Communauté d'Urbaine du Grand Toulouse Direction Assainissement

GUIDE DE GESTION

DES EAUX DE PLUIE

ET

DE RUISSELLEMENT



Introduction **3**

Aspect règlementaire : « Les textes de Loi et l'assainissement pluvial » **4**

1. Propriété et écoulement des eaux pluviales : Articles 640, 641 et 681 du Code Civil 4
2. Régime de déclaration et d'autorisation : Article 10 de la Loi sur l'eau. 5
3. Les collectivités et la gestion des eaux : Articles 31 et 35 de la Loi sur l'eau. 5
4. La réglementation sur le Grand Toulouse : 6

Présentation des techniques alternatives **7**

1. Introduction : 7
2. Les techniques alternatives sur le Grand Toulouse : 8

Les techniques alternatives, actrices de la dépollution des eaux pluviales **9**

1. La pollution : 9
2. Paramètres, rejets et quantification de la pollution : 10
3. Les techniques alternatives et la dépollution : 13
4. Les ouvrages de prétraitement des eaux pluviales : 17

Sommaire des fiches techniques **20**

Fiche technique 1 : « Les bassins de rétention » 21
1. Cas général : 21
2. Le bassin sec à ciel ouvert : 23
3. Le bassin en eau : 24
4. Le bassin enterré : 26

Fiche technique 2 : « Le surdimensionnement de réseau » 28

Fiche technique 3 : « Les structures réservoirs » 29
1. Cas général : 29
2. Les structures réservoirs à bases de matériaux naturels, matériaux de stockage non traités : 32
3. Les structures réservoirs à base de matériaux préfabriqués : 33

Fiche technique 4 : « Les tranchées drainantes / infiltrantes » 35

Fiche technique 5 : « Les bassins d'infiltration » 38
1. Cas général : 38
2. Bassin d'infiltration strict : 41
3. Bassin de rétention infiltrant : 42

Fiche technique 6 : « Le puits d'infiltration / d'injection » 43

Fiche technique 7 : « Les noues et fossés » 45
1. Cas général : 45
2. Le fossé : 47
3. La noue : 48

Fiche technique 8 : « Le toit stockant » 50

Produits et matériaux utilisés dans la mise en œuvre de techniques alternatives 52
1. Les Géotextiles : 52
2. Les Géomembranes : 54
3. Les Géosynthétiques Bentonitiques : 57
4. Matériaux de surface : 58
5. Les géogrilles : 58
6. Autres matériaux utilisés pour la protection superficielle des berges et talus : 58
7. Les films de protection : 58
8. Géospaceurs et géodrains : 59
9. Systèmes d'évacuation et de drainage : 59
10. Regards et boîtes de branchement : 60
11. Caniveaux de surface et caniveaux hydrauliques : 60
12. Cloisons : 60
13. Systèmes de régulation et de limitation du débit : 60
14. Surverses de sécurité : 61
15. Systèmes de mise à l'air et clapet de décharge : 61
16. Systèmes anti-racines : 61
17. Ouvrages destinés à recevoir les systèmes de mesure et de contrôle : 61

Engazonnement et Plantations 62
1. Mise en œuvre : 62
2. Aménagement végétal : 62

Conclusion **66**

Annexes **67**

Annexe 1 : Zonage « Aptitude du sol à l'infiltration des eaux pluviales ». 68

Annexe 2 : Schémas de principe des ouvrages alternatifs pluviaux. 69
1. « Les Bassins de rétention. » 69
2. « Le surdimensionnement de réseau. » 75
3. « Les structures réservoirs. » 76
4. « Les Tranchées. » 79
5. « Les bassins d'infiltration. » (enterrés) 80
6. « Les puits d'infiltration. » 81
7. « Les Noues et Fossés. » 83
8. « Les toits stockant. » 86
9. Exemple d'association de techniques alternatives : Noue + tranchée drainante avec bouche d'engouffrement.. 88

Annexe 3 : Schémas de principe d'ouvrages particuliers 89
1. « Tête d'aqueduc sécurisé. » 89

Annexe 4 : Aide au choix d'une technique 90

Annexe 5 : Normes et textes réglementaires 92
1. « Recueil des normes pour la conformité des matériaux » 92
2. Cadre réglementaire et textes législatifs 93

Glossaire **97**

- Abréviations - 97
- Lexique - 98

Bibliographie **100**

INTRODUCTION

Le développement des systèmes d'assainissement et de drainage a débuté à partir de la fin du 19ème siècle suite à la Loi du 10 juillet 1894 sur le « tout-à-l'égout ». La Loi inculquait une philosophie reposant sur *« l'évacuation des eaux de toute nature le plus loin des villes et le plus vite possible »*. Les villes s'équipèrent alors de réseaux unitaires qui, très largement surdimensionnés, assuraient correctement leurs fonctions pendant près d'un demi-siècle.

Mais le développement des villes et de leur périphérie après la seconde guerre mondiale a rendu ces réseaux insuffisants, provoquant des inondations de plus en plus fréquentes et importantes. De même, la détérioration engendrée des milieux récepteurs devint alors des plus préoccupantes.

Pour minimiser ces impacts, le concept de réseau séparatif apparut, basé sur la séparation des eaux pluviales et des eaux usées afin que ces dernières puissent être traitées par des stations d'épuration.

Mais aujourd'hui encore, le bilan n'est pas à la hauteur des espérances. En effet, même si le réseau séparatif a permis d'améliorer la collecte et la qualité de rejet des eaux usées, les eaux pluviales issues du ruissellement sont souvent polluées et rejetées directement dans le milieu récepteur.

De plus, les surfaces imperméabilisées ne cessant de s'étendre, du fait d'une urbanisation toujours plus grandissante, la quantité d'eau de ruissellement générée continue de s'accroître. Ainsi, les risques d'inondations s'amplifiant, dans bien des cas, le coût de l'assainissement pluvial constitue un facteur limitant de l'aménagement urbain et oblige les aménageurs et les collectivités à se tourner vers d'autres stratégies.

Il était donc nécessaire de redéfinir les concepts de l'assainissement pluvial, en remettant en cause certains fondements.

Les enjeux sont de taille :

- assurer la sécurité des individus en les protégeant contre les inondations,
- assurer la continuité du développement urbain sans alourdir les budgets des collectivités, des aménageurs ou des particuliers,
- contribuer à la conservation et à la reconquête des milieux naturels.

Une nouvelle stratégie reposant sur la diversification des solutions et des exutoires est donc envisagée. On diminue ou on régule les apports avant rejet vers le milieu récepteur. Cette action est fondée sur la rétention, la restitution à débit limité et/ou l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement.

Cette stratégie est possible par l'emploi de techniques représentant une alternative aux réseaux classiques. D'où la dénomination de **« techniques alternatives »** ou **« techniques compensatoires »**.

ASPECT REGLEMENTAIRE : « LES TEXTES DE LOI ET L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL »

La réglementation en matière d'eaux pluviales se réfère à deux principaux textes de la législation française.

- le Code Civil qui réglemente, entre autre, les écoulements des eaux de ruissellement,
- la Loi sur l'eau, qui a été intégrée au Code de l'Environnement, introduit la notion de « gestion globale de l'eau » et renforce celle de « respect du milieu naturel ».

Cette réglementation met en évidence la nécessité de recourir aux techniques alternatives afin d'assurer une meilleure gestion de l'assainissement pluvial.

Propriété et écoulement des eaux pluviales : Articles 640, 641 et 681 du Code Civil.

L'article 641 du Code Civil, en déclarant que « *tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur ces fonds* », met en avant un droit de propriété applicable aux eaux pluviales. Le propriétaire peut donc les recueillir et les réutiliser, en toute légalité, pour :

- son propre usage (domestique, agricole ou industriel),
- les vendre,
- les concéder à un voisin (sous réserve de convention).

Cependant, le propriétaire peut décider de laisser s'écouler les eaux pluviales sur son terrain sous certaines conditions :

- L'article 681 du Code Civil interdit à tout propriétaire de faire s'écouler directement sur les terrains avoisinants les eaux de pluie recueillies. Ces eaux doivent être conservées, ou s'écouler sur la voie publique sans qu'elles n'engendrent de gêne. Ce rejet peut être contrôlé par le gestionnaire de la voirie, d'après les articles R34 et R38 du code pénal et le décret du 27 décembre 1958.
- De plus, les articles 640 (alinéa 3) et 641 (alinéa 2) précisent, qu'en aucun cas, le propriétaire n'a le droit d'aggraver l'écoulement naturel des eaux pluviales à destination des fonds inférieurs, sous peine de devoir verser une indemnité à leur propriétaire.
  Ce dernier ne peut s'opposer à recevoir les eaux de ruissellement, cela constitue pour lui une servitude.

Les principes fondamentaux des techniques alternatives, c'est-à-dire la rétention, la régulation et l'infiltration, sont donc tout à fait justifiés et particulièrement adaptés pour respecter la réglementation des écoulements pluviaux fixée par le Code Civil.

Régime de déclaration et d'autorisation : Article 10 de la Loi sur l'eau.

Cet article, qui a été codifié aux articles L 214-1, L 214-2, L 214-3, L 214-4, L 214-5 et L 214-6 du code de l'environnement, concerne la protection de la ressource et de l'environnement.

La Loi sur l'eau stipule à travers son article 10, que des installations, ouvrages, travaux et activités, sont soumis à autorisation ou à simple déclaration, suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Les installations, ouvrages, travaux et activités concernés sont définis dans une nomenclature établie par décret en Conseil d'Etat après avis du Comité National de l'eau.

Plus précisément, seront soumis à l'autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de :

- présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique,
- de nuire au libre écoulement des eaux,
- de réduire la ressource en eau,
- d'accroître notablement le risque d'inondation,
- de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

L'autorisation est accordée après enquête publique et peut être retirée ou modifiée pour différents motifs.

L'emploi des techniques alternatives permet de répondre à certaines obligations réglementaires exigées par le régime de déclaration ou d'autorisation.

Les collectivités et la gestion des eaux : Articles 31 et 35 de la Loi sur l'eau.

La Loi sur l'eau exige des collectivités territoriales qu'elles assurent la sécurité et la salubrité publiques, ainsi que la protection de la ressource et de l'environnement.

A travers ses articles 31 et 35, elle donne les moyens aux collectivités de tout mettre en place pour assurer ces missions.

L'article 35, remplacé aujourd'hui par les articles L2224-8, L2224-10, L2224-11 et L2224-12 du Code Général des Collectivités Territoriales, demande aux communes ou à leurs établissements publics de coopération d'établir, entre autres, un zonage d'assainissement pluvial définissant :

- « les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement » ;
- « les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, le traitement des eaux de pluie et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement ».

L'article 31 de la Loi sur l'eau, qui a été codifié à l'article L211-7 du Code de l'Environnement, habilite les collectivités territoriales à utiliser les articles L151-36 et L151-40 du Code Rural, pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence visant entre autres :

- la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement,
- la défense contre les inondations et contre la mer,
- la lutte contre la pollution,
- la protection et la conservation des eaux superficielles et souterraines,
- la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.

Ces articles 31 et 35 de la Loi sur l'eau nous amènent à la conclusion, par leur contenu, que la mise en place de techniques alternatives par les collectivités territoriales permet de respecter les exigences de la Loi sur l'eau en terme de sécurité publique et de protection de l'environnement.

La réglementation sur le Grand Toulouse :

Toutes les directives et tous les objectifs précités font partie intégrante des S.D.A.G.E. et des S.A.G.E. Ce sont des documents de planification réglementaire instaurés par la Loi sur l'eau définissant la politique d'action des collectivités territoriales.

Le zonage d'assainissement pluvial exigé par la Loi sur l'eau a été adapté à la politique du Grand Toulouse.

Il a conduit à la délimitation du territoire du Grand Toulouse en deux zones :

- une première zone correspondant au périmètre de la commune de Toulouse, où le débit de fuite maximal autorisé correspond au débit généré par un coefficient d'imperméabilisation de 33%,
- une seconde zone correspondant aux autres communes de l'Agglomération du Grand Toulouse où le débit de fuite maximal autorisé correspond au débit généré par un coefficient d'imperméabilisation de 20%.

Toute construction ou opération réalisée sur le territoire du Grand Toulouse doit prévoir la mise en œuvre des solutions techniques permettant de réduire ses rejets d'eaux pluviales à un débit maximum équivalent à 20 % ou 33 % d'imperméabilisation du terrain.

D'une façon générale, seul l'excès de ruissellement est canalisé par le Grand Toulouse après qu'aient été mises en œuvre toutes les solutions susceptibles de favoriser le stockage et l'infiltration des eaux.

Les modalités de raccordement au réseau d'assainissement sont exposées dans l'article 4 du règlement des Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U. ou ancien P.O.S. Plans d'Occupation des Sols).

Les solutions techniques de stockage et/ou d'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement sont les techniques alternatives que nous allons développer dans cet ouvrage.

PRESENTATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Introduction :

Les techniques alternatives sont des ouvrages d'assainissement pluvial qui peuvent prendre différents aspects. Leur fonctionnement repose sur deux principes :

- **la rétention de l'eau de pluie et de ruissellement, pour réguler les débits et étaler les apports à l'aval,**
- **l'infiltration dans le sol, lorsqu'elle s'avère possible, pour réduire les volumes s'écoulant vers l'aval.**

Il existe donc des ouvrages différant suivant leur fonction.

- *Les ouvrages de rétention* : ils stockent temporairement les eaux pluviales avant de les restituer, vers un exutoire, à débit limité grâce à un organe de régulation.
- *Les ouvrages d'infiltration* : leur exutoire est le sol. En effet, ils contiennent les eaux pluviales collectées, pendant qu'elles s'infiltrent directement.
- *Les ouvrages de rétention infiltrants*, alliant les deux fonctionnements décrits ci-dessus. L'évacuation des eaux pluviales se fait en partie vers un exutoire à débit limité, grâce à un organe de régulation, et par infiltration dans le sol.

Ce sont des techniques modulables et complémentaires qui assurent une gestion optimum des eaux de pluie et de ruissellement. Elles peuvent être mises en oeuvre aussi bien dans les zones d'urbanisation nouvelles, que dans les centres-villes anciens ; et surtout de manière autonome lorsque les exutoires sont saturés ou éloignés. Elles permettent, à moindre coût ou à coût équivalent mais avec une protection supérieure, d'urbaniser des zones pour lesquelles l'évacuation des eaux pluviales serait difficile techniquement ou financièrement par les moyens traditionnels. Elles permettent une urbanisation progressive, en plusieurs phases. Mais surtout, elles présentent souvent des opportunités de valorisation de l'investissement pluvial grâce à :

- l'alimentation de la nappe,
- la réutilisation des eaux collectées,
- la création d'espaces verts, d'aires de jeu, de détente,
- et peuvent être le support d'autres fonctions comme les parkings ou la circulation.

Les techniques alternatives sur le Grand Toulouse :

En dehors du choix de recourir aux techniques alternatives pour assurer la gestion des eaux de pluie et de ruissellement lors d'un aménagement, l'obligation réglementaire (vue précédemment) est venue conforter et affirmer leur nécessité.

En relation avec la Loi sur l'eau, le Grand Toulouse a établi une limitation des débits de rejet en eaux pluviales en fonction d'un coefficient de ruissellement fixé suivant les communes.

Les techniques alternatives sont nombreuses et variées. La liste suivante n'est pas exhaustive mais elle regroupe les techniques autorisées et préconisées sur le Grand Toulouse :

- les *bassins de rétention* secs à ciel ouvert, en eau ou enterrés,
- les *réseaux surdimensionnés*,
- les *structures réservoirs*,
- les *tranchées drainantes*,
- les *bassins d'infiltration* stricts ou de rétention infiltrants,
- les *puits d'infiltration*,
- les *fossés* et les *noues*,
- les *toits stockants*.

Par ailleurs, le Grand Toulouse a mené une étude globale afin de donner des indications sur la capacité d'infiltration des sols sur son territoire. Une carte permettant un découpage du territoire en 3 zones distinctes a pu être élaborée (cf. annexe 1 p.67) :

- zone favorable à l'infiltration,
- zone dite « variable » où la capacité n'est pas clairement définie (facteurs limitants importants),
- zone défavorable à l'infiltration.

Ce «zonage» est donné à titre indicatif et ne peut permettre à lui seul le dimensionnement des ouvrages d'infiltration.

Au cours d'une étude préliminaire ou de définition, on oriente, en fonction de l'aptitude du sol à l'infiltration, le choix sur une technique d'infiltration, de rétention ou alliant les deux fonctionnements. Par la suite, dans le cas d'une solution infiltrant les eaux collectées, une étude hydrogéologique **doit** être réalisée afin de permettre un dimensionnement précis et rigoureux de l'ouvrage.

NOTA : Ce guide technique aborde les solutions alternatives pluviales mises en œuvre sur le territoire du Grand Toulouse. Les ouvrages de régulation n'y sont pas énoncés en détail. Ils feront l'objet d'une étude particulière.

LES TECHNIQUES ALTERNATIVES, ACTRICES DE LA DEPOLLUTION DES EAUX PLUVIALES

L'urbanisation galopante, accompagnée de l'important développement économique et industriel, induit des préoccupations nouvelles, méconnues, mais toujours grandissantes.

La gestion des eaux de pluie et de ruissellement en fait partie dans sa globalité ; que se soit sur un plan quantitatif, ou sur un plan qualitatif.

Ce dernier aspect, encore sous-estimé, est cependant déjà abordé lors de la mise en œuvre de techniques alternatives. Ce « traitement » qualitatif, souvent réalisé sans le savoir, peut être assuré ou renforcé par un aménagement soigné et réfléchi lors de la conception.

Lors de l'événement pluvieux, après avoir transité dans l'air et s'être chargées des polluants en présence, on parle de pollution atmosphérique, puis après avoir ruisselé sur diverses surfaces (fixation de la pollution déposée au sol), les eaux collectées se sont chargées de polluants aussi divers que variés.

Ce chapitre a pour but :

- de présenter les éléments constituants cette pollution,
- de montrer quels sont les divers mécanismes de cette pollution,
- de préciser les rejets autorisés,
- de montrer comment et par quels mécanismes, l'utilisation des techniques alternatives permet de réaliser une dépollution efficace.

La pollution :

1.1. La pollution atmosphérique :

Cette pollution est une conséquence des diverses activités humaines comme les industries, le chauffage ou encore les échappements des moteurs à combustion.

Les pollutions impactant les eaux de pluie sont principalement de deux catégories :

- pollution particulaire,
- pollution induite par des gaz.

Ainsi, lors de leur chute, les gouttes de pluie traversant l'atmosphère fixent les diverses particules présentent en suspension. Ces particules pouvant provenir d'activités humaines (poussières industrielles, fumées,…) ou d'origines naturelles (sables, poussières, pollen,…).

A ce phénomène s'ajoute l'accumulation, la concentration d'éléments dans l'eau de pluie (comme les métaux, …) lors de la chute des gouttes de pluie, au contact des gaz émis dans notre atmosphère.

Cependant, il faut tout de même relativiser la pollution atmosphérique (en dehors d'un accident industriel), et bien remarquer que l'impact du ruissellement est beaucoup plus significatif.

1.2. La pollution par ruissellement :

Après dispersion dans l'atmosphère (production industrielle, dépôts de gaz d'échappement, sels, poussières,…), certains polluants retombent et s'accumulent sur le sol par dépôt direct, ou lors d'événements pluvieux de faibles intensités.

Même si l'eau de pluie peut être légèrement « polluée » lors de son passage dans l'atmosphère, le ruissellement va entraîner la concentration d'une pollution accumulée sur les diverses surfaces.

Sur le sol naturel ou végétalisé :

- débris végétaux,
- déjections d'animaux,
- engrais,
- pesticides,
- particules de terre.

Sur les sols imperméabilisés (voiries, parkings, trottoirs) :

- hydrocarbures,
- dépôts d'échappements,
- déjections d'animaux,
- produits d'usure de la chaussée,
- résidus de travaux,
- poussières,
- déchets urbains (mégots, papiers,…),
- sels et sables de déverglaçage.

Sur les toitures :

- feuilles,
- déjections d'oiseaux,
- poussières,
- mousses,
- particules de zinc des chéneaux et des gouttières.

Chaque surface possède un seuil de mouillage qui lui est caractéristique.
Lorsque la quantité d'eau de pluie tombée dépasse ce seuil, le ruissellement commence, provoquant alors l'entraînement de divers polluants.

Le processus d'entraînement des ces polluants lors du ruissellement est plus ou moins important en fonction de divers paramètres caractéristiques :

- de la pluie comme :
  - son intensité,
  - sa progressivité,
  - sa durée, …
- du polluant comme :
  - sa granulométrie,
  - sa nature, …
- de la surface comme :
  - son aptitude au ruissellement (coefficient de ruissellement)
  - la pente du sol,….

Paramètres, rejets et quantification de la pollution :

2.1. Définition des paramètres permettant de qualifier et de quantifier une pollution :

La pollution des eaux pluviales est qualifiée et quantifiée principalement par :

- les matières en suspension (M.E.S.),
- la demande biologique et chimique en oxygène ($D.B.O._5$ et D.C.O.),
- le taux d'hydrocarbures (H.c.),
- le taux de métaux (M.x.).

2.1.1. ***Matières en suspension :***

Ce sont toutes les matières non solubles en suspension dans l'eau. La principale caractéristique physique de ces particules est leur aptitude (fonction de leur poids et de leur dimension) à se déposer sur le fond d'un bassin, d'un cours d'eau ou de n'importe quel ouvrage. Ce phénomène, appelé « décantation », peut entraîner sur le long terme, des modifications de l'écoulement (débit capable, volume utile,…).

Ces M.E.S. représentent la majeure partie de la pollution des eaux de pluie et de ruissellement.

2.1.2. ***Demande biologique en oxygène :***

Ce paramètre est un indicateur de la quantité de matière organique dégradable par les microorganismes (biodégradable) présente dans l'eau. C'est la quantité d'oxygène dissous consommé dans l'eau par les microorganismes, pour dégrader par voie biologique la matière organique.

Plus la pollution va être importante en matière organique et plus la quantité d'oxygène dissous consommé pour les dégrader sera grande. Ceci peut entraîner une telle baisse du taux d'oxygène présent dans l'eau qu'elle peut provoquer le dépérissement, voire la mort, de la faune et de la flore aquatique (notamment des poissons).

De plus, un fort taux de matière organique va entraîner une eutrophisation du milieu et une prolifération d'algues (bloom algal) et de végétaux, provoquant la dégradation du milieu suivant différents modes biologiques (désoxygénation, mort de poissons, nuisances olfactives,…).

2.1.3. ***Demande chimique en oxygène :***

La D.C.O. est un indicateur de la quantité totale de matière organique présente dans l'eau. Il s'agit de la quantité d'oxygène dissous consommé par voie chimique pour oxyder l'ensemble des matières oxydables présentes dans un effluent. C'est-à-dire, la matière organique biodégradable ($D.B.O._5$) ainsi que les sels minéraux oxydables peu biodégradables et donc non assimilables directement par les microorganismes.

