pour un aménagement simple
- 9.6. Communiquer et justifier la proposition, les choix végétaux et minéraux et le coût estimatif auprès du client

SUJET - PRELIMINAIRES

1. Stratégies à mettre en place

Le calcul théorique de l'évacuation des eaux pluviales comprend de nombreux paramètres. Ces paramètres sont importants pour la compréhension des problématiques, mais ils entraînent des calculs complexes qui peuvent être largement simplifiés. En effet, certains paramètres n'ont pas d'incidence majeure sur le calcul. Dans la pratique, on en conserve 3 :

- C : coefficient de ruissellement
- I : intensité maximale de pluie
- A : superficie du terrain

L'objectif est de calculer le débit de pointe des eaux de pluie à assainir.

2. Rappel des règles de calcul :

- On tient compte d'un avaloir au sol vers le réseau d'assainissement tous les 500 m². C'est le point de collecte des eaux pluviales.
- La profondeur du réseau est de 80 cm au point le plus bas du terrain.
- La pente à respecter est de 1 % au minimum.

Pour le pic de pluviométrie c'est-à-dire le débit de pointe, on utilise la formule dite de Caquot :

$$Q_p = C \times i_m(tc T) \times A \times 1/0.36$$

- Q : est le débit. Q_p est le débit de pointe. C'est la valeur que l'on cherche pour dimensionner l'installation
- C : est le coefficient de ruissellement. C'est la propension d'une surface à faire circuler l'eau et donc à favoriser son évacuation. On la donne en litres par seconde. Le coefficient de ruissellement est souvent compris comme le coefficient d'imperméabilité. Il est en effet couramment entendu comme tel, et, à vrai dire, il se rapporte aussi à l'imperméabilité de la surface. Mais pas seulement. Ce coefficient prend aussi en compte l'évaporation de l'eau, son infiltration, nécessitant de connaître la nature du sol et son niveau de saturation. Sans entrer dans tous ces détails, on se réfère dans la pratique des tables de valeurs pondérées dont voici quelques paramètres.
 - Circulation : le coefficient de ruissellement est de 0,9 l/s
 - Aire de jeux : 0,35 l/s
 - Gazon : 0,1 l/s
- IM : signifie intensité maximale de la pluie
- TC : est le temps de concentration : temps mis par une goutte d'eau de pluie pour aller du point haut au point bas du terrain. Ces valeurs sont fournies en millimètres par heure. On les détermine grâce à un tableau qui répertorie les pics de pluviométrie à 1, 2, 5, 10, 20 ans. Ces valeurs sont propres à chaque région. Paris est en région 1.
- A : est la surface totale du site
- 1/0,36 : est un coefficient variant d'un pays à l'autre.

SUJET D'EXEMPLE

Vous travaillez au service des espaces verts et jardins de la ville de Montreuil. L'ingénieur en chef du service vous donne pour mission d'étudier l'assainissement du parc Jules Guesde, situé à l'angle des rues Jules Guesde et Paul Lafargue. Vous disposez pour cela du plan d'implantation des aires de jeux.

Du fait de sa forte pente, le jardin permet une évacuation rapide et efficace des eaux pluviales vers un exutoire côté Nord. Mais les installations, aires de jeux et circulations, doivent rester praticables même par temps de très fortes précipitations. Ce sont précisément ces zones qui vont faire l'objet d'une installation.

Cependant, les circulations récupèrent l'assainissement aérien des parties végétalisées du jardin. Il faut donc dimensionner correctement les installations en tenant compte des pics de pluviométrie. Les eaux pluviales sont redirigées soit vers la VRD rue Jules Guesde, soit vers un bassin d'agrément végétalisé pour favoriser un assainissement écologique du site.

Proposition : réseau enterré pour l'assainissement des aires de jeux et circulations. Les matériaux synthétiques des aires de jeux ne sont pas drainant et nécessitent que la dalle sur laquelle ils sont installés soit légèrement en pente afin de rediriger les eaux pluviales vers un avaloir. Les eaux pluviales sont ainsi collectées sur chaque aire. Elles sont ensuite redirigées vers un réseau souterrain qui devra être conçu de manière à réduire au maximum le coût de la construction. Je positionnerai donc les avaloirs, puis les relierai de manière optimale. Les collecteurs étant linéaires, les changements de direction feront l'objet d'un regard de maintenance, voire d'un avaloir.

La circulation qui relie transversalement la rue Jules Guesde et la rue Lafarge renvoie les eaux pluviales vers le Nord-Est. On installera à cet emplacement un bassin d'agrément. Néanmoins, vu la longueur de la circulation, soit 40m, il convient de collecter les eaux pluviales vers le réseau souterrain afin de laisser praticable cette circulation quelles que soient les conditions de pluviométrie.

Vous devez proposer une ou plusieurs solutions chiffrées à votre ingénieur en chef. Pour ce faire, vous avez à votre disposition le catalogue batiprix.

GUIDE PEDAGOGIQUE

A. Réalisation de la première étape de la pluri

1. Informations à rechercher : pic de pluviométrie, surface totale du site, surface de chaque zone du site
2. Modalités de dessin du réseau enterré
 - Placer des points de collecte des eaux pluviales à proximité des installations et relier ces points de collecte sur un réseau.
 - Flécher les pentes afin de comprendre comment la forme naturelle du site redirige les eaux pluviales.