2.1.4. ***Taux d'hydrocarbures :***

Il s'agit de la quantité d'hydrocarbure présente par litre d'eau.

Ils sont connus pour être de redoutables polluants, nocifs pour le milieu naturel et ses écosystèmes. Ces polluants (essence, pétrole, mazout, huiles,…) résultent de l'activité humaine.

2.1.5. ***Taux de métaux :***

Il s'agit de la quantité de métaux présente par litre d'eau. Il s'exprime en mg/L. La concentration exprimée est propre à chacun des métaux étudiés.

Les métaux lourds sont tous les métaux dont la masse volumique est supérieure à 5 g/cm^3, lors des mesures on ne considère que le plomb, le mercure, le cuivre ou le zinc qui sont les plus nocifs.

Remarques :

1. Il est important de noter que tous ces paramètres de pollution ont un lien direct avec les M.E.S. qui leurs servent de « support », comme nous le montre le Tableau 1 ci-après :

Tableau 1 : Part de la pollution fixée sur les particules en % de la pollution totale particulaire et solide d'après [Bahoc A.,Mouchel J.M. et al., 1992] (étude menée sur trois sites).

D.B.O.5	D.C.O.	N.T.K.	H.c.	Pb.
83 à 92 %	83 à 95 %	48 à 82 %	82 à 99%	95 à 99 %

Ainsi l'abattement du taux de M.E.S. peut induire une diminution considérable de la pollution des eaux de pluie et de ruissellement.

2. Il est également important de préciser que les différents paramètres présentés ne sont pas des substances polluantes proprement dites mais quantifient des substances polluantes.

Pour les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.) les principaux polluants ont été inventoriés lors de la commission européenne du 17 juillet 2000, on parle d'inventaire communautaire des pollutions. De plus, la Directive Cadre Européenne 2000/60/CE les a classés en deux catégories, les substances prioritaires et les substances dangereuses.

2.2. Présentation des différents rejets et de leurs effets sur le milieu :

Pour bien comprendre les enjeux de la dépollution, il faut connaître les effets des différents rejets sur le milieu récepteur.

Tableau 2 : Les différents rejets et leurs effets.

Rejets	Effets	Caractérisation
Matières organiques	Désoxygénation, mortalité piscicole, odeurs,...	D.C.O. et $D.B.O._5$
Solides	Colmatage des fonds, dépôts de boue, turbidité, …	M.E.S.
Toxiques	Mortalité, effets à long terme.	Pollution accidentelle
Germes pathogènes et virus	Problème pour baignade, …	Pollution accidentelle
Nutriments	Eutrophisation, consommation d'oxygène.	$D.C.O.$ et $D.B.O._5$
Flottants	Visuel.	M.E.S.

2.3. Rejets autorisés :

Il n'y a pas de réglementation unique en ce qui concerne les limites de rejets de polluants.

En effet, elles ne sont pas déterminées de la même façon pour les Zones d'Aménagement Concerté (Z.A.C.) ou pour les I.C.P.E.

Pour les I.C.P.E., les limites de rejets de polluants ont été fixées par la Directive Cadre sur l'eau et figurent dans le Code de l'Environnement.

Les limites de rejets ne sont pas les mêmes pour toutes les Z.A.C. Elles sont fixées par arrêté préfectoral suivant les résultats d'une étude menée sur l'état initial du site et sur les incidences des activités sur le milieu naturel.

Par exemple pour la Z.A.C. d'Andromède les normes de rejet sont prescrites par l'article 4 de l'arrêté préfectoral du 3 octobre 2002.

Elles sont consignées dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 3 : Rejets de polluants autorisés pour la Z.A.C. d'Andromède par l'arrêté préfectoral du 3 octobre 2002.

Paramètres	Unités	Valeur
Conductivité	µS/cm	1500
PH		7,5
Oxygène dissous	mg/L	5
M.E.S.	mg/L	30
D.C.O.	mg/L	40
$D.B.O._5$	mg/L	10
NH_4	mg/L	2
Plomb	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	5
Hydrocarbures	mg/L	10

NB : NH_4 représente les composés azotés.

Il est important de noter que, que ce soit pour les Z.A.C. ou les I.C.P.E., les limites de rejets fixées correspondent à des objectifs qualités à atteindre, qui sont déterminés par l'Agence de l'eau et la M.I.S.E.,à partir des prescriptions du S.D.A.G.E.

2.4. Quantification de la pollution des eaux pluviales :

Des campagnes de mesures réalisées pour le compte des services de l'état (D.D.A.F., D.I.R.E.N.,…) ont permis de quantifier les principaux éléments polluants contenus dans les eaux de pluie et de ruissellement collectées sur des surfaces imperméabilisées de lotissement, parking ou Z.A.C., et de zone urbaine dense ou Z.A.C. de forte densité.

Les résultats sont reportés dans le tableau 4 ci-après :

Tableau 4 : Masses de polluants rejetés par an dans les eaux de ruissellement en **kg/ha de surface imperméabilisée**.

Paramètres de pollution	Rejets pluviaux Lotissement-Parking-ZAC	Rejets pluviaux Zone urbaine dense ZAC de forte densité
MES	660	1000
D.C.O.	630	820
$D.B.O._5$	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Plomb	1	1,3

Résultats d'analyse provenant du document « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement » d'octobre 2004 élaboré par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1er juillet 2004.

En connaissant la hauteur annuelle moyenne de précipitation de la région et la surface imperméabilisée, on peut remonter aux concentrations en polluants rejetés et les comparer aux rejets autorisés.

Pour la Z.A.C. d'Andromède par exemple, prenons une hauteur annuelle moyenne de précipitation de 500 millimètres et une surface imperméabilisée de 1 hectare.

On obtient un volume annuel d'eaux pluviales rejetées de 0,5 x 10000 = 5000 m^3.
Si l'on considère que l'on se trouve en lotissement, la concentration en MES rejetées sera :
660 / 5000 = 0,132 Kg/m^3 soit 132 mg/L.

Or le rejet de M.E.S. autorisé pour cette Z.A.C. est de 30 mg/L. On peut donc constater que l'on rejette plus de 4 fois trop de M.E.S. dans le milieu récepteur.

Il est donc nécessaire de dépolluer ces eaux pluviales avant de les rejeter, et nous allons voir comment les techniques alternatives permettent d'effectuer cette dépollution.

Les techniques alternatives et la dépollution :

3.1. Les mécanismes de dépollution intervenant dans les techniques alternatives :

L'étude des techniques alternatives et le retour d'expérience ont montré qu'elles pouvaient constituer de très bons ouvrages de dépollution suivant leur fonction et leurs caractéristiques.

On retrouve deux grands mécanismes de traitement des pollutions inhérentes à ces solutions :

- la décantation,
- la filtration.

De plus, des expériences ont démontré que certaines plantes (mises en œuvre pour l'intégration paysagère de l'ouvrage) pouvaient avoir un grand pouvoir dépolluant, c'est la phyto-remédiation, apportant un moyen de dépollution supplémentaire.

3.1.1. ***La décantation :***

Sur Terre, tout corps est soumis à une force dirigée verticalement et vers le bas : son propre poids. C'est un phénomène naturel régit par la Loi de la pesanteur.

Dans un bassin de rétention, sous l'effet de leur poids les particules contenues dans l'eau ont une tendance naturelle à se déposer sur le sol selon une certaine vitesse appelée vitesse de sédimentation (formant au final ce qu'on appelle des boues de décantation).

Dans ce même bassin, l'eau en transit s'écoule selon une vitesse donnée (fonction du débit et de la morphologie du bassin).

Si la vitesse d'écoulement est trop importante par rapport à la vitesse de sédimentation (ou si la hauteur d'eau dans le bassin est trop conséquente), la particule n'aura pas le temps de décanter et sera emmenée vers l'exutoire.

Pour que la décantation soit optimale, on cherche lors de la conception de l'ouvrage à :

- réduire la vitesse d'écoulement (une augmentation de la section d'écoulement diminue la vitesse),
- diminuer la hauteur de chute des particules (bassin peu profond),
- augmenter le temps de séjour dans le bassin (longueur plus importante).

En sortie de bassin, l'eau est moins chargée en particules et donc en polluants. La qualité des eaux rejetées pourra être compatible avec le milieu naturel, et pourra permettre un rejet direct sans qu'il ne produise d'impact sur le milieu récepteur.

3.1.2. ***La filtration :***

C'est un phénomène bien connu et utilisé par ailleurs. L'effluent passe à travers un « filtre » qui piége les particules. Ce « filtre » peut être un lit de sable, un filtre papier ou encore un tamis.

Il est important de préciser que dans les techniques alternatives on ne trouve pas de tels filtres mais différents matériaux et/ou structures jouant le même rôle.

On peut trouver :

- des systèmes dégrilleurs qui retiennent les très grosses particules, les « flottants »,
- des couches de matériaux drainants (roulés 20/40, concassées 40/80, graviers, …) qui retiennent les petites particules,
- le sol qui constitue un très bon filtre dans les techniques d'infiltration (retient les très petites particules).

La pollution particulaire est donc stoppée, et s'accumule lors du passage de l'eau à travers ces pseudo filtres. Par la suite on parlera plutôt de « filtration » par interception.

Il faut savoir que les particules sont retenues lors de la filtration selon plusieurs modes d'actions :

- par tamisage (effet passoire) ;
- par sédimentation (dépend du poids de la particule) ;
- par interception directe (dépend du diamètre de la particule) ;
- par diffusion (mouvement aléatoire de la particule dans un fluide, appelé mouvement Brownien et dépendant de la température).

La complémentarité de ces modes d'action fait de la « filtration » par interception une très bonne technique de dépollution permettant de traiter des particules très petites.

3.1.3. ***La phyto-remédiation ou la dépollution par les plantes :***

L'intégration paysagère de l'ouvrage fait partie de la réflexion menée lors de l'aménagement d'un site. Un choix se porte sur diverses essences d'arbres ou types de végétaux. Afin de le guider en prenant en compte des paramètres autres que le seul aspect paysager, nous évoquons dans ce chapitre l'action de dépollution que peut effectuer certaines espèces.

On peut distinguer trois principaux modes d'action :

La phyto-extraction : les polluants (essentiellement les métaux lourds dans notre cas) contenus dans les dépôts formés par décantation ou interception par « filtration », accumulés dans les couches superficielles du sol sont absorbés par les racines, puis amenés et accumulés dans les parties récoltables de la plante (tiges, feuilles,…). On parle de plantes hyper accumulatrices.

La phyto-dégradation : c'est une biodégradation des composés organiques et des hydrocarbures, réalisée par la plante elle-même et par les microorganismes se développant sur ses tiges souterraines (les rhizomes) et ses racines.

La phyto-filtration ou *rhizo-filtration* : les métaux lourds contenus dans l'eau sont absorbés et concentrés dans les racines, vivantes ou mortes, immergées.

La phyto-remédiation permet d'éliminer des polluants difficiles à traiter comme les métaux lourds, les hydrocarbures et les composés organiques.

N.B : Les végétaux les mieux adaptés à cette dépollution sont des plantes aquatiques (macrophytes hydrophytes et hélophytes) tels que les roseaux, les joncs, les massettes, les nénuphars,….

3.2. Les différentes techniques alternatives et leurs mécanismes de dépollution :

La dépollution des eaux pluviales se fait par différents mécanismes complémentaires. L'intégration de la dépollution des eaux pluviales n'est pas un concept effacé dans les méthodes déjà employées. Selon les techniques alternatives utilisées, ces mécanismes interviennent déjà séparément ou simultanément (Cf. tableau 5.). Leur intégration dans les futurs aménagements ne nécessite qu'une réflexion et un travail soigné menés en amont.

Tableau 5 : Techniques alternatives et mécanismes de dépollution.

Techniques alternatives	Décantation	Interception "Filtration"	Phyto-remédiation
Bassins de rétention en eau à ciel ouvert	oui	▪ si système dégrilleur en amont	possible [2]
Bassins de rétention secs à ciel ouvert	oui [1]	▪ si couche drainante ▪ si système dégrilleur en amont	possible [2]
Bassins de rétention enterrés	oui [1]	▪ si structures réservoirs ▪ si système dégrilleur en amont	non
Bassins d'infiltration à ciel ouvert	oui [1]	▪ le sol ▪ si système dégrilleur en amont	possible [2]
Puits d'infiltration	oui	▪ panier dégrilleur ▪ dans la couche latérale de concassés ▪ dans le sol	non
Tranchées infiltrantes	oui	▪ si couche drainante ▪ dans le sol ▪ si système dégrilleur en amont	possible [2]
Tranchées drainantes	oui	▪ dans la couche drainante ▪ si système dégrilleur en amont	possible [2]
Fossés et noues	oui	▪ dans le sol si infiltration ▪ si couche drainante	possible [2]
Toits stockants	oui	▪ si système dégrilleur	non
Structures réservoirs	oui	▪ la structure ▪ si système dégrilleur en amont	non
Surdimensionnement de réseaux	oui	▪ si système dégrilleur en amont	non

[1] : la décantation effective lors de la mise en charge (remplissage).
[2] : possible si l'ouvrage a été aménagé d'arbres, d'arbustes ou de plantes.

3.3. Performances des mécanismes :

3.3.1. *La décantation :*

C'est un mécanisme de traitement qui a déjà fait ses preuves aussi bien dans le traitement de l'eau potable que dans celui des eaux usées. Il est utilisé dans pratiquement toutes les unités de traitement d'eau.

Pour illustrer ses performances, le tableau 6 regroupe les rendements de dépollution observés pour une décantation de quelques heures en bassin de rétention.

Tableau 6 : Rendements de dépollution pour une décantation en bassin de rétention.

Paramètres de pollution	M.E.S.	D.C.O.	D.B.O.5	N.T.K.	H.c. totaux	Pb
Rendements de dépollution	83 à 90 %	70 à 90 %	75 à 91 %	44 à 69 %	> 88 %	65 à 81 %

Résultats d'analyse provenant du document « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement » d'octobre 2004 élaboré par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1er juillet 2004.

NB : Les rendements minimums correspondent à une décantation de 3 heures et ceux maximums à une décantation d'au moins 10 heures.

On constate que la décantation est un procédé de dépollution très efficace sur tous les paramètres.

Reprenons l'exemple de la Z.A.C. d'Andromède, cité au paragraphe *2.4 Quantification de la pollution des eaux pluviales.*

Soit une précipitation moyenne annuelle provocant un rejet non autorisé de 132 mg/L de M.E.S. L'utilisation d'un bassin de rétention, dimensionné pour effectuer une décantation de 3 heures, permettrait d'abaisser cette pollution à 22,4 mg/L. Le rejet autorisé étant de 30 mg/L, le bassin de rétention permet de dépolluer ces eaux pluviales pour obtenir un rejet autorisé.

Par ailleurs, il sera judicieux d'utiliser la décantation et non un séparateur pour traiter les hydrocarbures en zone urbaine car (hormis pour des zones « à risques » ou de distribution de carburant) la majeure partie d'entre eux ne surnage pas mais se colle aux particules en suspension.

3.3.2. *La filtration :*

La filtration est un très bon procédé de traitement capable d'intercepter de très petites particules suivant le filtre utilisé.

3.3.3. *La phyto-remédiation :*

On ne peut pas aisément quantifier les rendements de dépollution obtenus par ce traitement.

Cependant, nous savons que la dépollution naturelle par les plantes se fait depuis toujours et de nos jours elle est de plus en plus adaptée aux unités de traitement d'eau et d'air.

Au niveau des techniques alternatives, la phyto-remédiation permet d'éviter une accumulation de polluants sur et dans le sol, qui garde sa composition et sa structure.

Ce traitement permet notamment d'éliminer les métaux lourds et la matière organique, ce qui est assez difficile par d'autres méthodes.

Les ouvrages de prétraitement des eaux pluviales :

4.1. Introduction

Le caractère pollué des eaux de pluie, suite au ruissellement sur les surfaces imperméabilisées, peut conduire à l'utilisation d'ouvrages de dépollution spécialisés dénommés ouvrages de prétraitement.

Il est important de rappeler qu'en majorité, les techniques alternatives peuvent grâce à une mise en œuvre adéquate, être actrices de cette « dépollution » en décantant les M.E.S., en « filtrant » l'effluent ou par phyto-remédiation. Ainsi, le recours aux ouvrages de prétraitement n'interviendra que dans les cas où il s'avère nécessaire (pollution avérée importante, ou risque lié à l'activité, …).

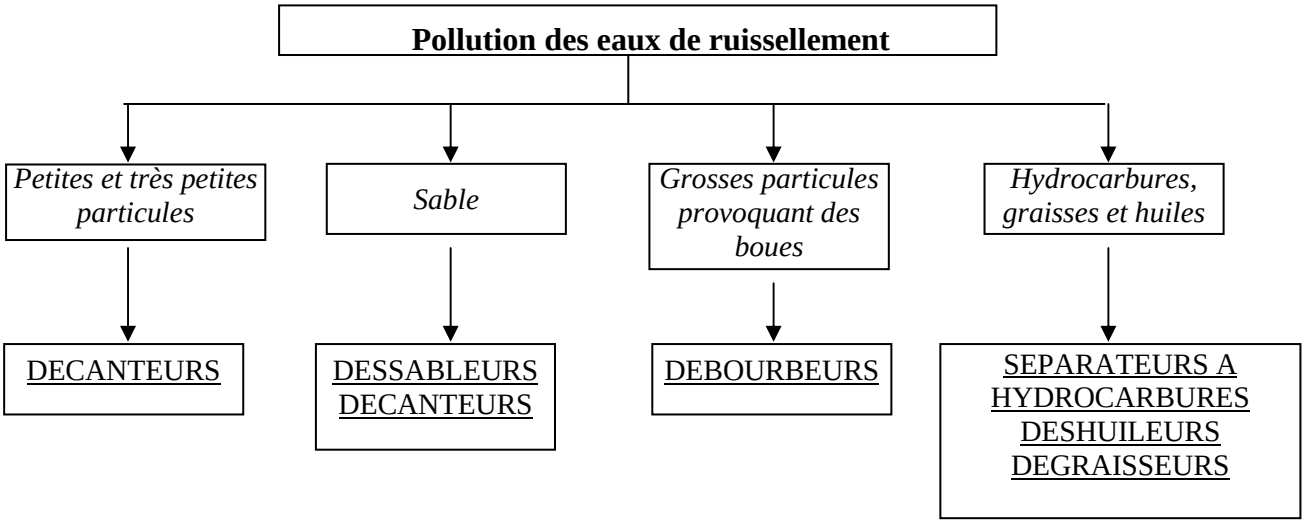
Comme il est précisé dans la partie « *II.A.Définition des paramètres permettant de qualifier et de quantifier une pollution* », la majeure partie des polluants se fixent sur les matières en suspension. C'est pourquoi des ouvrages de prétraitement sont essentiellement destinés à piéger ces M.E.S., grâce à des ouvrages spécifiques (fonction du type de pollution rencontrée) tels que les **décanteurs**, les **dessableurs** et les **débourbeurs**.

Ainsi, sur des aires potentiellement riches en hydrocarbures « libres » (non fixés sur des M.E.S.), comme des aires de distribution de carburant, il sera nécessaire de recourir à un **séparateur à hydrocarbures**.

On pourra également rencontrer des ouvrages destinés à retenir les graisses et les huiles d'origine organique, il s'agit des **séparateurs à graisses** appelés aussi **dégraisseurs** ou **déshuileurs**.

4.2. Le prétraitement des eaux de ruissellement

A chaque type de pollution correspond un ouvrage spécifique permettant d'en assurer le traitement.



4.3. Les ouvrages de prétraitement

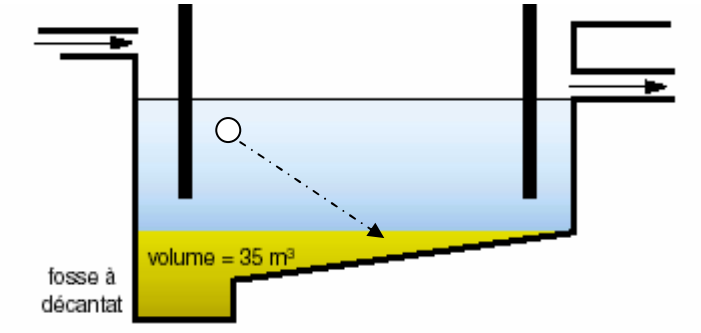
4.3.1. *Réglementation :*

Ces ouvrages doivent être conformes à la norme française XP P 16-441.
Cette norme permet de certifier :

- les performances de rejet,
- la sécurité fonctionnelle,
- la sécurité d'utilisation,
- la résistance mécanique et la stabilité des appareils,
- la fiabilité de la construction.

4.3.2. ***Le décanteur :***

Schéma de principe d'un décanteur : la particule décante et se dépose au fond du décanteur.



C'est un ouvrage de décantation et de rétention des matières en suspension contenues dans les eaux de ruissellement. Ces particules sont accumulées au fond de l'ouvrage, formant ainsi des boues de décantation que l'on doit extraire et traiter régulièrement.

Un décanteur est caractérisé par :

- la vitesse de passage de l'effluent dans l'ouvrage ou charge hydraulique superficielle (C.H.S.), ou encore appelée vitesse de décantation (le plus souvent elle est < 10 m/h),
- le temps de séjour des particules dans l'ouvrage qui est conditionné par la vitesse de passage,
- sa surface de décantation,
- une conception maîtrisée sur le plan hydraulique.

La charge hydraulique superficielle et la longueur du décanteur vont définir le temps de séjour des particules au sein du décanteur. Si ce temps de séjour est supérieur au temps de décantation des particules contenues dans les eaux de ruissellement, elles seront alors retenues dans le décanteur.

C'est donc la vitesse de passage de l'effluent (dimensionnement hydraulique) et la surface de base du décanteur (dimensionnement de la largeur et de la longueur) qui vont définir son efficacité (ou le rendement de dépollution).

On peut distinguer deux types de décanteurs :

- les décanteurs verticaux, pouvant traiter jusqu'à 45 litres d'effluent par seconde,
- les décanteurs horizontaux, utilisés pour traiter des débits supérieurs à 45 l/s.

Il existe différents modes d'action chez les décanteurs.

La décantation peut se faire :

- dans le sens d'écoulement, c'est la décantation à co-courant ;
- en sens inverse à l'écoulement, on parle alors de décantation à contre-courant.

De plus, l'intérieur d'un décanteur peut être équipé de canaux de passage à large section (décanteur lamellaire) fonctionnant à co-courant et permettant de réduire la surface au sol du décanteur et d'augmenter son efficacité.

Il est important de remarquer que les décanteurs lamellaires permettent également d'assurer la flottation des gouttelettes d'hydrocarbures légers par coalescence.

Le décanteur est le système de prétraitement le plus efficace et le plus répandu, il est utilisé pour dépolluer les eaux de ruissellement et protéger du colmatage les ouvrages d'infiltration et de rétention. Un décanteur bien dimensionné permettra de capter des particules de très petites tailles, il pourra donc être utilisé dans toutes les situations.

4.3.3. *Le dessableur :*

C'est une chambre de rétention des sables de granulométrie importante (>200 µm) caractérisée par une vitesse de décantation de l'ordre de 60 m/h.

On peut citer par exemple le dessableur à assiettes, utilisé dans le cadre des techniques alternatives. Les décanteurs permettent notamment de protéger les bassins d'infiltration ou de stockage, du colmatage lié aux grosses particules véhiculées sur les surfaces étanches.

Le dessableur peut donc être assimilé à un décanteur pour grosses particules. Il pourra être utilisé sur des sites où l'on trouvera beaucoup de sable ou de graviers, comme les sites de production, les gros chantiers.

4.3.4. *Le débourbeur :*

C'est une chambre de rétention des matières solides facilement décantables. Elle est caractérisée par son volume total en eau, ainsi que par son volume de stockage des boues (au minimum de deux tiers du volume total en eau). Cet ouvrage n'est pas caractérisé par la notion de vitesse de décantation.

Il permet de retenir de très grosses particules sous forme libres ou sous forme de boues et ce pour des grandes charges hydrauliques superficielles.

Il faudra tout de même s'assurer que la vitesse de passage de l'effluent dans l'ouvrage n'est pas trop importante, afin d'éviter le relargage des particules les plus petites.

Il est à noter que cet ouvrage est souvent associé avec un séparateur à hydrocarbures.

Le débourbeur est donc un ouvrage de décantation pour des boues, il pourra être utilisé sur les sites où l'on trouve de la terre ou d'autres particules susceptibles de former des boues, comme sur des aires de lavage.

4.3.5. *Le séparateur à hydrocarbures :*

C'est une chambre de séparation et de rétention des hydrocarbures libres, caractérisée par le volume maximal de liquide pouvant être retenu sans débordement et après obturation. Il existe des modèles lamellaires caractérisés par leur coefficient de séparation (C.S.).

Le séparateur n'est efficace que si les hydrocarbures sont libres et donc abondants. Il doit donc être utilisé sur des sites de traitement des hydrocarbures comme les aires ou postes de distribution de carburants, les aires de lavage, les dépôts pétroliers ou encore les zones d'avitaillement des aéroports.

4.3.6. *Le dégraisseur et le déshuileur :*

Il s'agit de chambres de séparation et de rétention des graisses ou des huiles ayant les mêmes caractéristiques que les séparateurs à hydrocarbures.

Pour être efficaces, ces ouvrages doivent également être utilisés sur des sites où ces liquides légers se trouvent abondamment, comme les ateliers ou les garages.

4.4. Conclusion :

Il existe différents ouvrages de prétraitement des eaux de ruissellement spécifiques au type de pollution rencontrée. Chacun d'entre eux permet une dépollution efficace de ces eaux et assure la protection des ouvrages d'infiltration ou de rétention, ainsi que du milieu vers lequel elles sont renvoyées.

Ainsi, les particules fines doivent être retenues par des décanteurs, les sables et les grosses particules par des dessableurs, les boues par des débourbeurs et enfin, les liquides légers (hydrocarbures, graisses et huiles) par des séparateurs spécifiques.

Ces ouvrages seront d'autant plus efficaces qu'ils seront utilisés dans leur domaine d'application spécifique.

Il faudra donc choisir l'ouvrage de prétraitement en fonction de la pollution du site à traiter.

SOMMAIRE DES FICHES TECHNIQUES

Fiche technique 1 : « Les bassins de rétention. » 21

Fiche technique 2 : « Le surdimensionnement de réseau. » 28

Fiche technique 3 : « Les structures réservoirs. » 29

Fiche technique 4 : « Les tranchées drainantes / infiltrante. » 35

Fiche technique 5 : « Les bassins d'infiltration. » 38

Fiche technique 6 : « Le puits d'infiltration / d'injection. » 43

Fiche technique 7 : « Les noues et fossés. » 45

Fiche technique 8 : « Le toit stockant. » 50

Produits et matériaux utilisés dans la mise en œuvre de techniques alternatives. 52

Engazonnement et Plantation. 62

Fiche technique 1 : « Les bassins de rétention »

Cas général :

1.1. Présentation :

Nous présentons dans cette fiche les bassins de rétention stricts. Par conséquent, leur dimensionnement se fera sans prendre en compte une éventuelle infiltration des eaux collectées.

Ils sont destinés à contenir le surplus d'eaux de pluie et de ruissellement généré par l'urbanisation ou l'aménagement d'un site en fonction d'un débit d'évacuation régulé vers un exutoire ; exutoire pouvant être le réseau public, le milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration. Ils ont un rôle d'étalement, d'écrêtement des eaux pluviales.

Ils sont principalement constitués par trois parties : un ouvrage d'alimentation, une zone de stockage et un ouvrage de régulation (garantissant le débit de fuite).

1.2. Avantages :

- ✓ Bonne intégration paysagère possible.
- ✓ Réduction des débits de pointe à l'exutoire.
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules.
- ✓ Conception accompagnée d'une méthode normalisée de dimensionnement définie par l'instruction technique de 1977.
- ✓ Bon retour d'expérience facilitant la conception et l'exploitation.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Les bassins de rétention peuvent avoir une importante emprise foncière.
- ✓ La fréquence d'entretien va varier selon le type de bassin, selon sa capacité et la qualité des eaux pluviales retenues.
- ✓ Dépôts de boues de décantation qu'il faut évacuer lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Cependant, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles.
- ✓ Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues dans le bassin et de la présence ou non d'un système de « dégrillage » en amont.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Les bassins de rétention sont des ouvrages surtout adaptés aux milieux peri-urbain ou rural compte tenu de la surface foncière nécessaire. Afin de réduire l'impact financier que cela représente, on cherchera à lui conférer une utilisation plurifonctionnelle (aire de jeu, de détente, …).

Durant la phase de conception, on s'assurera que les paramètres suivant soient respectés :

- la vidange des eaux du bassin de rétention, doit être effectuée dans un laps de temps « respectable » pour que le bassin puisse être fonctionnel lors d'évènements pluvieux successifs, pour des raisons de sécurité des riverains et de salubrité (durée de vidange après l'orage < 6h maximum),
- afin d'assurer la sécurité des riverains, si cela s'avère nécessaire suivant la morphologie (pente des talus ou profondeur du bassin trop importante) et l'implantation du bassin, des solutions devront être mises en œuvre (clôtures, prévention, information sur le fonctionnement…),
- dès la mise en œuvre de l'ouvrage, l'accès permettant son entretien doit être fonctionnel.

Leur réalisation est très bien maîtrisée, mais doit faire l'objet d'une attention particulière quant aux aménagements nécessaires au bon fonctionnement de l'ouvrage.

La mise en œuvre d'ouvrages spécifiques au sein même ou en tête du bassin permettra d'éviter tous types de nuisances et de faciliter l'entretien. Un suivi sérieux et régulier en sera la garantie.

Même si l'ouvrage de stockage peut prendre diverses formes, lors de sa conception, sa morphologie ainsi que ses équipements (regard d'accès, rampe d'accès,…) doivent être pensés et prévus afin de faciliter l'exploitation et l'entretien du bassin.

Le mode d'alimentation du bassin va définir sa position et donner des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation.

- Alimentation par déversement : Cf. Annexe 2 P 68. Le bassin est le point bas de l'opération. Il faut donc vérifier l'altimétrie de raccordement, la correspondance entre le fil d'eau de l'exutoire et le milieu récepteur (réseau public, milieu hydraulique superficiel,…).
- Alimentation par mise en charge et débordement : Cf. Annexe 2 P 69 – P 70. Le bassin est un vase d'expansion du réseau pluvial. La profondeur du bassin n'est pas fonction du fil d'eau du réseau, mais du volume utile nécessaire et du point de collecte des eaux pluviales le plus bas.
  Afin d'empêcher tout débordement non désiré on s'assure (dans un cas comme dans l'autre) que le niveau des plus hautes eaux (niveau de surverse) atteint dans le bassin est inférieur au point de collecte des eaux de pluie et de ruissellement le plus bas (au niveau du terrain).
- Alimentation par ruissellement directement des surfaces vers le bassin. Ce mode de fonctionnement ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins. Il permet de limiter, voire de supprimer le réseau pluvial classique.

1.5. Conception : (Schémas de principe annexe 2.I p.68 à 70)

1.5.1. *Collecte des eaux et alimentation :*

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation du bassin sont réalisées par :

- des canalisations,
- un système de « dégrillage », de pièges à flottants,
- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- des bouches d'injection,
- un aménagement, un accompagnement des eaux afin d'éviter toute érosion prématurée (pour une alimentation par déversement, aménagement jusqu'au fil d'eau du bassin).

1.5.2. *Structure du bassin :*

- mise en place d'un géotextile et/ou une géomembrane en fonction de la destination du bassin et du type d'eau retenue (possibilité de contamination, zone à « risques »),
- pente des talus le plus faible possible (facilite l'entretien),
- pour des pentes de talus importantes, privilégier le profil emboîté (marches d'escalier),
- stabilisation des talus par végétalisation ou autre méthode (géogrilles, dispositifs anti-batillage, enrochements, tunage, rondins, …),
- rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique (passage suffisant et étudié en fonction du bassin et du type d'engin assurant l'entretien),
- systèmes de mise à l'air et clapet de décharge.

1.5.3. *Evacuation et « ré-essuyage » des eaux :*

L'évacuation de la totalité des eaux collectées est assurée par la mise en œuvre de :

- système de drainage des eaux stockées au point bas (« ré-essuyage ») par noue, caniveau, cunette ou drain d'évacuation pour assurer l'absence d'eau stagnante après vidange,
- faible pente en fond de bassin afin de rassembler les eaux vers le système de drainage.

N.B. : pour des ouvrages destinés à être rétrocédés (intégrés dans le domaine public) on garantie le ré-essuyage des eaux par un ouvrage type caniveau, caniveau à grille, ….

1.5.4. ***Exutoire :***

L'exutoire est composé :

- d'une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- d'un organe ou orifice de régulation,
- d'une surverse de sécurité.

1.5.5. ***Revêtements et aménagement du fond et des berges:***

L'aménagement du bassin peut être réalisé en végétalisant l'ouvrage ou par divers matériaux :

Végétaux : (cf. chapitre engazonnement et plantation).

- gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme,…),
- arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité,
- végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus).

Matériaux :

- béton,
- enrobé,
- géotextile,
- géomembrane imperméable,
- dalles bétonnées.

Le bassin sec à ciel ouvert :

2.1. Présentation :

Un bassin sec à ciel ouvert est situé au niveau du terrain naturel et se vidange complètement suite à l'épisode pluvieux. Le volume de stockage disponible est égal au volume utile du bassin.

On en distingue deux principaux types :

➢ Bassin sec planté ou enherbé :

- Le fond, à très faible pente, est habituellement constitué d'une prairie, d'un espace planté ou engazonné. L'intégration paysagère est donc le principal axe de valorisation.
- L'aménagement des berges et talus diffère selon la pente et la profondeur du bassin :
  - bassin ayant des talus de faible pente (<20-30%) ou à faible profondeur : (entre 30 et 50 cm de hauteur d'eau au point le plus profond).
    Aucun aménagement particulier n'est à prévoir en dehors de ceux imposés par les éventuelles activités développées en son sein. On pourra intégrer l'aspect plurifonctionnel du bassin et l'ouvrir au public.
  - bassin ayant des talus pentus (>30%) ou une profondeur conséquente :
    Le tout étant d'en assurer le maintien et la stabilité, il pourra être conseillé de réaliser les talus selon un profil emboîté (en marches d'escalier). Ils peuvent être, selon les cas, juste engazonnés, plantés d'arbres, arbustes ou de végétaux (ayant un système racinaire compatible : pivotant, fasciculé ou charnu), ou renforcés de matériaux stabilisants, dalles de béton-gazon ….

➢ Bassin sec revêtu :

- l'étanchéité du fond, des berges et talus est assurée par géomembrane, béton, enrobé, ….
  Ainsi, tout risque de contamination du sol par une pollution éventuelle est évité. Dans certains cas, cela peut éviter les contraintes d'entretien de la végétation (mais lui confère l'entretien d'un ouvrage de génie civil).

- Il est beaucoup moins esthétique (intégration paysagère très difficile, attention à l'aspect « bâche noire ») mais peut également trouver une valorisation plurifonctionnelle pour des fonds béton ou en enrobé (pistes de skate ou de roller, parkings de surface, cours d'école,…).

N.B. : il est possible d'assurer l'étanchéité du bassin tout en le végétalisant (grâce à l'utilisation de géomembrane ou de système équivalent recouvert d'une couche de terre végétale).

2.2. Avantages :

- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules.
- ✓ Conservation d'espaces verts en zone urbaine.
- ✓ De part leur aspect plurifonctionnel les bassins secs ont une bonne intégration paysagère.
    - Bassin sec engazonné : espaces verts, aire de détente, terrains de jeux,….
    - Bassin sec revêtu : espaces de jeu, parkings de surface,….
- ✓ Entretien simple, tonte si c'est un bassin engazonné, balayage s'il s'agit d'un bassin revêtu, … .
- ✓ Sensibilisation du public par visualisation directe du problème du traitement des eaux pluviales.

2.3. Inconvénients :

- ✓ Importante emprise foncière la plupart du temps.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.

2.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Un travail poussé permettant d'assurer une intégration paysagère complète du bassin doit être pensé et inclus comme axe majeur de réflexion de l'aménagement ; intégration qui permettra de transformer l'ouvrage hydraulique en ***un élément à part entière*** de l'opération. Pour cela, on cherche à lui donner une valeur paysagère tout en lui conférant (lorsque cela s'avère possible) de multiples autres usages (zone de détente, aire de jeu, …).

Pour permettre la mise en œuvre d'un bassin plurifonctionnel et l'ouvrir au public, on assure :

- la mise en sécurité des personnes,
- une bonne information des riverains ou des usagers sur son fonctionnement,
- une signalétique adéquate,
- la mise en sécurité des équipements constitutifs de l'ouvrage.

L'alimentation en eau durant l'épisode pluvieux peut se faire :

- par ruissellement direct,
- par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau),
- par mise en charge et débordement du réseau. Evitant des apports d'eau de pluie et de ruissellement lors des pluies de faibles intensités.

Si le volume disponible au sein de l'ouvrage est supérieur au volume utile à stocker, le surplus peut être réutilisé (arrosage, réutilisations diverses,…).

Le bassin en eau :

3.1. Présentation : (Schémas de principe annexe 2.I p.71)

C'est un plan d'eau permanent dans lequel sont déversées les eaux de pluie et de ruissellement collectées au cours de l'épisode pluvieux. Le volume utile de rétention est le volume engendré par le marnage (variation du niveau).

Leur taille varie en fonction de leur utilité (usage plurifonctionnel) et du volume de rétention nécessaire. Elle peut varier de la petite mare en fond de jardin jusqu'au lac accueillant des activités nautiques. Leur dimension conditionnera le type d'utilisation et d'exploitation.

Quelque que soit leur taille, ils abriteront toujours un « écosystème » aquatique dont l'équilibre dépendra des variations de volume et de qualité dues aux apports pluviaux.

Les bassins en eau sont le plus souvent utilisés comme des plans d'eau permanents et paysagers susceptibles d'accueillir des activités variées en fonction de leur dimension :

- activités de loisir s'ils sont de grandes tailles (pêche, canotage, promenade,…),
- aspect paysager s'ils sont de petites tailles.

Pour améliorer l'aspect paysager et garantir la stabilité des berges du bassin, il est recommandé de réaliser des berges végétalisées selon un profil emboîté (Cf. chapitre engazonnement et plantation p61).

3.2. Avantages :

- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules.
- ✓ Très bonne intégration paysagère.
- ✓ Possibilité de recréer un écosystème.
- ✓ L'aménagement d'un plan d'eau déjà existant ne demande que peut d'investissement.
- ✓ Possibilité de conserver la totalité des eaux pluviales collectées.
- ✓ Possibilité de réutiliser les eaux de pluie.

3.3. Inconvénients :

- ✓ Importante emprise foncière la plupart du temps.
- ✓ Contraintes strictes sur la qualité des eaux collectées d'où la nécessité d'avoir un réseau séparatif strict, de mettre en œuvre un système dégrilleur en amont, voire un ouvrage de prétraitement.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Assurer une gestion appropriée afin de prévenir l'eutrophisation du bassin (suppression des aérateurs), la prolifération de moustiques, de grenouilles,….

3.4. Conditions et domaine d'utilisation :

La réglementation concernant les bassins de rétention en eau ouverts aux activités nautiques est celle dédiée aux activités physiques et sportives : Loi nationale AVIS du 6 juillet 2000, « Loi relative à la promotion et à l'organisation des activités physiques et sportives ». Elle réglemente l'encadrement des activités autorisées sur le site (article 43). Chaque commune autorise par arrêté préfectoral la pratique d'une activité sur le site.

Pour le cas des bassins en eau du Grand Toulouse, la Fédération Française de Pêche vérifie la qualité des eaux et informe la Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse.

Dans le cas de résultats d'analyse non conformes, la Communauté d'Agglomération contacte un laboratoire d'analyse et informe le Maire afin d'interdire les activités nautiques.

L'alimentation en eau durant l'épisode pluvieux peut se faire :

- o par ruissellement direct,
- o par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau),
- o par mise en charge et débordement du réseau. Evitant des apports d'eau de pluie et de ruissellement lors des pluies de faibles intensités.

Comme il a été indiqué ci-dessus (inconvénients de cette technique), la conception ainsi que la qualité des eaux rejetées conditionneront l'état du bassin ainsi que la fréquence de son entretien.

Des conditions favorables permettront :

- d'éviter des nuisances visuelles (déchets flottants suite à l'événement pluvieux),
- de faire s'accumuler le moins possible de boues de décantation,

- d'éviter une eutrophisation rapide avec l'apparition d'algues néfastes,
- d'éviter l'apparition de nuisances olfactives,
- de développer un écosystème, permettant de limiter la prolifération de moustiques, grenouilles, …

Ainsi, le maintien d'une hauteur minimale d'eau (de 1m à 1.5m) doit être garanti afin de limiter ou d'éviter le phénomène d'eutrophisation. Lorsque cela s'avère possible, on préfère une mise en contact avec les eaux de nappe, permettant une circulation, un renouvellement des eaux présentes dans le bassin, limitant ainsi les facteurs pénalisants et offrant une meilleure qualité.

Une étude hydrogéologique accompagnée d'un suivi de nappe permettent de déterminer le niveau bas grâce à l'analyse de ses fluctuations. Ce niveau est fixé par le niveau dit de « basses eaux ».

Si l'étude révèle un sol favorable à l'infiltration, le bassin mis en œuvre sera considéré comme un bassin d'infiltration ou un bassin de rétention infiltrant (cf. fiche technique 5).

Un bassin en eau peut également être conçu en étanchéifiant le fond (utilisation d'une géomembrane, coulage de béton, …). Cependant cette solution n'est généralement utilisée que pour des bassins de taille peu importante.

Le niveau des eaux variant durant l'épisode pluvieux, la mise en sécurité des personnes est un axe majeur de la conception de cet ouvrage. Afin d'ouvrir l'ouvrage au public, il faut assurer :

- la mise en sécurité des personnes (conformément à la réglementation en vigueur s'il s'agit d'un plan d'eau ouvert aux activités nautiques),
- une bonne information des riverains ou des usagés sur son fonctionnement,
- une signalétique adéquate,
- la mise en sécurité des équipements constitutifs de l'ouvrage.

Le bassin enterré :

4.1. Présentation :

Ce sont des ouvrages de stockage (génie civil) souterrains, que l'on peut enterrer sous des espaces verts, des voiries ou encore des parkings. Ils se vidangent complètement suite à l'épisode pluvieux.

Le plus souvent, pour les gros volumes, on préfère mettre en œuvre de structures réservoirs (cf. fiche technique 3). Les structures réservoirs peuvent être assimilées, sur le principe de fonctionnement, à un bassin de rétention enterré. La différence étant essentiellement axée sur le remplissage de la structure (matériaux constitutifs), le volume utile et l'entretien de l'intérieur de l'ouvrage.

Le bassin enterré est plus généralement utilisé chez le particulier (ouvrage préfabriqué) pour les petits volumes (rétention des eaux de pluie et de ruissellement à la parcelle). Dans ce cas, deux types de bassins peuvent être mis en œuvre :

- bassin dont le volume disponible correspond au volume utile,
- bassin dont le volume disponible correspond au volume utile + volume pour réutilisation (valorisation de l'investissement, amortissement).

4.2. Avantages :

- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation des particules.
- ✓ Ils sont enterrés et donc discrets.
- ✓ La surface au sol reste disponible et permet d'autres usages (parking, voirie, espace vert,…).
- ✓ Mise en œuvre des bassins individuels aisée (éléments souvent préfabriqués).
- ✓ Si l'ouvrage d'alimentation permet de retenir les flottants, le fait qu'il soit enterré permet d'éviter des désagréments visuels récurrents et donc de restreindre son entretien.
- ✓ Possibilité de réutilisation des eaux si le volume disponible du bassin est supérieur au volume de rétention utile.

4.3. Inconvénients :

- ✓ Réalisation plus coûteuse que celle d'un bassin en surface de même capacité. Le coût du foncier peut dans certains cas compenser cette différence.
- ✓ Etude avant réalisation rigoureuse avec notamment la prise en compte de la nature du sol en présence afin de déterminer le niveau haut de la nappe (réalisation d'une dalle béton en conséquence).
- ✓ Ouvrage très technique, difficile à réaliser (pour les ouvrages de forte capacité).
- ✓ Faible valeur ajoutée à l'aménagement de l'opération (pas d'intégration paysagère).
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Risques pour la sécurité du personnel d'exploitation (risque de formation de poches de gaz).
- ✓ Difficultés d'accessibilité et donc d'entretien (curage et nettoyage).

4.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Cette technique peut être conseillée s'il y a un manque de terrain disponible ou que le coût du foncier le justifie (centre ville par exemple). Mais également et surtout pour les particuliers avec un stockage à la parcelle. Sa mise en œuvre peut permettre au propriétaire, grâce à une gestion rigoureuse et dans le cas d'un volume disponible supérieur au volume de rétention demandé, de réutiliser les eaux de pluie à des fins privées (arrosage,…).

L'alimentation ne peut se faire par ruissellement direct, elle ne peut se faire que :

- o par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau),
- o par mise en charge et débordement du réseau. Evitant des apports d'eau de pluie et de ruissellement lors des pluies de faibles intensités.

Il est indispensable d'équiper ce type de bassins de systèmes de mise à l'air.

Dans le cas où des équipements électromécaniques de contrôle hydraulique sont mis en œuvre, ils doivent supporter une atmosphère défavorable (humidité, dégagement H_2S, atmosphère corrosive,…). Leur accessibilité souvent difficile rend compliqué leur suivi et leur entretien.

L'ouvrage est préférentiellement conçu sous forme de caissons ou en le cloisonnant. La géométrie ainsi que les modes d'alimentation et de vidange du bassin vont définir des zones de décantation et des zones d'érosion privilégiées. C'est pourquoi l'étude de définition doit être fine et rigoureuse. Cf. Annexe 2 p 72 et 73.