3. Réalisation des calculs

Calculons maintenant les surfaces à conserver comme praticable en cas de fortes pluies :

- La surface totale du site = $55\text{m} \times 80\text{m} = 4400\text{m}^2 = 0,44 \text{ ha}$
- La surface des aires de jeux = 580m^2 , coefficient de ruissellement : 0,35
- La surface des circulations = 140m^2 , coefficient de ruissellement : 0,9
- La surface du jardin pédagogique = N. C. (récupération locale des EP)
- La surface de gazon = 3180m^2 , coefficient de ruissellement : 0,1

Cette surface de gazon est très pentue, ce qui permet un écoulement naturel qui ne nécessite pas d'infrastructure complexe. Mais le risque de ravinement est important et nécessite un assainissement par une autre voie, en particulier par des plantations.

1. Calcul de C

- $C = (\text{surface aires de jeux} \times 0.35 + \text{surface circulations} \times 0.9 + \text{surface gazon} \times 0.1) / (\text{surface totale} - \text{surface jardin pédagogique})$
- $C = 580 \times 0.35 + 140 \times 0.9 + 3180 \times 0.1 / 4400 - 500$
- $C = 0,165$

2. Détermination de IM (Tc T) :

- Région 1. À 10 ans = 137

On regarde ici un tableau de valeurs dans lequel on repère le pic le plus élevé qui se répète tous les 10, 5, 2 ou 1 ans. Plus on attend dans le temps, plus on a de chances de pouvoir rencontrer un épisode de pluie important.

3. Calcul de Qp

- $Q_p = 0,165 \times 137 \times 0,44 \times 1/0,36 = 26,6 \text{ l par seconde}$

Le débit de pointe est important au regard de la superficie du site. Il faut à présent dimensionner des collecteurs en fonction des pentes et des débits qui viennent d'être mesurés.

- La pente est de 7 %, soit 0,07 m par mètre
- Le débit est de 26,6 l par seconde soit $0,027 \text{ m}^3$ par seconde
- Cependant, pour faciliter l'évacuation des pics de pluviométrie, on majore de 20 % le débit.

- Débit majoré = 0,033 m³/s

Le collecteur installé est donc, d'après les abaques, < 300 mm. La pente est très forte et il y a de ce fait un risque d'engorgement qui nécessite un diamètre important. 200 mm est une bonne solution.

Le coefficient de Bazin intervient ici. C'est la rugosité, par approximation conceptuelle. En effet, Bazin était un hydraulicien du 19^e siècle qui cherchait la formule générique de l'écoulement des eaux sans pression, liminaires ou turbulentes. Dans son équation, il tient compte de la pente, de la gravité, etc. Toutes sortes de paramètres qui sont susceptibles de varier comme par exemple les dépôts qui peuvent se produire dans les conduits et ralentir le passage de l'eau. Le coefficient de Bazin tient aussi compte de la rugosité. Par extension, le coefficient de Bazin est assimilé à la rugosité.

B. Réalisation de la deuxième étape

Les eaux en surface sont dirigées via un avaloir vers le réseau de collecteurs. Ce réseau doit être dessiné de manière optimale au regard de son coût d'installation. Son positionnement doit se faire à distance de la végétation pour éviter tout risque de détérioration par les racines. On compte 4 m comme distance de réserve. Les collecteurs sont en PEHD annelés afin d'avoir :

- Peu de raccords
- Une forte résistance à l'écrasement local
- Une forte résistance à l'ovalisation
- Une forte résistance aux effets de flexion

Les regards de visite font 40 × 40 × 65 au minimum

Les bouches engouffrement sont le point bas de chaque aire de jeux ou de la circulation

Un blindage des fouilles peut être envisagé comme second niveau de difficulté.

Attention : une partie des eaux pluviales peut être dirigée vers la VRD, à l'angle de la rue Jules Guesde et de la rue Lafargue. Le PLU donne « les débits de fuite », c'est-à-dire les débits maximums autorisés dans le réseau urbain. Le reste est à gérer sur le site. C'est le rôle du bassin.

Préparation du chantier :

- Déterminer une liste des matériels à commander dans un catalogue industriel, en particulier : collecteurs, regards de visite, bouches engouffrement, granulats, géotextiles, etc.
- Déterminer les cubatures de déblais et de remblais relatives aux tranchées comme second niveau de difficulté.

L'objectif n'est pas d'établir un modèle très détaillé du programme technique et de son coût, mais d'en donner les grandes lignes. Chacun travaille selon son niveau.

C. Réalisation de la deuxième étape : alternatives techniques

Le puit d'infiltration paraît être une alternative intéressante. Il évite le raccordement à la VRD qui est toujours très coûteux. La nappe phréatique est vraisemblablement plus d'1,50m de profondeur étant donnée l'altitude du site. Un seul puits d'infiltration suffit largement pour la totalité du jardin.

ANNEXE 1 : PLAN SITE JULES GUESDE