Fiche technique 2 : « Le surdimensionnement de réseau »

1.1. Présentation :

Cette solution technique simple est l'une des plus utilisées de part sa mise en œuvre (pose d'un réseau pluvial de gros diamètre) et de l'absence d'investissement sur l'intégration paysagère.

Le principe repose sur le volume de stockage généré par le surdimensionnement de la canalisation d'eau pluviale en amont immédiat de l'ouvrage de régulation. Le volume utile de stockage est la différence entre le volume total de la canalisation surdimensionnée et le volume nécessaire à l'écoulement des eaux collectées sans régulation.

1.2. Avantages :

- ✓ Réduction des débits de pointe à l'exutoire.
- ✓ Emprise foncière très faible.
- ✓ Implantation possible sous voiries, parkings, espaces verts,….
- ✓ Conception et réalisation aisées, connues (pose d'un réseau pluvial).
- ✓ Entretien classique des canalisations d'eaux pluviales (manuel, curage, hydrocurage,…).
- ✓ Pas de contraintes particulières pour les riverains.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Solution pouvant s'avérer coûteuse.
- ✓ Solution tributaire de l'encombrement des sols.
- ✓ Volume de stockage relativement limité.
- ✓ Altimétrie de raccordement peut être difficile suivant le site.
- ✓ Investissement non valorisable (pas de plurifonctionnalité, pas d'intégration paysagère,…).
- ✓ Aspect dépollution inexistant.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Cette technique est essentiellement destinée au milieu urbain. Elle est le plus souvent utilisée pour des opérations dans lesquelles on retrouve un grand linéaire de réseau ainsi qu'une forte densité.

Elle peut également être mise en œuvre chez le particulier pour de petits volumes.

Le volume total de la canalisation ne représente pas le volume de stockage utile puisqu'il faut tenir compte du volume d'écoulement de l'épisode pluvial. Le stockage permis est donc dans certains cas restreint.

Le re-dimensionnement d'un réseau existant implique des travaux conséquents (dépose et pose du réseau) et nécessite donc un budget assez élevé. Cette solution sera moins coûteuse si on l'intègre dans un plan d'aménagement d'un nouveau réseau.

Cette technique peut être utilisée en complément d'autres (infiltration ou rétention), lorsque l'emprise ou le coût de l'opération le nécessite. Ainsi, elle peut permettre, entre autre, de libérer un volume de rétention avant mise en charge du réseau et débordement dans un bassin ; ou constituer un volume de rétention entre deux puits d'infiltration par exemple.

1.5. Conception : (Schéma de principe annexe 2.II p.74)

La mise en œuvre de cette solution technique doit être conforme à la pose d'un réseau pluvial classique (Bulletin Officiel Fascicule 70).

On peut noter que lors de la pose du réseau surdimensionné, il faut respecter une pente minimale de 2mm/m pour assurer un bon écoulement des eaux.

Fiche technique 3 : « Les structures réservoirs »

Cas général :

1.1. Présentation :

Une structure réservoir est assimilable à un bassin de rétention enterré rempli de matériaux poreux. Elle est caractérisée par :

- le coefficient de vide définissant leur capacité de stockage des eaux,
- la résistance à la compression définissant leur solidité et domaine d'utilisation.

Nous avons distingué deux grandes familles en fonction des matériaux les constituant :

- les matériaux naturels,
- les matériaux préfabriqués.

Leur fonctionnement est simple. L'eau est stockée dans le volume vide des matériaux. Le mode d'évacuation des eaux diffère selon le type de structure et la nature du sol.

Elles peuvent être évacuées :

- à débit régulé, par un drain vers un exutoire classique (réseau public, milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration),
- par infiltration directe si le sol présente des horizons géologiques favorables.

Ainsi, on distingue différents modes de vidange définissant leur fonction :

- en rétention seule : la structure ne fait que de la rétention, l'évacuation se fait à débit régulé vers un exutoire.
- en infiltration seule : la structure est l'exutoire du réseau pluvial, les eaux de pluie et de ruissellement collectées sont infiltrées.
- en rétention et infiltration couplée : Infiltration + évacuation à débit régulé vers un exutoire. Une partie du volume des eaux de pluie et de ruissellement est infiltrée (réduisant la dimension de la structure réservoir) et l'autre est retournée à l'exutoire selon un débit de fuite.

Nota : le fonctionnement étant similaire à celui des bassins de rétention et d'infiltration, pour leurs caractéristiques se reporter aux fiches techniques 1 et 5.

1.2. Avantages :

- ✓ Réduction des débits de pointe vers les exutoires.
- ✓ Réduction des volumes écoulés vers les exutoires si infiltration.
- ✓ Faible emprise foncière.
- ✓ Ouvrages enterrés donc discrets.
- ✓ La surface au sol reste disponible (Implantation possible sous des voiries, des parkings,…).
- ✓ Conception relativement facile (dépendant du type de structure).
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation et « filtration » par interception des particules au travers de la structure (dépendant du type de structure).
- ✓ Si l'ouvrage d'alimentation permet de retenir les flottants, une structure enterrée permet d'éviter l'encombrement par des feuilles, des branches, des papiers, et donc de restreindre son entretien.
- ✓ Réalimentation des nappes phréatiques (si infiltration).

1.3. Inconvénients :

- ✓ Colmatage de la structure.
- ✓ Dépôt de boues de décantation qu'il faut évacuer lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Cependant, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles.
- ✓ Entretien difficile car souvent l'accès à l'intérieur de la structure n'est pas aisé, voire impossible suivant le type de structure.
- ✓ Intervention sous la chaussée difficile sans détruire la structure (dans le cas d'une structure sous chaussée).
- ✓ Conception souvent coûteuse (surtout pour les modèles « préfabriqués »).
- ✓ Solution tributaire de l'encombrement des sols.
- ✓ Pour les structures réservoirs infiltrantes risque de pollution de la nappe.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Difficilement applicable pour des terrains naturels à forte pente.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Une attention particulière est portée durant la phase de conception.

- On étudie les caractéristiques des matériaux poreux constituant la structure, leur résistance à la compression, pour vérifier qu'ils soient bien adaptés à l'environnement de l'ouvrage.
- On prévoit des solutions facilitant l'entretien. (Cf. partie E. Conception ci-après).

Dans le cas d'un fonctionnement par infiltration, une étude hydrogéologique est réalisée afin de s'assurer de la présence d'horizons géologiques favorables.

On vérifie grâce aux résultats de l'étude :

- que la perméabilité du sol permette l'infiltration des eaux collectées dans un laps de temps « respectable » (durée d'infiltration après orage < 6h) ;
- que la nature des couches géologiques du sol permette l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement générées par deux épisodes pluvieux décennaux se succédant en l'espace de 24h ;
- que la nature des couches géologiques du sol et l'environnement immédiat (habitation, sous sol, terrains pentus,…) soit compatible avec l'infiltration (effondrements, glissements de terrain, création de « nappe » perchée provoquant l'inondation des sous sols,…).

N.B. : Une étude sur les possibilités de pollution de nappe devra être menée pour les zones « à risques ». En cas de risques majeurs, il est conseillé d'avoir une distance minimale de 1 mètre entre le fond de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux afin de « filtrer » les eaux grâce au sol en présence. Si cela s'avère nécessaire, des systèmes de traitement adéquats (décanteur, déshuileur, débourbeur,…) seront mis en œuvre avant infiltration des eaux collectées.

Etant un ouvrage souterrain, l'intégration au projet peut prendre différentes formes. Elle peut se faire sous forme d'espaces verts (zones de détente, aires de jeu,…), de voies d'accès pour les piétons (promenades, trottoirs), de voies d'accès pour les véhicules (des parkings,…).

L'alimentation de la structure peut se faire par ruissellement direct en utilisant des bouches d'injection ou bien par mise en charge grâce à un drain.

La réalisation des structures réservoirs est relativement bien maîtrisée, mais doit faire l'objet de toutes les attentions car tout défaut entraîne des interventions lourdes, difficiles à réaliser.

1.5. Conception : (Schémas de principe annexe 2.III p.75)

1.5.1. *Collecte des eaux :*

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation de la structure sont réalisées par :

- dalles,
- bouches à grille ou avaloirs,
- bouches d'injection,
- canalisations,
- caniveaux,
- systèmes de « dégrillage », de pièges à flottants, de pièges à particules fines,
- regards de répartition, regards visitables ou permettant l'entretien (tringlage, curage, …).

1.5.2. *Revêtement de surface :*

Il peut être constitué de :

- couche de surface étanche (dalles,…), les revêtements poreux type béton poreux sont prohibés,
- galets,
- gazon,
- couche de sable sous le premier revêtement (assure une filtration des eaux collectées).

1.5.3. *Structure réservoir, couche de stockage :*

Elle est composée par des :

- systèmes de mise à l'air ou évents,

a. Matériaux naturels (porosité aux alentours de 30%) :

- roulé, concassé, galets de porosité supérieure à 30%,
- système de drainage ramifié (arrêtes de poisson, …) : drain P.V.C. CR8,
  - diamètre minimum du drain principal D=300mm,
  - diamètre minimum des drains de répartition D=200mm.
- regards permettant l'entretien (tringlage, curage,…) à chaque connexion, intersection ou extrémité sur le réseau de drain,
- le positionnement du drain dans la structure est fonction de son action :
  - rétention : le drain est placé en fond de structure (elle se remplie par mise en charge).
  - infiltration : il est placé en haut de structure, l'eau ruisselle avant infiltration dans le sol.
- cloisons éventuelles si la pente du terrain est trop importante.

b. Matériaux préfabriqués porosité variable et fonction du modèle :

- les structures alvéolaires,
- les structures en nid d'abeilles,
- les structures en casier,
- les « nouilles » béton, ….

La structure est mise en œuvre selon un mode opératoire définit par le fournisseur.

1.5.4. *Interface structure/sol :*

- mise en place d'un géotextile et/ou une géomembrane en fonction de la destination de la structure et du type d'eau retenue (possibilité de contamination, zone à « risques »),
- système anti-racines.

1.5.5. *Interface structure/exutoire (cas de rétention) :*

L'exutoire est composé :

- d'un regard visitable ou permettant l'entretien (tringlage, curage,…),
- d'un drain d'évacuation,
- d'une surverse de sécurité,
- d'un organe ou orifice de régulation.

Les structures réservoirs à bases de matériaux naturels, matériaux de stockage non traités :

2.1. Présentation :

Ce sont des matériaux non liés poreux, généralement constitués de gravillons et appelés le plus souvent graves non traitées poreuses.

Les matériaux naturels utilisés pour combler les structures réservoirs peuvent être :

- des massifs de galets ou de graviers,
- du roulé,
- du concassé,
- de la grave,…

On peut noter que le sable ne peut pas être utilisé comme matériaux de stockage dans les structures réservoirs. Il peut servir de support pour les drains, les géotextiles, les géomembranes ou les matériaux préfabriqués.

Ces différents matériaux sont définis par leur composition et leurs caractéristiques mécaniques qui vont déterminer leur utilisation, ainsi que par leurs caractéristiques hydrauliques qui vont définir leur capacité de stockage.

2.2. Avantages :

- ✓ Les matériaux naturels jouent le rôle de filtre dans la dépollution des eaux pluviales.
- ✓ Ils permettent l'infiltration des eaux retenues.

2.3. Inconvénients :

- ✓ Ces matériaux peuvent se colmater plus ou moins vite suivant leur granulométrie, la qualité des eaux stockées et la mise en œuvre de système de dégrillage en amont.
- ✓ Le volume utile obtenu en utilisant ces matériaux n'est pas très important compte tenu de leur coefficient de vide (de l'ordre de 30%). D'où une emprise au sol et un encombrement du sous-sol importants.

2.4. Conditions et domaine d'utilisation :

2.4.1. *Caractéristiques des matériaux naturels utilisés dans les structures réservoirs :*

a. Composition et caractéristiques mécaniques (granulométrie) :

- ✓ Diamètre minimum des granulats : 10 à 20 mm (d > 10 à 20 mm).
- ✓ Diamètre maximum des granulats : 100 mm (D < 100 mm).
- ✓ Rapport D/d le plus grand possible pour assurer une bonne stabilité (D/d > 3).

Les matériaux doivent vérifier :

- la norme NF P 18-540 pour les caractéristiques intrinsèques, c'est-à-dire pour les essais de résistances mécaniques (résistance à la compression).
- la norme NF P 18-101 pour les caractéristiques de fabrication, afin de respecter une qualité des matériaux naturels utilisés tel qu'ils soient :
  - durs,
  - sans sable,
  - propres,
  - concassés,
  - insensibles au gel et à l'eau.

b. Caractéristiques hydrauliques :

- ✓ La porosité totale doit être comprise entre 35 et 50 %.
- ✓ La porosité utile doit être comprise entre 30 et 45 %.
- ✓ La perméabilité obtenue est voisine de 10 cm/s.

2.4.2. *Domaine d'utilisation des matériaux naturels utilisés dans la couche de stockage des structures réservoirs.*

Tableau 7 : Domaine d'utilisation des matériaux naturels de stockage.

Matériaux	Type de trafic	Mise en oeuvre	Capacité de stockage	Colmatage	Coût
Semi concassés de faible granulométrie	Tous trafics [1]	Facile	Moyenne	+++	Faible
Concassés de moyenne à forte granulométrie	Tous trafics [1]	Facile	Bonne (30 à 40 %)	++	Faible

[1] : places, parking, trottoirs, voies piétonnes, sols sportifs, voiries à trafic léger, moyen ou élevé pour véhicules légers et poids lourds.
Source : « Techniques Alternatives en assainissement pluvial », réalisé par le groupe de travail G.R.A.I.E, L.C.P.C, Certu, Agences de l'eau.

Les structures réservoirs à base de matériaux préfabriqués :

3.1. Présentation :

Ce sont des matériaux en plastique ou en composé similaire qui sont, de part leur coefficient de vide très élevé, bien plus performants que les structures en matériaux naturels.

Les matériaux préfabriqués utilisés pour combler les structures réservoirs sont :

- des structures alvéolaires,
- des structures en nid d'abeilles,
- des structures en casier,
- des « nouilles » béton, ….

3.2. Avantages :

- ✓ Matériaux très légers donc mise en œuvre facile.
- ✓ Porosité supérieure à 90 %. D'où, pour un même volume utile, un volume de structure moins important que pour des matériaux naturels.
- ✓ Ils se colmatent moins vite que les matériaux naturels.
- ✓ Forte résistance à la compression (utilisation sous voiries).
- ✓ Insensibles à la plupart des agents chimiques, aux microorganismes, aux moisissures,…
- ✓ Avantageux dans le cas de terrains pentus ou lors de réhabilitation de chaussées.

3.3. Inconvénients :

- ✓ Coût élevé de fourniture.
- ✓ Toutes ne permettent pas l'infiltration des eaux retenues.
- ✓ Les différents matériaux préfabriqués ne constituent généralement pas de bons filtres pour la dépollution des eaux pluviales.

3.4. Conditions et domaine d'utilisation :

3.4.1. *Les différentes caractéristiques des matériaux préfabriqués utilisés dans les structures réservoirs*

a. Composition et caractéristiques mécaniques :

Ces matériaux doivent être conformes à la norme NF T 56-101.
Les caractéristiques mécaniques des différents matériaux préfabriqués sont à consulter dans les différentes fiches techniques éditées par les fournisseurs.

b. Caractéristiques hydrauliques :

La porosité utile de tels matériaux est supérieure à 60% et peut aller jusqu'à 90-95%.

3.4.2. *Domaine d'utilisation des matériaux préfabriqués utilisés dans la couche de stockage des structures réservoirs*

Tableau 8 : Domaine d'utilisation des matériaux préfabriqués de stockage.

Matériaux	Type de trafic	Mise en oeuvre	Capacité de stockage	Colmatage	Coût
Matériaux préfabriqués	Tous trafics [1]	Très facile	Très bonne (> à 95 %)	+	Elevé

[1] : places, parking, trottoirs, voies piétonnes, sols sportifs, voiries à trafic léger, moyen ou élevé pour véhicules légers et poids lourds.
Source : « Techniques Alternatives en assainissement pluvial », réalisé par le groupe de travail G.R.A.I.E, L.C.P.C, Certu, Agences de l'eau.

Fiche technique 4 : « Les tranchées drainantes / infiltrantes »

1.1. Présentation :

Une tranchée est un ouvrage superficiel (entre 1 et 2 mètres de profondeur), linéaire, utilisé pour l'assainissement pluvial des voiries et de toitures.

Elles sont remplies de matériaux poreux (massifs de graviers ou de galets, structure réservoir,…) et revêtues de dalles de béton ou de pelouse. Elles sont le plus souvent équipées d'un système de drainage.

On note qu'il existe deux principaux types de fonctionnement :

- les tranchées drainantes : système de rétention des eaux. L'eau est évacuée grâce à un drain, selon un débit régulé vers l'exutoire (le réseau d'assainissement pluvial traditionnel, le milieu hydraulique superficiel, un système d'infiltration).
- les tranchées infiltrantes : système d'infiltration, couplé au système de rétention. L'évacuation des eaux pluviales se fait par infiltration directe dans le sol mais on peut également la coupler avec un écoulement régulé. Ceci permettra la vidange complète de l'ouvrage.

N.B : Il existe des systèmes préfabriqués (structure alvéolaire, structure en casier, « nouilles » béton,…) permettant de jouer le même rôle que les matériaux indiqués ci-dessus (roulé, concassé,…). Leur mise en œuvre devra correspondre au mode opératoire défini par les fournisseurs et soumis à approbation du service assainissement du Grand Toulouse.

1.2. Avantages :

Les avantages cités dans ce paragraphe sont communs aux deux types de tranchées.

- ✓ Réduction des débits de pointe et des volumes s'écoulant vers les exutoires.
- ✓ Réalimentation des nappes phréatiques (si infiltration).
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par « filtration » par interception au travers de la structure (roulé, concassé,…) surtout dans le cas d'une tranchée infiltrante.
- ✓ Technique peu coûteuse.
- ✓ Mise en œuvre facile et maîtrisée.
- ✓ Bonne intégration paysagère et dans le tissu urbain.
- ✓ Faible emprise foncière.
- ✓ Les tranchées sont bien adaptées aux terrains plats dont l'assainissement pluvial est difficile à mettre en place.
- ✓ Les tranchées peuvent être couplées avec d'autres techniques alternatives (elles servent ainsi de système drainant en fond de bassin par exemple).

1.3. Inconvénients :

Hormis pour le risque de pollution, les inconvénients cités dans ce paragraphe sont communs aux deux types de tranchées.

- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Risque de colmatage possible, surtout pour les tranchées le long des voies circulées et arborées.
- ✓ Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues dans la tranchée et de la présence ou non d'un système de « dégrillage » en amont.
- ✓ Nécessité d'un entretien régulier spécifique (nettoyage de la structure réservoir, du drain, des bouches d'injection et des avaloirs…).
- ✓ Difficilement applicable pour des terrains naturels à forte pente.
- ✓ Technique tributaire de l'encombrement du sous-sol.
- ✓ Pour les tranchées infiltrantes risque de pollution de la nappe.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

L'alimentation en eau durant l'épisode pluvieux peut se faire :

- o par ruissellement direct, en général en fond de petite noue ;
- o par déversement du réseau pluvial dans un drain au sein de la tranchée.

Les aménagements réalisés sur les tranchées sont divers et variés. Ils peuvent être sous la forme d'espaces verts, de chemins piétonniers, comme des promenades ou des trottoirs ou bien en voies d'accès pour les véhicules comme des parkings.

Pour mettre en œuvre une solution technique d'infiltration (tranchée infiltrante), il faut s'assurer de la présence d'horizon géologique favorable à l'infiltration, dans les couches superficielles (1m à 1.5m). Ceci grâce aux résultats d'une étude hydrogéologique.

On vérifie grâce aux résultats de l'étude :

- que la perméabilité du sol permette l'infiltration des eaux collectées dans un laps de temps « respectable » (durée d'infiltration après orage < 6h) ;
- que la nature des couches géologiques du sol permette l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement générées par deux épisodes pluvieux décennaux se succédant en l'espace de 24h ;
- que la nature des couches géologiques du sol et l'environnement immédiat (habitation, sous sol, terrains pentus,…) soit compatible avec l'infiltration (effondrements, glissements de terrain, création de « nappe » perchée provoquant l'inondation des sous sols,…).

N.B. : Une étude sur les possibilités de pollution de nappe devra être menée pour les zones « à risques ».En cas de risques majeurs, il est conseillé d'avoir une distance minimale de 1 mètre entre le fond de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux afin de « filtrer » les eaux grâce au sol en présence. Si cela s'avère nécessaire, des systèmes de traitement adéquats (décanteur, déshuileur, débourbeur,…) seront mis en œuvre avant infiltration des eaux collectées.

Les retours d'expériences sur les tranchées ont montré qu'elles pouvaient se colmater (sur le long terme) surtout le long des voies circulées et arborées. La mise en œuvre d'ouvrages spécifiques, et un fonctionnement successif en charge et en décharge ralentiront ce phénomène et permettront de faciliter l'entretien et d'éviter tous types de nuisances. De plus la dimension minimale du drain (D=300mm) permettra une durée de vie de l'ouvrage plus importante et un entretien plus aisé.

Cette solution ne présente pas de contraintes urbanistiques et topographiques majeures, hormis la nécessité d'avoir un terrain naturel faiblement pentu et un sous-sol non encombré.

1.5. Conception : (Schéma de principe annexe 2.IV p.76 à 78)

1.5.1. *Collecte des eaux :*

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation de la tranchée sont réalisées par :

- des bouches à grille ou avaloirs,
- des bouches d'injection,
- des dalles,
- des canalisations,
- des caniveaux,
- des systèmes de « dégrillage », de pièges à flottants, de pièges à particules fines,
- un regards de répartition, un regards visitables ou permettant l'entretien (tringlage, curage, …).

1.5.2. *Revêtement de surface :*

Il peut être constitué de :

- couche de surface étanche (dalles,…), tout revêtement poreux tel que le béton poreux est prohibé,
- galets,
- gazon,
- couche de sable sous le premier revêtement (assure une filtration des eaux collectées).

1.5.3. *Intérieur de la tranchée :*

La tranchée est composée par :

- du roulé, concassé et galets de porosité supérieure à 30%, matériaux alvéolaires ou structures préfabriquées de porosité élevée ;
- un drain P.V.C. CR8, diamètre drain tranchée en domaine public D=300mm,
  diamètre drain tranchée privative individuelle D=200mm,
- le positionnement du drain dans la tranchée est fonction de son action :
  - rétention : le drain est placé en fond de tranchée, elle est remplie par mise en charge.
  - infiltration : le drain est placé en haut de tranchée, l'eau ruisselle avant infiltration dans le sol.
- des cloisons éventuelles si la pente du terrain est trop importante.

1.5.4. *Interface tranchée/sol :*

- mise en place d'un géotextile et/ou une géomembrane en fonction de la destination de la tranchée et du type d'eau retenue (possibilité de contamination, zone à « risques »),
- système anti-racines.

1.5.5. *Interface tranchée/exutoire :*

L'exutoire est composé :

- d'un regard visitable ou permettant l'entretien (tringlage, curage,…),
- d'un système de drainage des eaux stockées (« ré-essuyage ») par caniveau, cunette, ou drain d'évacuation,
- d'une éventuelle surverse de sécurité,
- d'une éventuels systèmes de clapet de décharge,
- d'un organe ou orifice de régulation.

Fiche technique 5 : « Les bassins d'infiltration »

Cas général :

1.1. Présentation :

Nous présentons dans cette fiche les bassins d'infiltration. Par conséquent, leur dimensionnement reposera sur la capacité d'infiltration du sol.

Ils sont destinés à contenir les eaux de pluie et de ruissellement générées par l'urbanisation ou l'aménagement d'un site. Ils ont un rôle d'infiltrer les eaux pluviales sur site.

Dans le cas général, nous abordons la présentation, les avantages et inconvénients communs à tous les bassins d'infiltration.

Puis nous distinguerons les deux types de bassin d'infiltration :

- bassin d'infiltration : Infiltration seule, le bassin est l'exutoire du réseau pluvial, la totalité des eaux de pluie et de ruissellement collectées est alors infiltrée.
- bassin de rétention infiltrant : Infiltration + évacuation à débit régulé vers un exutoire, une partie du volume des eaux de pluie et de ruissellement est infiltrée (réduisant la dimension du bassin de rétention) et l'autre est retournée à l'exutoire selon un débit de fuite.

Ces ouvrages sont constitués d'un ouvrage d'alimentation, d'une zone de stockage (ou d'infiltration), et dans le second cas d'un ouvrage de régulation.

1.2. Avantages :

- ✓ Très bonne intégration paysagère de part leur aspect plurifonctionnel (espaces verts, aire de jeu, aire de détente…).
- ✓ Conservation d'espaces verts en zone urbaine (zones humides pouvant abriter une faune et une flore).
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation dans le bassin puis par « filtration » par interception dans le sol.
- ✓ Réalimentation des nappes phréatiques.
- ✓ Sensibilisation du public par visualisation directe du problème du traitement des eaux pluviales.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Emprise foncière pouvant s'avérer importante.
- ✓ Dépôts de boues de décantation qu'il faut évacuer lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Cependant, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles.
- ✓ Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues dans le bassin et de la présence ou non d'un système de « dégrillage » en amont.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau, putréfaction de végétaux,…) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Nécessité d'une conception soignée et d'un entretien régulier.
- ✓ Possible contamination des nappes phréatiques par une éventuelle pollution accidentelle (en zone à risque).

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Les bassins d'infiltration sont des ouvrages simples dans leur conception, mais le dimensionnement de l'ouvrage doit résulter d'éléments fournis par une étude hydrogéologique du site.

On vérifie grâce aux résultats de cette étude que :

- la perméabilité du sol permette l'infiltration des eaux collectées dans un laps de temps « respectable » (durée d'infiltration après orage < 6h),
- la nature du sol (des couches géologiques sous jacentes) permette l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement générées par deux épisodes pluvieux décennaux se succédant en l'espace de 24h,
- la nature des couches géologiques du sol et l'environnement immédiat (habitation, sous sol, terrains pentus,…) soit compatible avec l'infiltration (effondrements, glissements de terrain, création de « nappe » perchée provoquant l'inondation des sous sols,…).

N.B. : Une étude sur les possibilités de pollution de nappe devra être menée pour les zones « à risques ». Il est conseillé d'avoir une distance minimale de 1 mètre entre le fond de l'ouvrage et le niveau des plus hautes eaux afin de « filtrer » les eaux grâce au sol en présence. Si cela s'avère nécessaire, des systèmes de traitement adéquats (décanteur, déshuileur, débourbeur,…) seront mis en œuvre avant infiltration des eaux collectées.

La mise en œuvre d'ouvrages spécifiques au sein même ou en tête du bassin permettra d'éviter tous types de nuisances et de faciliter l'entretien. Un suivi sérieux et régulier en sera la garantie.

Pour permettre la mise en œuvre d'un bassin plurifonctionnel et l'ouvrir au public, on assure :

- la sécurité des riverains. Si cela s'avère nécessaire (pente des talus ou profondeur du bassin trop importantes), des systèmes permettant d'assurer la sécurité doivent être mis en œuvre (clôtures, grillage, prévention, information sur le fonctionnement…) suivant la morphologie et l'implantation.
- une bonne information des riverains ou des usagés sur son fonctionnement,
- une signalétique adéquate,
- la mise en sécurité des équipements constitutifs de l'ouvrage.

Dans le cas d'un ouvrage en eau pouvant accueillir des activités nautiques, la réglementation en vigueur est celle dédiée aux activités physiques et sportives : Loi nationale AVIS du 6 juillet 2000, « Loi relative à la promotion et à l'organisation des activités physiques et sportives ». Elle réglemente l'encadrement des activités autorisées sur le site (article 43). Chaque commune autorise par arrêté préfectoral la pratique de l'activité sur le site.

Pour le cas des bassins en eau du Grand Toulouse, la Fédération Française de Pêche vérifie la qualité des eaux et informe la Communauté d'Agglomération du Grand Toulouse.

Dans le cas de résultats d'analyse non conforme, la Communauté d'Agglomération contacte un laboratoire d'analyse et informe le maire afin d'interdire les activités nautiques.

La mise en œuvre d'un bassin d'infiltration est conseillée dans les cas :

- d'absence d'exutoire naturel,
- de perméabilité du sol est favorable,
- de présence d'une nappe phréatique,
- d'une emprise disponible.

Ils sont utilisables aussi bien en milieu urbain, péri-urbain ou rural. Par conséquent, aussi bien par un industriel (après mise en œuvre de traitement si cela s'avère nécessaire) que par un particulier.

1.5. Conception : (Schéma de principe annexe 2.V p.79)

1.5.1. *Collecte des eaux / partie amont du bassin :*

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation du bassin sont réalisées par :

- des bouches à grille ou avaloirs,
- des bouches d'injection,
- des dalles,
- des canalisations,
- des caniveaux,
- une protection afin d'éviter toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc sécurisé),
- des systèmes de « dégrillage », de piège à flottants, de pièges à particules fines.

1.5.2. *Structure du bassin :*

- mise en place de géotextiles en fonction de la destination du bassin et du type d'eau retenue,
- aménagement, accompagnement des eaux afin d'éviter toute érosion prématurée (aménagement jusqu'au fil d'eau du bassin),
- stabilisation des talus par végétalisation ou autre méthode (géogrilles, dispositifs anti-batillage, enrochements, rondins),
- pente des talus le plus faible possible (facilite l'entretien),
- pour des pentes de talus importantes, préférer le profil emboîté (marches d'escalier),
- rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique (prévoir passage suffisant),
- systèmes de mise à l'air.

1.5.3. *Evacuation et « ré-essuyage » des eaux :*

L'évacuation de la totalité des eaux collectées est assurée par la mise en œuvre de :

- système de drainage des eaux stockées (« ré-essuyage ») par noue, caniveau, cunette, ou drain d'évacuation vers un système d'infiltration,
- faible pente en fond de bassin afin de rassembler les eaux vers le centre.

1.5.4. *Exutoire (bassin de rétention infiltrant) :*

L'exutoire est composé :

- d'une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc sécurisé),
- d'éventuels systèmes de clapet de décharge,
- d'une surverse de sécurité,
- d'un organe ou orifice de régulation.

1.5.5. *Revêtements et aménagement du fond et des berges :*

L'aménagement du bassin peut être réalisé en végétalisant l'ouvrage ou par divers matériaux :

Végétaux : (cf. chapitre engazonnement et plantation)

- gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Puera ire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme,…),
- arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité,
- végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus),
- les arbres à feuilles caduques sont à éviter pour limiter l'entretien courant (feuilles pouvant obstruer l'exutoire).

Matériaux :

- béton ou enrobé (sur certaine zone afin de permettre l'infiltration par ailleurs),
- géotextile,
- dalles bétonnées (laisser des interstices permettant l'infiltration).

Bassin d'infiltration strict :

2.1. Présentation :

Le bassin d'infiltration à ciel ouvert est un ouvrage qui ne nécessite pas d'exutoire. La totalité des eaux de pluie et de ruissellement y sont infiltrées. Cet ouvrage de surface est l'exutoire du réseau d'assainissement pluvial.

2.2. Avantages :

- ✓ Technique qui ne nécessite pas la présence d'exutoire. Pas de création de branchement pluvial au réseau public.
- ✓ Suppression des volumes d'eau rejetés vers le réseau public.

2.3. Inconvénients :

- ✓ En cas de saturation des premiers horizons lors d'évènements pluvieux s'étalant sur une longue période, des zones de stagnation d'eaux peuvent apparaître. Pour cela, on prévoit en fond de bassin un aménagement permettant de les concentrer. Une noue semble le plus indiqué (cf. fiche technique 7).
- ✓ Cf. Inconvénients mentionnés dans le cas général.

2.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Cet ouvrage est conseillé en cas d'absence d'exutoire pluvial, en présence d'un sol garantissant une bonne perméabilité. Dans le cas où la perméabilité ferait défaut, on peut coupler cette technique avec d'autres permettant d'accroître sa capacité d'infiltration.

Durant l'épisode pluvieux, l'alimentation peut se faire :

- o par ruissellement direct,
- o par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau),
- o par mise en charge et débordement d'un système drainant situé en fond de bassin (massif drainant, puits d'infiltration,…). La capacité d'infiltration du bassin est alors accrue. On réduit la fréquence de mise en eau du bassin (épisodes pluvieux de faible intensité contenu dans le système drainant). Le volume utile disponible dans le bassin sert alors de vase d'expansion.

Cette technique est surtout utilisée en milieu rural voir péri-urbain lorsqu'il n'y a pas d'exutoire possible et que l'on dispose d'un espace suffisant.

Bassin de rétention infiltrant :

3.1. Présentation :

Le bassin de rétention infiltrant est un bassin d'infiltration complété d'une évacuation à débit régulé, réduisant ainsi le volume utile et lui conférant des caractéristiques similaires au bassin de rétention (cf. Fiche technique 1).

3.2. Avantages :

- ✓ Réduction des débits de pointe et des volumes s'écoulant vers le réseau public.
- ✓ Réduction du volume utile (en comparaison avec un bassin de rétention).
- ✓ Réduction de l'emprise foncière (en comparaison avec un bassin de rétention).

3.3. Inconvénients :

- ✓ Cf. Inconvénients mentionnés dans le cas général.

3.4. Conditions et domaine d'utilisation :

On utilise cette solution lorsque le coût de l'emprise foncière du bassin s'avère être un facteur limitant ou que l'on veut réduire la dimension d'un bassin. Le fait d'allier la rétention et l'infiltration permet de réduire le volume utile.

On utilise également cette alliance rétention / infiltration lorsqu'on ne peut rejoindre gravitairement l'exutoire. Ainsi, la partie basse du bassin fonctionne en infiltration et la partie haute (au-dessus du niveau de l'exutoire) en rétention.

Durant l'épisode pluvieux, l'alimentation peut se faire :

- o par ruissellement direct,
- o par déversement du réseau pluvial (le bassin est le point bas du réseau),
- o par mise en charge et débordement du réseau : évitant la mise en eau du bassin lors des pluies de faibles intensités,
- o par mise en charge et débordement d'un système drainant situé en fond de bassin (massif drainant, puits d'infiltration,…). La capacité d'infiltration du bassin est alors accrue. On réduit la fréquence de mise en eau du bassin (épisodes pluvieux de faible intensité contenus dans le système drainant + évacuation à débit régulé). Le volume utile disponible dans le bassin sert alors de vase d'expansion.

Cette technique est surtout utilisée en milieu rural et péri-urbain lorsque l'exutoire est difficilement accessible (fil d'eau peu profond, un fossé comme exutoire, …) et que l'on dispose d'un espace suffisant.

Fiche technique 6 : « Le puits d'infiltration / d'injection »

1.1. Présentation :

Le recours aux puits d'infiltration afin de réduire les rejets d'eaux de pluie et de ruissellement est une technique longuement éprouvée. Elle permet l'infiltration au plus près du point de collecte. Anciennement, ils pouvaient être comblés par des matériaux poreux (graviers, concassés,…), assurant la stabilité de l'ouvrage, la filtration des eaux pluviales et ainsi réduisant l'effet de colmatage en fond.

On remarque donc qu'il existe deux principaux types de fonctionnement :

- les puits d'infiltration, qui ne sont pas en contact direct avec la nappe phréatique,
- les puits d'injection, qui eux, sont en contact direct avec la nappe et injectent donc directement l'eau dans la zone saturée.

Etant donné la présence de nappes sur la grande majorité du territoire du Grand Toulouse ainsi que la nature de l'ouvrage préconisé par le Grand Toulouse (annexe 2.VI p.80 et 81), nous assimilerons dans cette fiche technique le puits d'injection à un puits d'infiltration en contact avec la nappe.

Le puits d'infiltration « type Grand Toulouse » est un ouvrage ponctuel, creux et profond. La profondeur est déterminée en fonction du substratum molassique, d'après les résultats d'une étude de sol hydrogéologique. L'infiltration des eaux s'y effectue latéralement grâce à ses buses perforées, réduisant ainsi l'effet du colmatage.

1.2. Avantages :

- ✓ Réduction des débits de pointe et des volumes s'écoulant vers les exutoires.
- ✓ Conception simple.
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation dans le puits et par « filtration » par interception dans le sol.
- ✓ Bonne intégration au tissu urbain car le puit a une faible emprise au sol.
- ✓ Large utilisation (de la parcelle aux espaces collectifs).
- ✓ Un puits d'infiltration ne nécessite pas d'exutoire.
- ✓ Possibilité de coupler le puits avec d'autres techniques alternatives.
- ✓ Assure la réalimentation des nappes.
- ✓ Technique bien adaptée aux terrains plats dont l'assainissement pluvial est dur à mettre en place.
- ✓ Entretien simple.
- ✓ Utilisable pour les sols dont les premiers horizons géologiques sont imperméables mais possédant des sous-couches perméables.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Risque de pollution du sol et de la nappe.
- ✓ Risque de colmatage du puits.
- ✓ Dépôts de boues de décantation qu'il faut évacuer lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Cependant, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles.

- ✓ Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues dans le puits et de la présence ou non d'un système de « dégrillage » en amont.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Entretien spécifique régulier (nettoyage de l'intérieur du puit, curage du fond,…).
- ✓ Capacité de stockage limitée, dépendante de la hauteur et des fluctuations de la nappe.
- ✓ Technique tributaire de l'encombrement du sous-sol.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Afin de pouvoir mettre en œuvre cette technique, il convient avant tout de s'assurer de la présence d'horizon géologique favorable à l'infiltration. Que ce soit dans les couches superficielles ou inférieures.

La réalisation d'une étude hydrogéologique s'avère nécessaire afin :

- De réaliser un dimensionnement précis et rigoureux de l'implantation et du nombre de puits d'infiltration à mettre en œuvre en fonction de l'opération.
- De s'assurer que la nature des couches géologiques du sol et l'environnement immédiat (habitation, sous sol, terrains pentus,…) soit compatible avec l'infiltration (effondrements, glissements de terrain, création de « nappe » perchée provoquant l'inondation des sous sols,…).
- De s'assurer que la perméabilité du sol permette l'infiltration des eaux collectées dans un laps de temps « respectable » (durée d'infiltration après orage < 6h).
- De s'assurer que la nature du sol (des couches géologiques sous jacentes) permette l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement générées par deux épisodes pluvieux décennaux se succédant en l'espace de 24h.

Pour éviter les risques de pollution de la nappe, le puits ne doit pas se trouver à proximité d'une zone de stockage de produits dangereux ou de produits polluants.

Les puits d'infiltration peuvent être installés sur un réseau d'assainissement traditionnel afin de réduire le débit à l'exutoire ou comme exutoire même du dit réseau ou bien encore être installé en parallèle du réseau. L'alimentation du puits pouvant se faire directement au niveau du terrain naturel (T.N.) après ruissellement (au milieu d'une place ou en fond d'un système de rétention par exemple), ou au sein de l'ouvrage lui-même grâce à des canalisations.

Cette technique nécessite un entretien spécifique et régulier, l'enlèvement des flottants et encombrants retenus par le panier (ou le système) dégrilleur, ainsi qu'un nettoyage de l'intérieur du puits (fond et buses), ceci afin d'éviter tous types de nuisances.

Cette solution ne présente pas de contraintes urbanistiques et topographiques particulières et majeures hormis la nécessité d'avoir un sous-sol perméable. Elle peut être utilisée aussi bien par un industriel que par un particulier, aussi bien en milieu urbain que péri-urbain ou rural.

1.5. Conception : (Schémas de principe annexe 2.VI p.80 et 81)

Pour la conception des puits d'infiltration destinés aux industriels ou aux particuliers, se référer aux schémas joints en annexe.

Fiche technique 7 : « Les noues et fossés »

Cas général :

1.1. Présentation :

Les fossés et les noues sont deux ouvrages, permettant de collecter et de réguler les eaux de pluie et de ruissellement en ralentissant leur écoulement vers un exutoire. L'infiltration continue du point de collecte à l'exutoire permet d'en réduire le volume. L'exutoire peut être le réseau d'assainissement pluvial traditionnel, le milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration.

Leur différence repose sur leur conception et leur morphologie.

Dans le cas général, nous abordons la présentation, les avantages et inconvénients communs aux noues et fossés.

La définition de ces deux ouvrages permettra par la suite de mieux comprendre leurs points communs et leurs différences.

On peut remarquer qu'une petite partie des eaux contenues dans les fossés et les noues s'évapore durant son écoulement.

1.2. Avantages :

- ✓ Réduction, voire suppression dans le cas d'ouvrages d'infiltration, du débit de pointe à l'exutoire.
- ✓ Une même structure permet à la fois la collecte, le stockage et l'évacuation des eaux pluviales.
- ✓ Ils ont des fonctions de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval, ainsi que de drainage des sols.
- ✓ Ils constituent des exutoires naturels, si le sol est assez perméable (pas d'exutoire).
- ✓ Réalimentation des nappes.
- ✓ Conception simple et peu coûteuse.
- ✓ Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation et par « filtration » par interception dans le sol.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Emprise foncière pouvant s'avérée importante et onéreuse (surtout pour une noue de volume important).
- ✓ Risque de pollution du sol (si infiltration).
- ✓ Dépôts de boues de décantation qu'il faut évacuer lorsque leur quantité induit une modification du volume utile de rétention. Cependant, la formation de ce dépôt prend beaucoup de temps car les volumes générés sont très faibles.
- ✓ Dépôts de flottants. Dépend de la nature des eaux retenues et de la présence ou non d'un système de « dégrillage » en amont.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Les fossés et les noues peuvent être placés :

- dans le sens d'écoulement des eaux de ruissellement,
- ou perpendiculairement, permettant ainsi d'intercepter l'eau de ruissellement et de ralentir les vitesses d'écoulement.

La collecte des eaux se fait par ruissellement sur les surfaces adjacentes, par mise en charge d'un réseau traditionnel ou par déversement de canalisations (gouttières de toitures, exutoire d'un réseau pluvial traditionnel).

La mise en œuvre d'ouvrages spécifiques au sein même ou en tête du bassin permettra d'éviter un grand nombre de nuisances et de faciliter l'entretien.

Les interventions ou travaux d'aménagement (passage busé, plantation,…), ne doivent en aucune façon modifier l'écoulement, le volume disponible ou la régulation qu'ils effectuent.

La réussite d'une noue ou d'un fossé réside dans sa bonne exploitation (entretien régulier et suivi sérieux). Dans le cas inverse, ils peuvent rapidement devenir des endroits insalubres.

1.5. Conception :

1.5.1. *Collecte des eaux / partie amont :*

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation du fossé ou de la noue sont réalisées par :

- ruissellement et/ou des canalisations,
- des caniveaux,
- s'il y a collecte par réseau :
  - des bouches à grille ou avaloirs,
  - des bouches d'injection, …,
  - des protections afin d'éviter toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc sécurisé),
  - des systèmes de « dégrillage », de piège à flottants.

1.5.2. *Structure du fossé ou de la noue :*

- mise en place de géotextiles en fonction de la destination du fossé ou de la noue et du type d'eau retenue,
- aménagement, accompagnement des eaux afin d'éviter toute érosion prématurée (aménagement jusqu'au fil d'eau du fossé ou de la noue),
- pente des talus le plus faible possible (facilite l'entretien),
- stabilisation des talus par végétalisation ou autre méthode (géogrilles, dispositifs anti-batillage, enrochements, rondins),
- réservation (établissement si nécessaire d'une servitude d'exploitation) d'une bande accessible de 4m sur une berge afin d'assurer un entretien mécanique (prévoir passage suffisant).

1.5.3. *Evacuation et « ré essuyage » des eaux :*

L'évacuation de la totalité des eaux collectées est assurée par la mise en œuvre de :

- pour un fossé ou une noue de rétention infiltrant, prévoir un système de drainage des eaux stockées (« ré-essuyage ») par une tranchée drainante, un caniveau, une cunette, ou un drain d'évacuation.

1.5.4. *Exutoire (fossé ou noue de rétention infiltrant) :*

L'exutoire est composé :

- d'une protection afin d'éviter toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc sécurisé),
- de cloisons éventuelles si la pente du terrain est trop importante,
- d'un organe ou orifice de régulation.

1.5.5. ***Revêtements et aménagement du fond et des berges:***

Les fossés et noues sont le plus souvent des ouvrages enherbés, permettant ainsi une infiltration des eaux collectées, mais ils peuvent également être imperméabilisés si la nécessité s'en fait ressentir (risques de pollution, problèmes induits par l'infiltration des eaux comme le glissement de terrain,…).

Végétaux : (cf. chapitre engazonnement et plantation)

- Gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme,…) ;
- Arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité ;
- Végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus).

Matériaux :

- Etanchéité du fossé ou de la noue peut être assurée par :
  - Du béton ;
  - Des pierres sèches ;
  - Des briques ;
  - Une géomembrane.
- Pour stabiliser les flancs du fossé on peut :
  - Maçonner les bords ;
  - Utiliser des pieux verticaux ;
  - Planter les berges ;
  - Placer un géotextile ;
  - Rendre étanche la structure avec de l'argile.
- Les cloisons pourront être réalisées avec :
  - Des rondins de bois ;
  - Des végétaux (cloisons végétalisées) ;
  - Des roches (enrochements) ;
  - De la terre (buttes) ;
  - Du béton (buses).

Le fossé :

2.1. Présentation :

Un fossé est un ouvrage très ancien et très bien connu. Il est linéaire, assez profond et ses rives sont abruptes (pentes des talus le plus souvent > à 1 m en hauteur pour 1 m en largeur).

C'est un ouvrage qui de part sa nature, peut rester en eau. Il n'est donc pas drainé.

L'évacuation des eaux pluviales s'effectue par écoulement naturel du point de collecte vers un exutoire et par infiltration directe dans le sol s'il est perméable.

2.2. Avantages :

✓ Très bon retour d'expérience.

2.3. Inconvénients :

✓ L'entretien est spécifique et peu aisé de par sa profondeur et par le fait qu'il soit souvent en eau.

✓ Il peut présenter un risque pour les riverains et pour les enfants en particulier.

✓ Ne peut être mis en œuvre en milieu urbain ou péri-urbain.

2.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Son entretien est difficile car on ne peut le tondre comme pour un espace vert (talus trop important pour une tondeuse), il faut débroussailler, faucarder (entretien spécifique).

De plus, comme un fossé est profond et/ou souvent en eau, il n'est pas évident d'extraire les boues de décantation qui colmatent le fond de l'ouvrage. Il faut alors réaliser un curage suivi d'un re-profilage sur l'ensemble du linéaire.

De part sa nature et sa morphologie, le fossé est destiné à être implanté en milieu rural ou industriel.

La noue :

3.1. Présentation : (Schémas de principe annexe 2.VII p.82 à 84)

Le concept de la noue est récent, on peut l'apparenter à un fossé large et peu profond et dont les rives sont en pente douce. Les pentes des talus sont souvent inférieures à 30% du fait de la faible hauteur d'eau, mais plus généralement inférieures à 20-25%. L'ouvrage assimilé à un léger modelage du terrain est totalement intégré à l'aménagement (on ne pourra remarquer qu'un léger décaissé).

Il faut noter que l'on peut distinguer plusieurs types de noues et donc plusieurs modes de fonctionnement.

Une noue peut fonctionner de manière tout à fait autonome sans organe de collecte ni de régulation. La collecte des eaux de pluie se fait de façon naturelle par ruissellement, le stockage temporaire se fait au sein de la noue et l'évacuation est réalisée :

- si le sol est perméable : par infiltration directe. Cette infiltration permet d'éviter d'avoir des zones où l'eau va stagner, induisant divers types de nuisances.
- si le sol est imperméable : la noue doit être raccordée à un exutoire qui permettra l'évacuation de l'eau à débit régulé.

Dans ces deux premiers points, la noue est utilisée comme un bassin de rétention, de rétention infiltrant ou d'infiltration quand le sol le permet. La noue peut constituer un exutoire à part entière.

Mais elle peut également être utilisée pour :

- suppléer le réseau d'assainissement pluvial traditionnel,
- compléter un ouvrage alternatif pluvial enterré qui serait saturé lors d'un épisode pluvieux.

Dans ces cas, elle constituerait un volume de stockage supplémentaire alimenté par débordement lors de la mise en charge du réseau ou de l'ouvrage alternatif.

La vidange et l'évacuation se faisant par la suite de façon régulée.

3.2. Avantages :

- ✓ Très bonne intégration dans le paysage, création de paysages végétaux, d'habitats aérés.
- ✓ L'aspect plurifonctionnel est important avec un vaste domaine de réutilisation (qu'elle soit enherbée ou bitumée) : espaces de jeux, de détente, simple espace vert,….
- ✓ Possibilité de l'intégrer comme système assurant le ré-essuyage au sein d'un ouvrage (dans un bassin par exemple).
- ✓ Possible réalisation par phases suivant les besoins de stockage.
- ✓ Conception et réalisation aisées.
- ✓ Faible coût de réalisation.
- ✓ Entretien simple et classique (type espace vert).
- ✓ Faible phénomène de colmatage.
- ✓ Sensibilisation du public par visualisation directe du problème du traitement des eaux pluviales.

3.3. Inconvénients :

- ✓ Les noues peuvent nécessiter de grandes surfaces foncières, le coût du foncier peut donc s'avérer rédhibitoire.
- ✓ Entretien régulier (mais simple).
- ✓ Conception soignée.

3.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Cet ouvrage ou du moins son concept, est le plus utilisé des techniques alternatives.

Il peut être utilisé seul comme technique alternative à part entière ou en complément d'autres techniques. Dans ce dernier cas, de plus petite dimension, sa présence permet d'assurer le ré-essuyage de l'ouvrage et/ou l'évacuation des eaux générées par des épisodes pluvieux de faible intensité.

Si le sol est imperméable ou si sa pente est trop faible (inférieure à 2 à 3 millimètres par mètre), il faut prévoir des organes spécifiques de vidange pour éviter toutes types de nuisances.

Au contraire, si la pente est trop forte, il faut mettre en œuvre un cloisonnement dans la noue pour réduire les vitesses d'écoulement et augmenter le volume de stockage.

L'entretien d'une noue est très simple. Tout comme pour un espace vert classique, il faut tondre les rives engazonnées, arroser les végétaux présents, ramasser les feuilles et les détritus. Il faut de plus, lorsque le besoin s'en fait ressentir (diminution de la capacité hydraulique de l'ouvrage) extraire les boues de décantation et curer les orifices s'il y en a. Mais cet entretien est facile à réaliser car sa structure (pente douce et faible profondeur) la rend aisément accessible.

On peut remarquer qu'une noue peut être utilisée aussi bien en milieu urbain, péri-urbain que rural, aussi bien en lotissement que sur site industriel.

Fiche technique 8 : « Le toit stockant »

1.1. Présentation :

Le stockage en toitures terrasses (toits stockants) est défini comme une technique de micro stockage, consistant à stocker provisoirement l'eau de pluie au plus près de la surface captatrice (toiture).

Cette technique n'est pas très répandue car son développement est freiné par des à priori et des réticences. Ce qui est dommage car cette solution, peu coûteuse, est bien adaptée, en milieu urbain dense, à l'assainissement pluvial de petites surfaces imperméabilisées comme des habitations de particuliers.

Les toits stockants collectent l'eau directement sur leur surface. Ils ne nécessitent donc pas d'ouvrage de collecte. Le stockage est permis grâce à un revêtement d'étanchéité, généralement protégé par une couche de gravillons. La couche de gravillons permet de réduire les débits de pointe et assure une « filtration » des eaux pluviales, réduisant ainsi l'effet de colmatage.

Un petit parapet, en pourtour de toiture, permet de stocker quelques centimètres d'eau avant de la restituer à débit limité vers un exutoire, grâce à un organe de régulation. L'exutoire en question peut être le réseau d'assainissement traditionnel, le milieu hydraulique superficiel ou un système d'infiltration.

De plus, un système de trop-plein permet d'éviter une surcharge de la structure lors d'un épisode pluvieux qui saturerait les systèmes de stockage et de régulation.

1.2. Avantages :

- ✓ Réduction des débits de pointe s'écoulant vers les exutoires.
- ✓ Technique qui lorsqu'elle est employée en toiture végétalisée permet de réaliser une économie d'énergie substantielle (isolation).
- ✓ Faible consommation d'espace.
- ✓ Bonne intégration au milieu urbain (si toiture terrasse autorisée par le règlement d'urbanisme, P.O.S. ou P.L.U.).
- ✓ Technique qui peut être parfaitement adaptée pour un assainissement à la parcelle chez un particulier.

1.3. Inconvénients :

- ✓ Volumes stockés très limités.
- ✓ Entretien et exploitation difficiles (surtout du système de régulation).
- ✓ Nécessite au moins deux visites d'entretien par an.
- ✓ Obturation des systèmes d'évacuation par des feuillages ou des branchages par exemple.
- ✓ Risques de nuisances olfactives (stagnation d'eau) par défaut de réalisation ou manque d'entretien.
- ✓ Conception très soignée, relevant d'entreprises qualifiées pour garantir une parfaite étanchéité.
- ✓ Eventuels surcoûts.
- ✓ Difficile à mettre en place pour des toits de pente supérieure à 2%.
- ✓ Risque pour la sécurité si le toit est accessible.

1.4. Conditions et domaine d'utilisation :

Cette solution est destinée à des toitures de pente nulle, ou des toits faiblement inclinés (pente comprise entre 0,1 et 5 %). Dans le cas de toits pentus, on utilisera des caissons cloisonnant la surface et jouant le rôle de mini barrages.

Les toits stockants sont préconisés pour des ouvrages neufs mais aussi anciens après avoir vérifier et mis en conformité leur stabilité et leur étanchéité avec les règles techniques en vigueur :

- D.T.U 43.1 pour les toitures terrasses,
- avis techniques pour les toitures engravillonnées,
- règles professionnelles de la chambre syndicale nationale de l'étanchéité pour la réfection des toitures (octobre 1987),
- classement F.I.T. des revêtements d'étanchéité (cahier du C.S.T.B n°2358, septembre 1989).

Cette solution n'est pas applicable dans les régions ayant un climat montagneux, c'est-à-dire d'altitude supérieure à 900 mètres (D.T.U 43.1).

Certains types de toitures, classés par la chambre syndicale nationale de l'étanchéité, ne peuvent pas être équipés d'un toit stockant. Il s'agit, entre autres, des toitures sur lesquelles reposent des installations électriques comme : chaufferie, système de ventilation, locaux de machinerie, nettoyage de façades, locaux d'ascenseur ou de monte-charge, capteur solaire (D.T.U 43.1).

La technique des toits stockants nécessite au moins deux visites d'entretien par an pour vérifier les dispositifs.

1.5. Conception : (Schéma de principe annexe 2.VIII P85 et 86)

Un toit stockant est composé de plusieurs éléments :

- un élément porteur,
- un pare-vapeur et un isolant thermique,
- une étanchéité,
- une protection de l'étanchéité,
- des dispositifs de vidange.

Pour une réalisation conforme de l'étanchéité de la toiture terrasse se reporter à la D.T.U 43.1, pour l'évacuation des eaux pluviales de toiture se reporter à la D.T.U 60.11, comme pour une toiture classique.

Les dispositifs de vidange sont les systèmes de régulation, et les trop-pleins des systèmes de sécurité :

- Systèmes de régulation : ils sont composés d'une évacuation régulée, jusqu'à une certaine hauteur d'eau, par le biais d'orifices calibrés.
- Trop-pleins de sécurité : ils servent de déversoirs de sécurité si les systèmes de régulation sont bouchés ou engorgés. Ils servent également à respecter la hauteur d'eau limite sur la toiture.

Les systèmes de régulation et les trop-pleins de sécurité doivent être munis de dégrilleurs pour limiter leur obturation par les feuillages et les branchages par exemple.

Produits et matériaux utilisés dans la mise en œuvre de techniques alternatives

Les Géotextiles :

1.1. Définition :

Les géotextiles sont des nappes de fibres synthétiques utilisées dans les travaux publics pour diverses fonctions. Ils peuvent servir :

- de surface de support,
- de surface de séparation,
- de filtre,
- d'armature,
- de drain.

Un géotextile est perméable, il est assimilable à un filtre.

1.2. Fonction :

Le géotextile joue plusieurs rôles.

✓ Rôle de séparation et d'anticontamination entre le sol support et le matériau d'apport :

En fonction de sa composition et de sa destination, il évite l'interpénétration de matériaux de différentes natures (racines, fines, …) et homogénéise les contraintes subies par le sol support. Ces actions permettent de conserver les caractéristiques mécaniques et hydrauliques du sol support et des différentes couches de matériaux granulaires.

✓ Rôle de drain :

Il assure un drainage, accélérant ainsi la consolidation des couches superficielles du sol support sur quelques centimètres.

✓ Rôle de protection de la géomembrane :

Il limite les risques de poinçonnement de la géomembrane. La protection peut se faire par simple couche, ou entre deux couches de géotextile.

1.3. Caractéristiques :

Plusieurs normes ont été établies pour déterminer les différentes caractéristiques des géotextiles.

Tableau 9 : Conformité des différentes caractéristiques d'un géotextile.

Caractéristiques	Normes
Résistance à la traction et à la déformation sous charge maximale	NF EN ISO 10319
Résistance à la perforation dynamique	NF EN 918
Perméabilité perpendiculaire au plan (permittivité)	EN ISO 11058
Essai de poinçonnement statique (essai CBR)	NF EN 12236
Résistance au poinçonnement	NF G 38-019
Détermination de l'épaisseur à des pressions prescrites	NF EN 964-1
Essai de traction pour joints/coutures par la méthode de la bande large	NF EN ISO 10321
Résistance au déchirement (déchirure amorcée)	NF G 38-015
Ouverture de filtration (effet anti-contaminant)	EN ISO 12956
Simulation de l'endommagement par abrasion	NF EN ISO 13427
Capacité de débit dans leur plan	NF EN ISO 12958
Résistance aux conditions climatiques	EN 12224

1.4. Performances :

Les géotextiles ont été répertoriés en 12 classes en fonction des résultats obtenus aux 5 essais suivants :

- résistance à la traction,
- allongement à l'effort,
- résistance à la déchirure,
- perméabilité,
- porosité.

Tableau 10 : Les différentes performances d'un géotextile.

Propriétés caractéristiques		Classes											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Résistance à la traction (kN/m)	Sens de production	4	8	12	16	20	25	30	40	50	75	100	
	Sens travers												
Allongement à l'effort maximal (%)	Sens de production	8	11	15	20	25	30	40	50	60	80	100	
	Sens travers												
Résistance à la déchirure (kN)	Sens de production	0,1	0,2	0,3	0,5	0,8	1,2	1,7	2,3	3	4	6	
	Sens travers												
Perméabilité	Permittivité ($K_n e$ (s^{-1})	10^{-2}	2.10^{-2}	5.10^{-2}	0,1	0,2	0,5	1	2	5	10	50	
	Transmissivité $K_t e$ (m^2/s)	10^{-8}	2.10^{-8}	5.10^{-8}	10^{-7}	2.10^{-7}	5.10^{-7}	10^{-6}	2.10^{-6}	5.10^{-6}	10^{-5}	5.10^{-5}	
Porométrie O_f (µm)		600	400	200	150	125	100	80	60	40	20	10	

Source : « Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial sur la Communauté Urbaine de Bordeaux – Guide de réalisation », édité par la Communauté Urbaine de Bordeaux.

1.5. Mise en œuvre :

La mise en place d'un géotextile demande un soin particulier. Pour cela, on pourra se référer aux recommandations du C.F.G.G. de 1987.

Il est conseillé de préciser avant l'utilisation du géotextile ses caractéristiques et performances.

Selon son utilisation, différentes normes sont à respecter afin de garantir la conformité :

- Rôle de séparation et d'anticontamination : le géotextile doit être conforme aux normes G 38-061 et NF EN 13252.
- Rôle de drain : le géotextile doit être conforme aux normes G 38-061 et NF EN 13252.
- Rôle de protection de la géomembrane : le géotextile doit être conforme à la norme G 38-063.

Lors des travaux, il faudra :

- vérifier le bon recouvrement des bandes de géotextiles et leur remontée correcte sur les côtés de la structure,
- éviter les déchirures et les perforations (engins de chantier, aspérités, sol de mauvaise qualité),
- éviter les salissures qui provoqueraient un colmatage prématuré du géotextile.

La position du géotextile dans l'ouvrage conditionnera sa fonction :

- couche au contact du sol support : anticontamination et drainage,
- couche au-dessus d'un matériau de stockage : anticontamination et filtre,
- couche adjacente à une géomembrane : anticontamination et anti-poinçonnement.

On utilisera généralement des géotextiles de classe 4 ou 5.

Cependant en présence d'un sol fin sensible à l'eau et devant supporter des trafics de poids lourds, on préférera utiliser les classes 6 et 7.

Les Géomembranes :

2.1. Définition :

Les géomembranes sont des produits minces, souples et continus, utilisés dans les travaux publics pour assurer l'étanchéité d'une structure.

En effet, les géomembranes sont parfaitement imperméables, elles restent étanches même sous les contraintes imposées par la structure.

Les deux grandes classes de matériaux de base utilisés pour confectionner des géomembranes sont :

- Les polymères synthétiques (PVC, PEHD,…),
- Les produits à base de bitumes : - bitumes sans polymères,
  - bitumes modifiés par des polymères.

Les procédés de fabrication permettent de distinguer les catégories monoplis, multiplis, armées et composées.

2.2. Fonction :

Contrairement aux géotextiles qui peuvent avoir plusieurs rôles, les géomembranes n'ont qu'un seul rôle d'étanchéité.

Cependant, les géomembranes sont rarement utilisées seules, elles sont généralement introduites dans un Dispositif d'Etanchéité par Géomembrane (D.E.G) qui assure trois fonctions principales :

- support mécanique,
- étanchéité,
- protection.

Les géomembranes sont utilisées dans le cas :

- d'un sol support à faible portance : elles assurent une protection contre l'humidification du sol support lors du remplissage de la structure,
- d'une nappe vulnérable, proche de la surface ou utilisée pour la distribution d'eau potable.

2.3. Caractéristiques :

Les caractéristiques des géomembranes et des D.E.G. sont définies selon les normes suivantes :

Tableau 11 : Conformité des différentes caractéristiques d'une géomembrane.

Caractéristiques	Normes
Terminologie	NF P 84-500
DEG – Détermination des caractéristiques en traction	NF P 84-501
Essais sur joints – Détermination des caractéristiques en traction cisaillement	NF P 84-502-1
Essais sur joints – Détermination de la résistance en traction pelage	NF P 84-502-2
DEG – Détermination de la résistance au poinçonnement dynamique - Cas d'un support rigide - Méthode du pendule	NF P 84-506
Détermination de la résistance au poinçonnement statique des géomembranes et des DEG - Cas du poinçonnement cylindrique sans support	NF P 84-507
Comportement dans l'eau – Examen gravimétrique	NF P 84-509
Détermination des caractéristiques en souplesse	NF P 84-511-2
Mesure du niveau d'étanchéité conventionnel	NF P 84-515
Mesure de l'angle de glissement des DEG à l'aide d'un plan incliné	NF P 84-522
Caractéristiques requises pour les géomembranes et les produits apparentés utilisés dans la construction de réservoirs et de barrages	EN 13361

2.4. Performances :

Les performances et le comportement des géomembranes sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Les différentes performances des géomembranes.

	GEOMEMBRANE DE SYNTHESE		GEOMEMBRANE BITUMEUSE	
	Elastomère	*Plastomère*	*Bitume soufflé*	*Bitume modifié aux polymères*
Epaisseur	1 à 3 mm		3 à 6 mm	
Comportement général	Elastique		Viscoplastique	Viscoélastique
Comportement sous contrainte imposée	Allongement élastique constant fonction de la contrainte. La déformation disparaît avec la contrainte	Pour une contrainte supérieure au seuil d'écoulement, il se produit des déformations partiellement irréversibles après cessation de contrainte	Même comportement que les plastomères avec une valeur différente pour le seuil	Même comportement que les élastomères avec limite élastique
Comportement sous allongement imposé	Reste sous tension	Relaxation partielle de la contrainte	Relaxation de la contrainte	Reste sous tension
Influence d'une température élevée	Faible	Moyenne	Moyenne	Moyenne
Souplesse à froid	Très bonne	Bonne, variable suivant les produits	Assez bonne	Bonne à très bonne suivant la nature et la teneur des polymères
Soudure thermique	Impossible si réticulé	Très facile	Très facile	Très facile
Soudure par solvant	Impossible si réticulé	Possible suivant les produits	Sans objet	Sans objet
Collage	Facile	Facile à difficile	Facile	Facile
Vulcanisation	Possible	Sans objet	Sans objet	Sans objet

Source : « Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial sur la Communauté Urbaine de Bordeaux – Guide de réalisation », édité par la Communauté Urbaine de Bordeaux.

NOTA : Les géomembranes de synthèse en PEHD résistent très bien à l'action des agents chimiques et notamment à l'essence, aux huiles et aux graisses.

2.5. Mise en œuvre :

Comme pour les géotextiles, la mise en place des géomembranes et des D.E.G. demande un soin particulier.

On pourra se référer au Bulletin Officiel fascicule 74 et au guide S.E.T.R.A. L.C.P.C. (2001).

2.5.1. *Pour les géomembranes :*

Il faudra s'assurer :

- qu'elles ne soient pas exposées au soleil pendant de longues durées (si elles sont sensibles aux ultraviolets), ni aux intempéries,
- qu'elles ne soient pas soumises au poinçonnement, dans ce cas le risque de percer l'étanchéité est réel,

- que la zone étanchée, une fois finie, ne soit pas percée (pose de robinets pour l'arrosage d'espaces verts, pose de poteaux…) afin que l'étanchéité soit toujours assurée. Dans le cas contraire, la portance du sol support sera diminuée et le risque d'une pollution accidentelle de la nappe phréatique sera réel.

Pour leur mise en place, on pourra se référer au C.F.G.G. de 1991.

Ainsi, quelques recommandations sont à suivre en ce qui concerne :

- les manutentions diverses : les géomembranes sont déplacées à la main ou à l'aide d'engins mécanisés. Ces opérations doivent être minimisées pour limiter le risque d'endommager le matériau,
- le déroulage et le dépliage : le dépliage se fait généralement des parties supérieures vers les parties inférieures. Il faut faire attention aux zones de recouvrement entre les différents morceaux et aux remontées de l'étanchéité sur les bords de la structure,
- l'assemblage : il dépend du type de membrane (soudure thermique, par solvant, collage et vulcanisation) et les conditions climatiques doivent être optimales pour le réaliser. C'est une étape importante dont dépend directement le risque de fuite entre les deux parties assemblées.

2.5.2. ***Pour les Dispositifs d'Etanchéité par Géomembranes (D.E.G.) :***

Un dispositif d'étanchéité par géomembrane comprend :

- une structure support de la géomembrane (matériaux granulaires, composants de drainage, géotextiles anti-poinçonnants),
- une structure d'étanchéité (la géomembrane),
- une éventuelle structure de protection de la géomembrane (géotextile, couche granulaire, terre végétale,…),
- des dispositifs d'arrêt ou d'ancrage de la géomembrane sur des ouvrages annexes en béton, en tête de talus ou au contact avec un autre milieu imperméable.

Les composants du D.E.G. doivent permettre une bonne concordance entre l'étanchéité (qu'il doit assurer) et les diverses sollicitations auxquelles il va être soumis.

C'est pourquoi, avant tous travaux, il est conseillé de s'assurer des caractéristiques de la géomembrane, en particulier :

- sa résistance à l'agressivité chimique des eaux pluviales,
- sa résistance à la traction, au poinçonnement et au percement,
- son épaisseur minimale,
- sa nature.

Il est également conseillé de connaître :

- le contexte climatique local (gel, dégel, ensoleillement, vent,…),
- l'environnement hydrodynamique (nappe sous pression,…),
- les conditions d'entretien et de maintenance.

Les Géosynthétiques Bentonitiques :

3.1. Définition :

Les géosynthétiques Bentonitiques (G.S.B.) sont issus d'un procédé qui consiste à assembler par aiguilletage une couche de bentonite sodique naturelle prise en sandwich entre deux couches de géotextiles, sur toute la surface et au travers des trois couches.

3.2. Fonction :

- De la bentonite sodique naturelle :

  La bentonite sodique naturelle a comme principale fonction d'assurer l'étanchéité du G.S.B..

  Sous l'effet de l'eau, la bentonite, recouvrant les bords de deux pans de G.S.B. posés l'un sur l'autre, va permettre la jointure tout en assurant une parfaite étanchéité.

  Si le G.S.B. venait à se percer, le passage de l'eau provoquerait une autoréparation immédiate de l'ensemble grâce à la bentonite située entre les deux couches de géotextile.

- Du G.S.B. :

  Le G.S.B. a pour fonction d'assurer l'étanchéité d'un ouvrage de rétention.

3.3. Caractéristiques :

Tableau 13 : Conformité des différentes caractéristiques d'un G.S.B.

Caractéristiques	Norme
Masse surfacique	EN 965
Epaisseur à l'état sec	EN 964-1
Perméabilité	DIN 18130 / ASTM D 5887
Valeur de flux	DIN 18130 / ASTM D 5887
Résistance au pelage	EN ISO 10319 / ASTM D 6496
Résistance à la traction Sens production/sens travers	EN ISO 10319 ASTM D 4595
Allongement à l'effort maximal SP/ST	EN ISO 10319 / ASTM D 4595

3.4. Performances :

Les liaisons fibreuses par aiguilletage des trois couches géotextile/bentonite/géotextile confèrent à l'ensemble une excellente résistance au cisaillement.

Les G.S.B. possèdent des capacités très élevées d'auto-cicatrisation et de réparation d'une géomembrane adjacente.

Tableau 14 : Les différentes performances d'un G.S.B.

Caractéristiques	Valeur	Unité
Masse surfacique	5000	g/m^2
Epaisseur à l'état sec	6,0	mm
Perméabilité	$2*10^{-11}$	m/s
Valeur de flux	$5*10^{-9}$	$(m^3/m^2)/s$
Résistance au pelage	>60	N/10cm
	>360	N/m
Résistance à la traction Sens production/sens travers	12,0/12,0	kN/m
Allongement à l'effort maximal SP/ST	10,0/6,0	%

3.5. Mise en œuvre :

La mise en œuvre d'un G.S.B. doit se faire conformément à ce qui est préconisé par le fabriquant.

La pose de ce matériau est facile et simpliste puisque l'on n'a pas besoin de faire les joints de raccordement avant l'enfouissement.

Matériaux de surface :

4.1. Pavés non poreux :

Les pavés non poreux sont utilisés en surface perméable ou imperméable :

- dans le premier cas le drainage s'effectue par les joints ou par des perforations,
- dans le second cas il s'effectue par un système de drainage latéral (caniveau,…).

Les pavés non poreux doivent être conformes à la norme NF P 98-303.

4.2. Dalles non poreuses :

Des dalles non jointives posées sur plots peuvent constituer la surface de réservoir des eaux pluviales pour des espaces piétons en terrasses par exemple.

Les dalles non poreuses en béton doivent être conformes à la norme XP P 98-307.

4.3. Autres matériaux utilisés en surface :

Ils peuvent être des dalles gazon, des pavés ou paletages en bois, des structures végétalisées (gazon, gazon avec fibres,…), des granulats agglomérés à la résine, des polymères (aires de jeux,…).

Ils seront choisis et utilisés selon la nature et l'environnement (naturel et humain) de l'ouvrage, ainsi que selon le type d'aménagement envisagé.

Les géogrilles :

Elles participent à la tenue, la protection et le renforcement des talus, soit seules, soit en association avec un ou plusieurs produits comme des géocomposites.

Les caractéristiques des géogrilles sont fonction des conditions de site et d'usage.

Autres matériaux utilisés pour la protection superficielle des berges et talus :

Il s'agit entre autres de dispositifs anti-batillage, d'enrochements, de rondins. Ils peuvent être utilisés pour la réalisation des bassins, fossés et noues.

On se référera au Bulletin Officiel fascicule 35 (article N 2.2.8 *Matériaux anti-érosion*) pour toute conformité aux normes et mises en œuvre.

Les films de protection :

Ils sont réservés à des utilisations non contraignantes en termes de protection de l'environnement et sous de faibles sollicitations mécaniques (aménagement paysager d'une noue par exemple).

Dans tous les cas, ils sont protégés par un géotextile ou de la terre végétale.

Les films de protection n'entrent pas dans la définition des géomembranes, du fait de leur nature, de leur épaisseur et/ou de leur largeur de conditionnement.

Ils ne font l'objet d'aucune procédure de certification.

Géospaceurs et géodrains :

Ce sont des structures polymères tridimensionnelles entretenant un espace entre deux matériaux, en général des géotextiles pour les géospaceurs ou en association d'un géotextile à forte transmissivité et de mini drains espacés régulièrement pour les géodrains.

Ils sont utilisés dans le cas de structures d'étanchéité pour la dissipation des pressions interstitielles air et eau.

Les caractéristiques de transmissivité et de résistance à la traction sont indiquées sur les fiches des constructeurs en fonction des usages.

L'entrepreneur doit vérifier que la transmissivité et la résistance à la traction sont compatibles avec les sollicitations induites par l'ouvrage.

Systèmes d'évacuation et de drainage :

Les composants de ces systèmes doivent être conformes aux normes.

Les drains doivent notamment être conformes aux normes NF P 16-341 et NF P 16-351.

Les drains utilisés sont des drains routiers de classe de résistance CR4 ou CR8, même sous surfaces non circulées.

9.1. Différents types d'usage :

Au sein de la structure, on distingue deux types de drain :

- Les drains de diffusion assurant la répartition dans la structure réservoir des eaux collectées.

Bien que les drains avec cunette conviennent pour la diffusion (à condition de placer la partie non perforée vers le haut), les drains sans cunette seront utilisés de préférence. Ils permettent une bonne diffusion de l'eau dans toutes les directions, évitant toute stagnation de l'eau dans la structure.

- Le drain principal, placé dans l'axe de la structure (en fond ou au sommet selon le type de structure). Dans ce cas, on utilisera de préférence les drains à cunette étanche car ils permettent le transport des matières en suspension à l'exutoire.

La position du drain quant à elle sera fonction de l'action recherchée, c'est à dire s'il s'agit d'une action de rétention ou d'infiltration.

- Pour une action de rétention : les drains seront positionnés en fond de structure pour assurer l'évacuation de l'eau hors de la structure (vidange).
- Pour une action d'infiltration : les drains seront positionnés le plus haut possible dans la structure pour permettre le « ruissellement » sur les matériaux de stockage.

9.2. Section des drains :

Quel que soit le rôle des drains, diffusion ou évacuation, leur section ouverte minimale doit être de 75 cm^2, avec une dimension minimale intérieure de 200 mm pour un drain de diffusion et 300 mm pour un drain principal, ceci pour permettre le passage d'une caméra ou d'une hydrocureuse.

La section d'un drain est calculée selon son usage :

- Dans le cas où le drain serait alimenté par un ouvrage d'entrée et assurerait une fonction de diffusion, il faut veiller à ce que les drains puissent accepter la totalité du débit entrant. Pour cela, il faudra se reporter aux plans de drainage et aux abaques fournis par les constructeurs, en considérant que les diamètres usuels varient entre 200 mm et 355 mm.
- Dans le cas où le drain servirait de vidange à une structure réservoir, il peut jouer le rôle d'organe de régulation si sa section d'extrémité permet d'assurer un débit de fuite équivalent à celui autorisé.

Regards et boîtes de branchement :

Conformément au Bulletin Officiel fascicule 70, des regards doivent être placés en amont et en aval des ouvrages, ainsi qu'aux points singuliers du système.

Toute connexion de drains ou de canalisations doit être équipée d'un regard ou d'une boîte de branchement.

Caniveaux de surface et caniveaux hydrauliques :

Il existe deux types de caniveaux :

- les caniveaux préfabriqués,
- les caniveaux coulés en place.

Pour fixer les caractéristiques dimensionnelles et mécaniques, on pourra se référer :

- pour les caniveaux de surface, au Bulletin Officiel fascicule 31,
- pour les caniveaux hydrauliques, à la norme européenne EN 1433.

On s'efforcera d'adapter le dispositif de recueil des eaux dans le caniveau à la stratégie (de récupération des solides transportés) choisie, récupération soit à l'amont soit à l'aval du système.

Cloisons :

Les cloisons utilisées doivent être conformes aux exigences et aux normes précisées dans le Bulletin Officiel fascicule 70.

- Les cloisons utilisées dans les fossés et les noues sont maçonnées, végétalisées ou constituées de géomembranes, elles comportent ou non des orifices selon qu'il s'agit d'ouvrages de rétention ou d'infiltration.

- Les cloisons utilisées dans les tranchées sont constituées :
  - de géomembranes étanches à caractéristiques mécaniques leur permettant de résister aux agressions des matériaux,
  - de murets en matériaux très peu ou peu perméables.

Dans les tranchées, les cloisons sont utilisées si l'eau est introduite par l'intermédiaire d'un réseau. Elles permettent d'augmenter la capacité de stockage sur les terrains en pente.

Elles sont indispensables pour les terrains en pente et pour le franchissement d'obstacles superficiels (noues, accès particuliers, carrefours,…).

Systèmes de régulation et de limitation du débit :

Les caractéristiques des matériels et équipements sont adaptées à la quantité et à la qualité des effluents à évacuer et permettent une exploitation aisée.

Pour ces systèmes, des dispositions particulières peuvent être fixées dans un C.C.T.P.

Les ouvrages de régulation sont placés à l'aval de la structure, ils limitent le débit à la sortie, permettant de restituer à l'exutoire un débit réduit et constant.

Plusieurs cas de figure se présentent :

- la structure s'autorégule par son propre système de ballast ou de drain et ne nécessite pas de régulateur,
- il est nécessaire d'envisager une régulation par l'aval :
  - pour les forts débits, un régulateur ou limiteur de débit peut être nécessaire,
  - pour les faibles débits (inférieurs à 5 l/s), on utilise des petits orifices ou des ajustages.

Surverses de sécurité :

Elles doivent être conformes aux exigences et aux normes précisées dans le Bulletin Officiel fascicule 70.

Pour tous les ouvrages, de rétention et d'infiltration, il est indispensable de placer un système de sécurité ou de trop-plein pour évacuer l'eau vers un exutoire en cas de dysfonctionnement de l'ouvrage (colmatage, pluie exceptionnelle,…).

Un clapet anti-retour doit être installé lorsque existe le risque d'une montée des eaux dans le réseau ou le milieu récepteur en aval de l'ouvrage, pouvant alors perturber le fonctionnement de celui-ci (introduction d'eaux usées dans les eaux pluviales par exemple).

Systèmes de mise à l'air et clapet de décharge :

Ces dispositifs doivent être mis en place dans les cas suivants :

- sous l'étanchéité, en cas de matières organiques sous-jacentes,
- pour lutter contre la poussée hydrostatique due aux fluctuations de la nappe phréatique,
- si l'étanchéité n'est pas prévue pour résister à des surpressions de remontée de la nappe,
- si la nappe située sous l'étanchéité risque de remonter à un niveau supérieur à l'étanchéité,
- pour évacuer l'air présent dans un réservoir enterré en cas de remplissage rapide,
- dans les canalisations, en amont et en aval de ces ouvrages.

On veillera à placer les évents au point haut des ouvrages.

Les systèmes de mise à l'air doivent être conformes aux exigences et aux normes précisées dans le Bulletin Officiel fascicule 74.

Systèmes anti-racines :

Un système anti-racines doit être installé dans le cas où des arbres sont situés ou prévus à proximité de certains ouvrages, à savoir les puits, les tranchées, les ouvrages à structure réservoir ou encore les réseaux surdimensionnés.

Il évite que les racines perforent la membrane étanche, endommagent la structure réservoir ou colmatent les ouvrages hydrauliques.

Le système anti-racines est constitué d'un géotextile dense enduit ou non d'un produit répulsif pour éloigner les racines.

Les systèmes anti-racines doivent être conformes aux exigences et aux normes précisées dans le Bulletin Officiel fascicule 74.

Ouvrages destinés à recevoir les systèmes de mesure et de contrôle :

Les installations ou ouvrages soumis à autosurveillance ou à contrôle réglementaire doivent permettre la mise en œuvre de matériels de mesure de la quantité et/ou de la qualité des effluents.

Pour ces ouvrages, des dispositions particulières peuvent être fixées dans un C.C.T.P.

Engazonnement et Plantations

L'un des avantages majeurs des techniques alternatives est de permettre (pour la majorité d'entre elles) un aménagement paysager.

Ainsi, les bassins de rétention et d'infiltration, les tranchées, les fossés et les noues peuvent être engazonnés et pourvus de plantations. Ce qui leur donne un aspect visuel très agréable et très intéressant surtout en zones urbaines et périurbaines.

De plus, outre l'aspect visuel, intervient aussi l'aspect environnemental car, comme cela a été exposé dans la partie « Les techniques alternatives, actrices de la dépollution des eaux pluviales », la présence de végétation dans les techniques alternatives accroît considérablement leur pouvoir de dépollution.

Mise en œuvre :

Les travaux d'engazonnement et de plantations doivent se faire conformément au Bulletin Officiel fascicule 35.

Il conviendra en particulier de :

- mettre en place un substrat permettant d'installer les plantes aquatiques ou amphibies pourvues d'un système racinaire,
- choisir la période de plantation en fonction de la période de remise en eau des ouvrages, fonction elle-même de la période de retour des intempéries,
- respecter la position des végétaux de l'extérieur vers l'intérieur de l'ouvrage : arbres et arbustes, plantes hélophytes, hydrophytes,
- choisir pour les berges une végétation à base d'espèces naturelles hélophytes telles que celles présentes dans les étangs naturels voisins,
- choisir des espèces adaptées à la profondeur en eau et à la nature des sols,
- éviter les plantes envahissantes telles que la jussie ou l'élodée,
- prévoir une implantation permettant l'accès et la circulation des engins d'entretien.

Lors de la conception d'un bassin en eau, il est fortement conseillé de réaliser des berges en profil emboîté, profil comparable à des marches d'escalier (cf. schéma p.63 : « Les différentes plantes d'un bassin. »).

Suivant la profondeur de la marche, c'est-à-dire suivant la hauteur d'eau, différentes espèces de plantes se développeront. Ceci permet suivant les conditions et leur affinité avec l'eau, une colonisation naturelle qui aboutira à des berges « hiérarchisées » et donc à un bassin sain sur le long terme.

Aménagement végétal :

2.1. Gazons :

Les gazons doivent résister à l'eau et à l'arrachement. On pourra utiliser entre autres :

- l'herbe des Bermudes,
- le pueraire hirsute,
- le pâturin des prés,
- le brome inerme.

2.2. Arbres et arbustes :

Le choix d'une essence d'arbre ou d'arbuste résulte d'une adéquation entre sa valeur paysagère, ses besoins hydriques et ses caractéristiques physiques (stabilisation des berges).

Ils doivent :

- permettre une bonne intégration paysagère de l'ouvrage au sein de l'opération,
- pouvoir s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau en fonction de leur position dans le bassin et de la fréquence d'inondabilité.
- assurer la stabilité des berges et talus. Le choix se porte sur des essences dont le système racinaire est pivotant, fasciculé ou charnu. (cf. ci-après II.C.1. Les systèmes racinaires)

Il est déconseillé de planter des arbres de hautes tiges sur les talus d'une digue de hauteur importante pour ne pas risquer une déstabilisation en période de vent important.

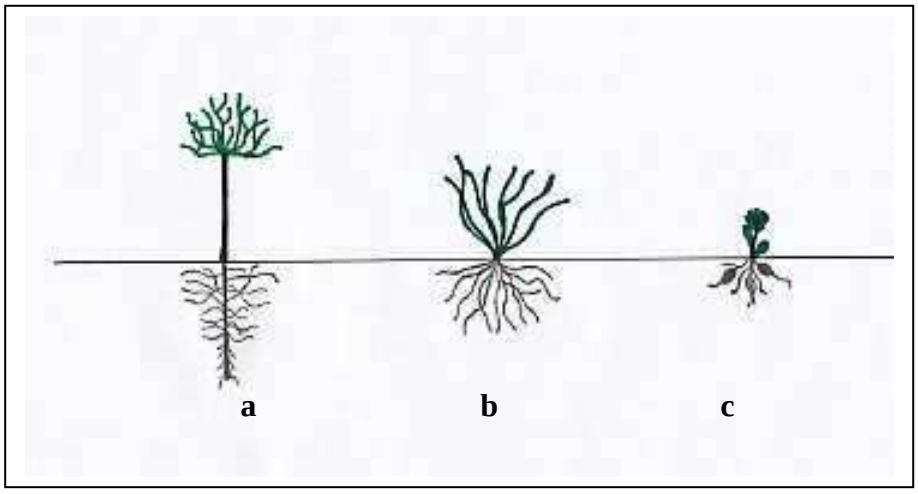
Il est conseillé de limiter la présence d'arbres à feuilles caduques, pour limiter l'entretien courant (feuilles pouvant obstruer l'exutoire).

2.3. Plantes :

Les plantes adaptées au milieu aquatique sont les plantes hélophytes et hydrophytes.

2.3.1. *Les systèmes racinaires :*

Les plantes utilisées doivent avoir un système racinaire permettant une stabilisation du sol, c'est-à-dire les systèmes racinaires pivotant, fasciculé et charnu.



a. Le système racinaire pivotant :

Il est composé d'une racine principale de forme conique prédominant par sa taille et servant de pivot, sur laquelle viennent se ramifier des racines secondaires très nombreuses et beaucoup plus petites.

Les plantes pourvues de ce système racinaire s'enfoncent très profondément dans le sol et permettent ainsi :

- de fixer les berges en réduisant l'érosion,
- de protéger les bassins de l'ensablement,
- de stabiliser de façon pérenne les digues.

b. Le système racinaire fasciculé :

Il est composé de nombreuses racines de même importance disposées en faisceau. Elles ne dérivent pas d'une racine principale et possèdent une origine commune.

c. Le système racinaire charnu :

Il est composé de racines tubéreuses c'est-à-dire renflées comme des tubercules.

2.3.2. ***Les plantes aquatiques :***

a. Les plantes hélophytes :

Plantes des lieux humides dont les racines se développent dans un substrat gorgé d'eau (marécages) alors que leur système reproducteur et végétatif (tige et fleurs) reste hors de l'eau.

Suivant les sujets, les racines ont besoin de plus ou moins de profondeur d'eau, certaines sont presque des plantes de berge car elles supportent de rester un certain temps, assez court tout de même, dans une terre marécageuse humide.

On peut citer comme exemple les Massettes (*Typha*) ou les Scirpes lacustres qui sont des hélophytes hautes, et les Butomes (*Butomus umbellatus*), les Rubaniers, les Iris ou les Scirpes des marais qui sont des hélophytes basses.

b. Les plantes hydrophytes :

Elles sont entièrement submergées et adaptées à la profondeur de l'eau dans laquelle elles vivent, à sa teneur en éléments nutritifs et à la vitesse d'écoulement de l'eau.

On distingue trois familles de plantes hydrophytes :

- les plantes flottantes, qui flottent librement à la surface de l'eau sans être enracinées, comme les Lentilles d'eau (*Lemna*), les Laitues d'eau, les Jacinthes d'eau ou les Grenouillettes,
- les plantes à feuilles flottantes, qui s'enracinent sur le fond de l'eau et forment des feuilles et des fleurs qui s'épanouissent à la surface, comme par exemple les Nénuphars (*Nymphaea*, *Nuphar lutea*), les Nymphéas, les Lotus ou les Renoncules aquatiques,
- les plantes submergées (immergées), qui vivent entièrement sous l'eau et dont seules les fleurs atteignent la surface, comme chez l'Elodée du Canada (*Elodea*), la Vallisnérie (*Vallisneria*) ou l'Urticulaire commune.

Le schéma ci-après est une représentation d'un aménagement possible intégrant les différentes familles citées.

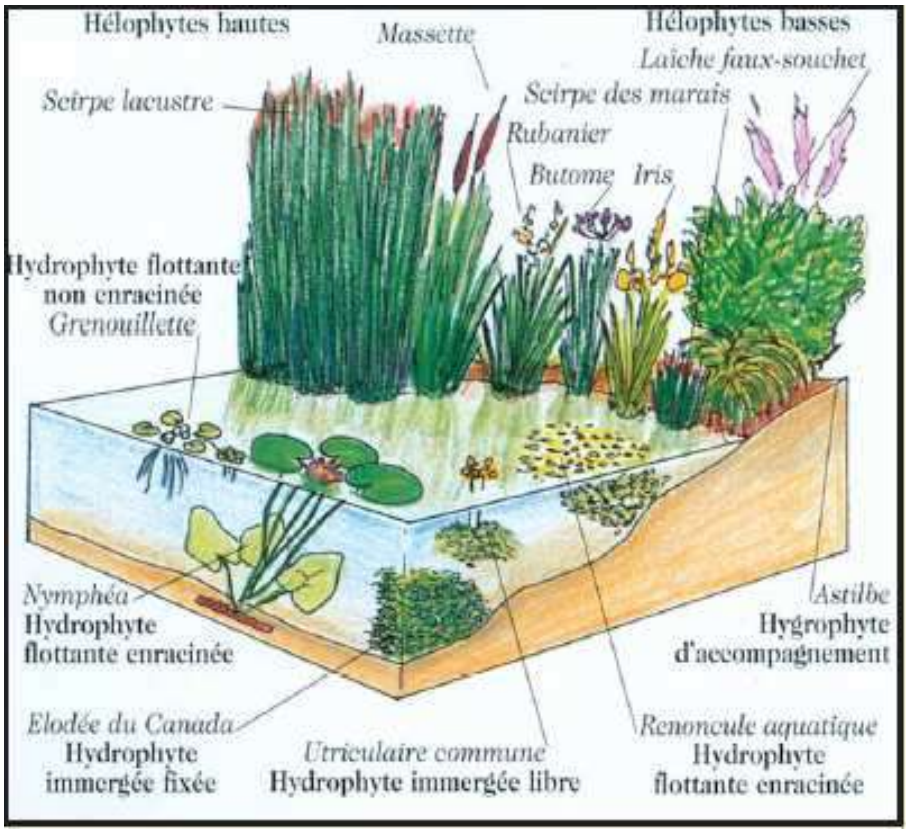


Schéma : les différentes plantes d'un bassin

2.3.3. ***Importance des plantes aquatiques :***

Toutes les plantes que nous venons de décrire sont très importantes dans le milieu naturel aquatique, elles garantissent sa bonne santé en oxygénant le milieu et en épurant l'eau et les sols.

Le tableau 15 regroupe des informations à prendre en compte pour recréer l'écosystème d'un étang naturel.

Tableau 15 : Rôle et importance des plantes aquatiques.

TYPE DE PLANTES AQUATIQUES	IMPORTANCE	RÔLE
Plantes submergées	Essentielles	Oxygènent et épurent l'eau
Plantes à feuilles flottantes	Essentielles	Ombragent et épurent l'eau
Plantes flottantes	Non essentielles	Ombragent et épurent l'eau
Plantes des lieux humides	Non essentielles	Leurs racines épurent l'eau

Source : Brochure à fleurs d'eau, 22 pages.

L'aménagement végétal d'un ouvrage d'assainissement pluvial ne doit pas se faire dans ce sens là, mais en considérant les plantes qui permettront de dépolluer au mieux l'eau stockée et les sols, et qui permettront également de rendre l'ouvrage stable et sûr.

D'une manière générale, la famille de végétaux la mieux adaptée à la dépollution des eaux pluviales est la famille des macrophytes, comprenant les roseaux, les joncs, les massettes ou encore les nénuphars.

CONCLUSION

L'urbanisation toujours plus grandissante nous oblige à prendre en considération de nouvelles problématiques soulevées par l'impact observé. Touchant divers domaines, dont celui des eaux de pluie et de ruissellement, nous sommes amenés à mettre en œuvre des outils réglementaires et techniques afin de limiter les risques potentiels, qu'ils soient d'ordre quantitatif ou d'ordre qualitatif.

Ainsi une évolution sur le mode de gestion des eaux de pluie et de ruissellement doit être menée.

Cette évolution permettant non seulement de garantir la sécurité et la salubrité publiques, mais également de protéger le milieu naturel. Dans un futur proche, l'eau de pluie pourrait constituer une ressource non négligeable.

Les techniques alternatives présentées dans cet ouvrage, constituent les nouveaux moyens d'action permettant de répondre à la problématique de gestion des eaux pluviales.

La diversité des solutions et la possibilité de coupler les principes de rétention et d'infiltration, permettent aux techniques alternatives de s'adapter à n'importe quel milieu, n'importe quelle situation et de répondre aux exigences de n'importe quel projet.

ANNEXES

Annexe 1 : Zonage « Aptitude du sol à l'infiltration des eaux pluviales ». 68

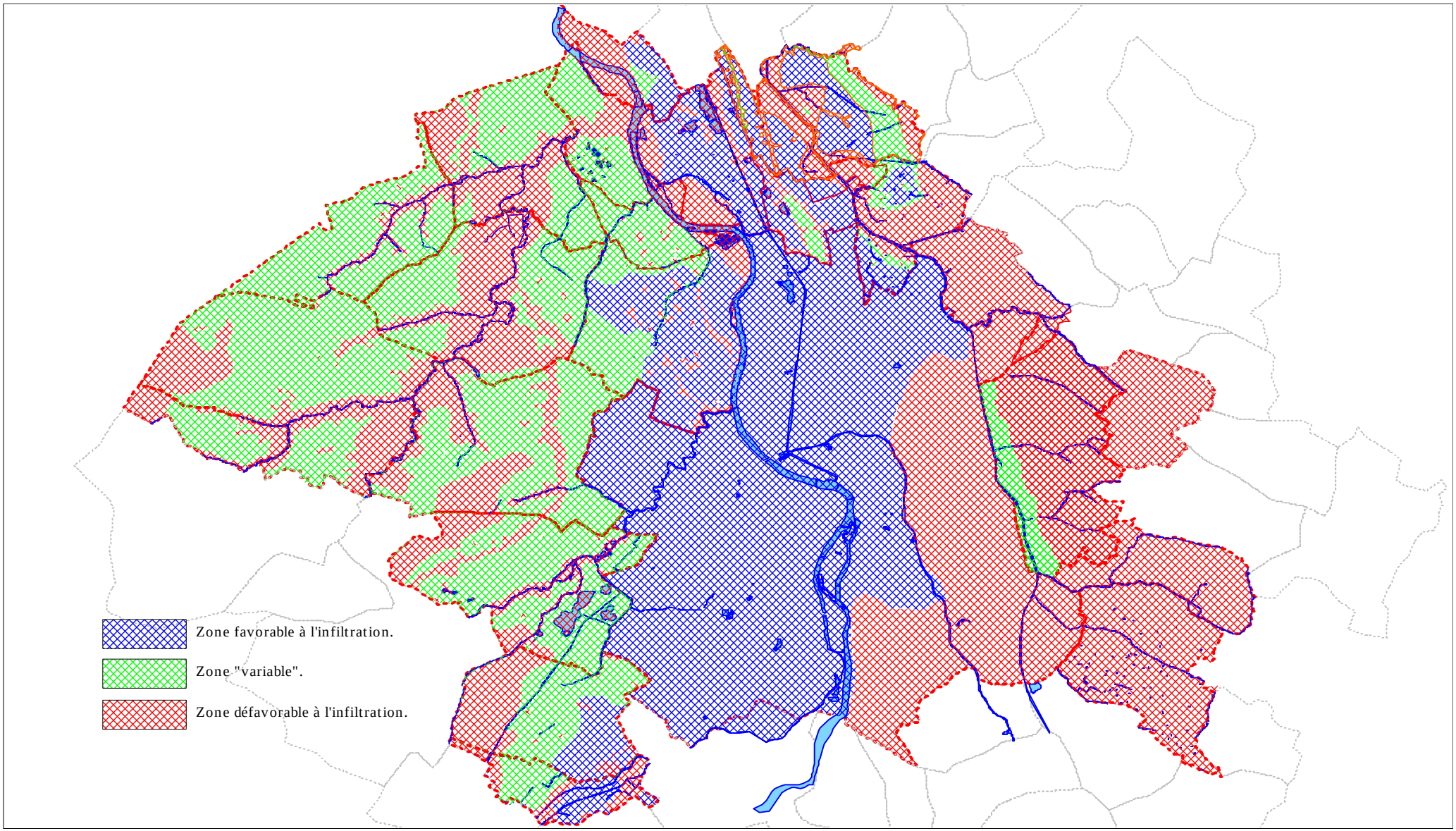
Annexe 2 : Schémas de principe des ouvrages alternatifs pluviaux. 69
I. « Les Bassins de rétention. » 69
II. « Le surdimensionnement de réseau. » 75
III. « Les structures réservoirs. » 76
IV. « Les Tranchées. » 79
V. « Les bassins d'infiltration. » (enterrés) 80
VI. « Les puits d'infiltration. » 81
VII. « Les Noues et Fossés. » 83
VIII. « Les toits stockant. » 86
IX. Exemple d'association de techniques alternatives : Noue + tranchée drainante + bouche d'engouffrement. 88

Annexe 3 : Schémas de principe d'ouvrages particuliers 88
I. « Tête d'aqueduc sécurisé. » 89

Annexe 4 : Aide au choix d'une technique. 90

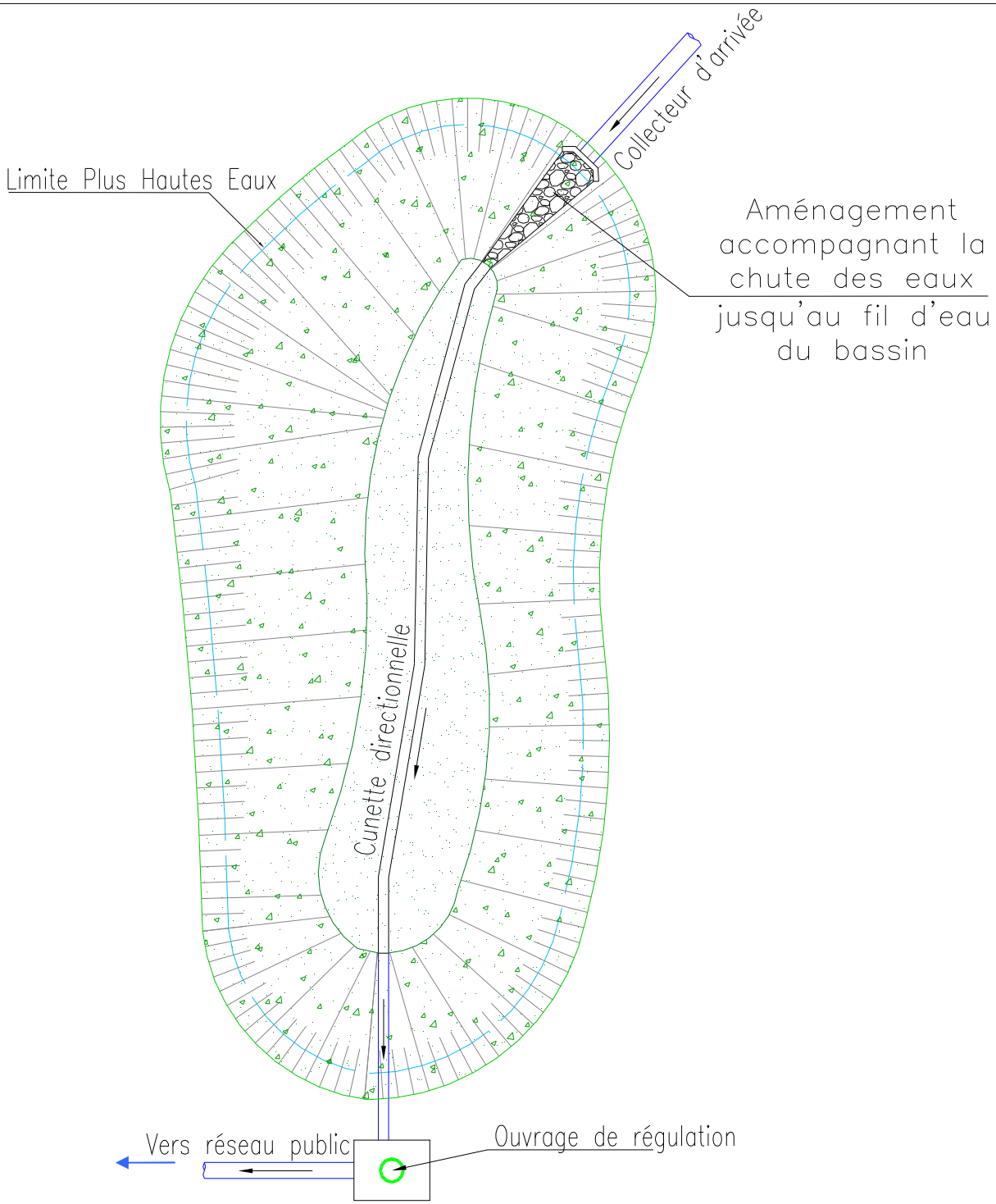
Annexe 5 : Normes et textes réglementaires. 92
I. « Recueil des normes pour la conformité des matériaux. » 92
II. Cadre réglementaire et textes législatifs. 93

Annexe 1 : Zonage « Aptitude du sol à l'infiltration des eaux pluviales »

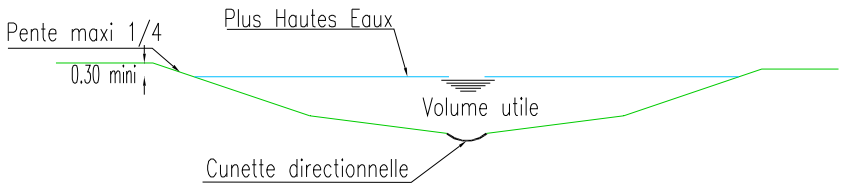


LES BASSINS A SEC - Schéma de principe
Alimentation directe

Vue en plan

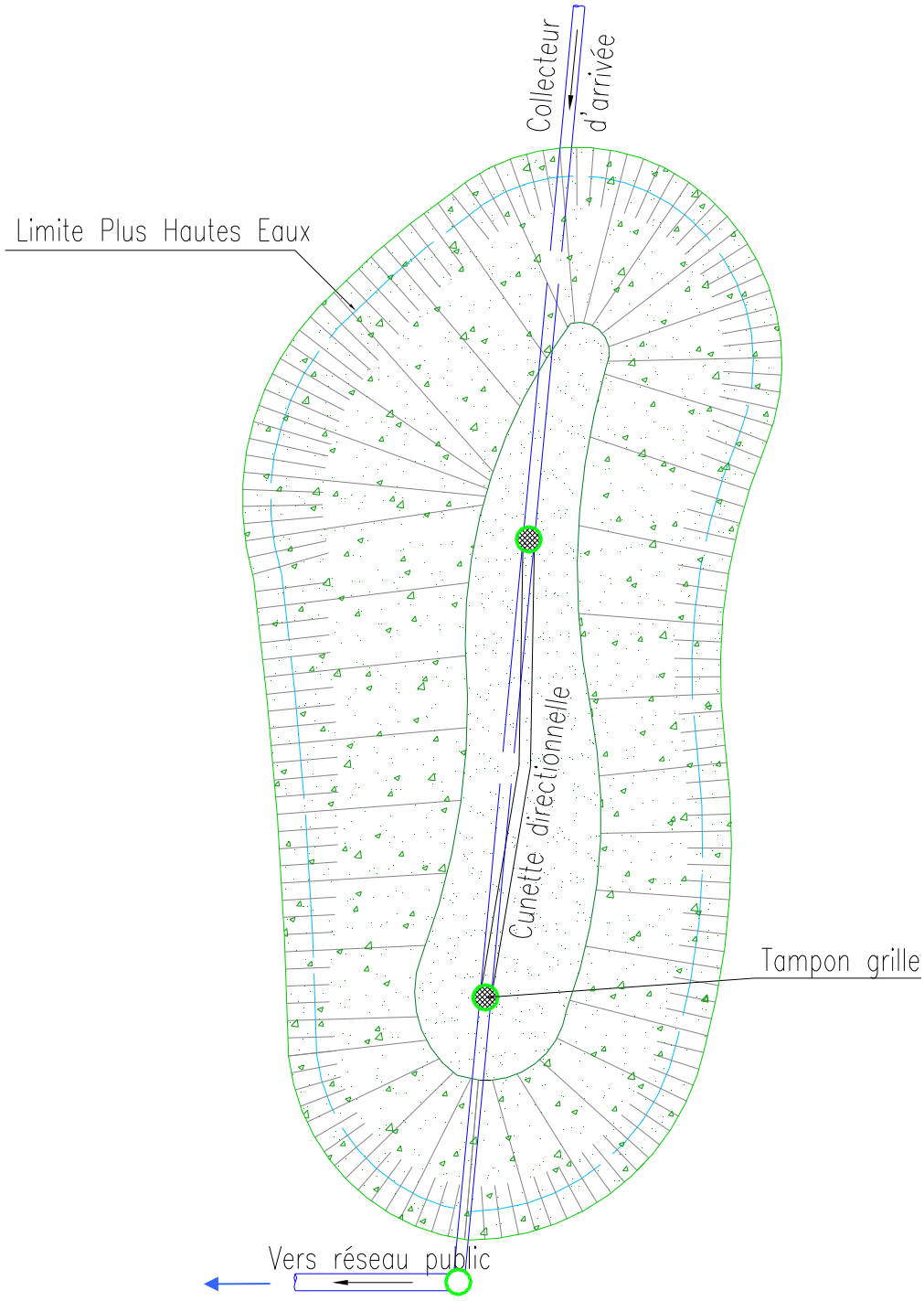


Profil en travers

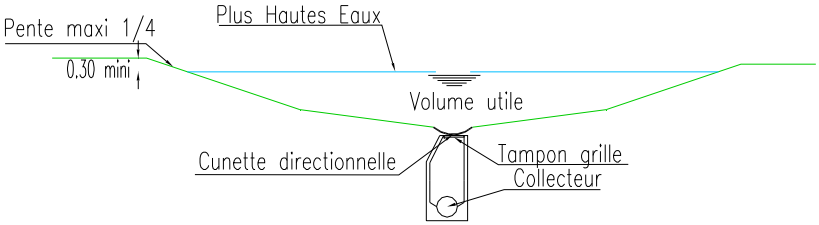


LES BASSINS A SEC - Schéma de principe
Alimentation par mise en charge du réseau et débordement

Vue en plan

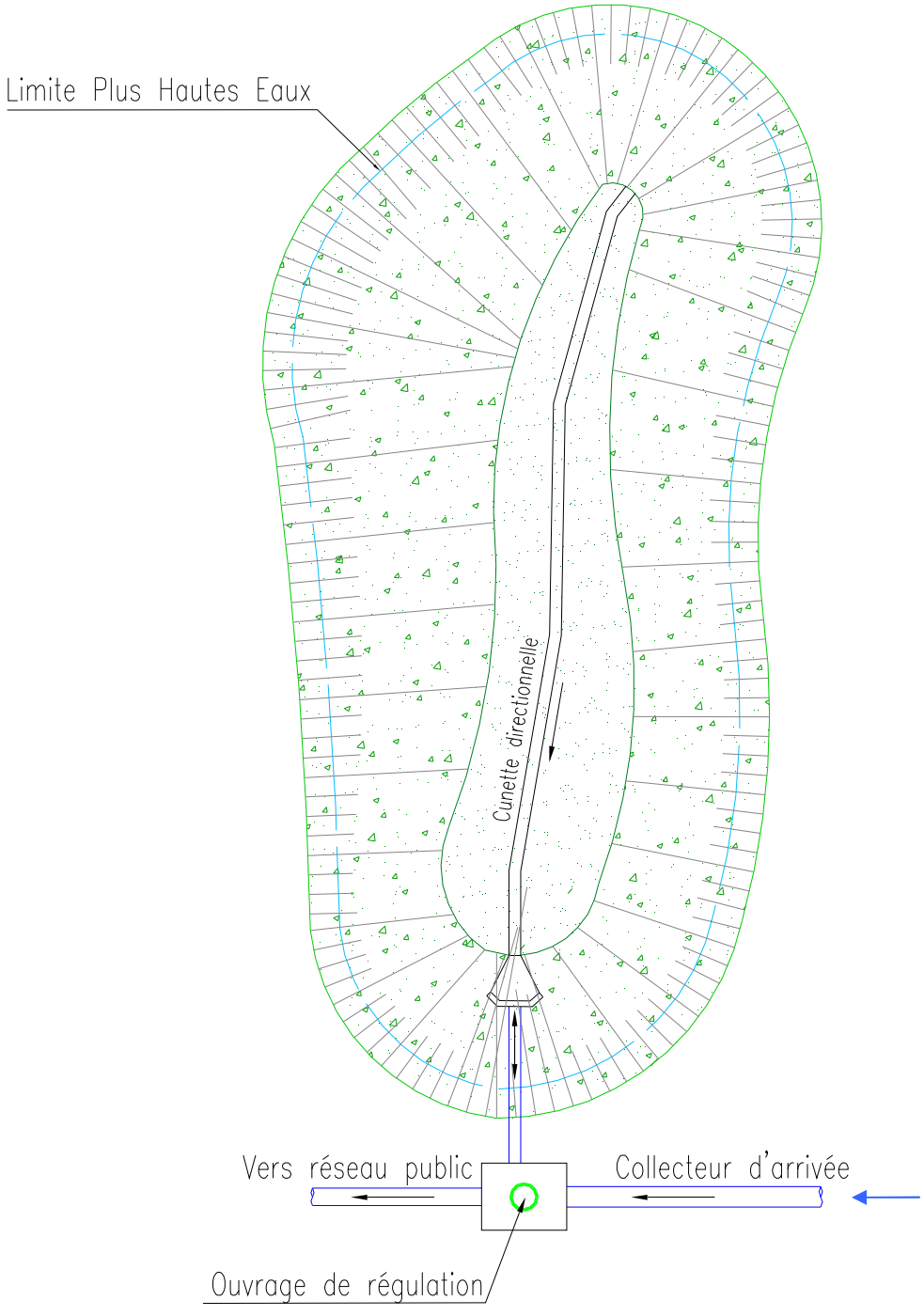


Profil en travers

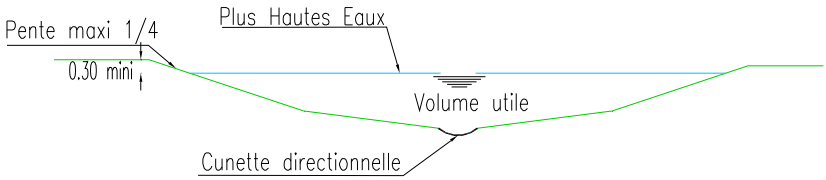


LES BASSINS A SEC - Schéma de principe
Alimentation par mise en charge et débordement sur le coté

Vue en plan

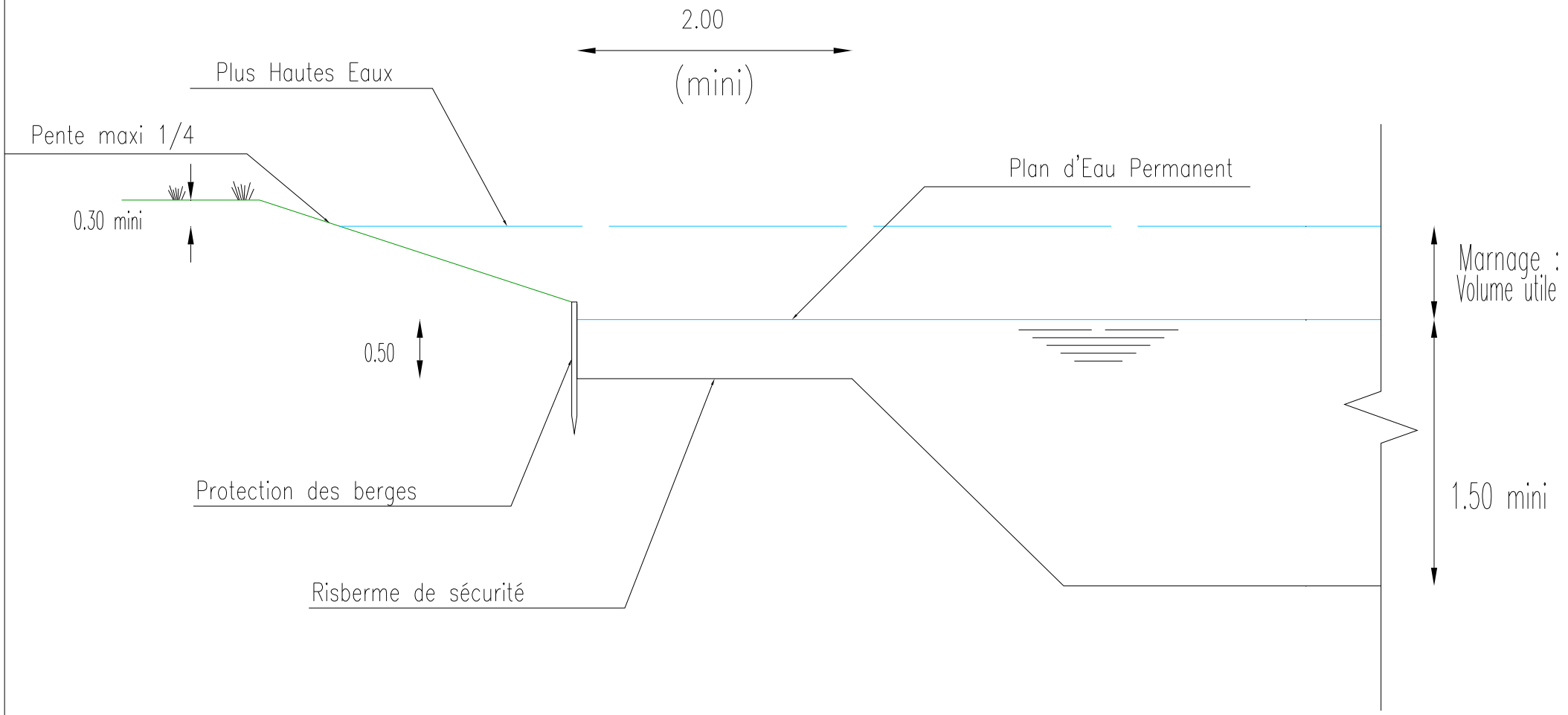


Profil en travers



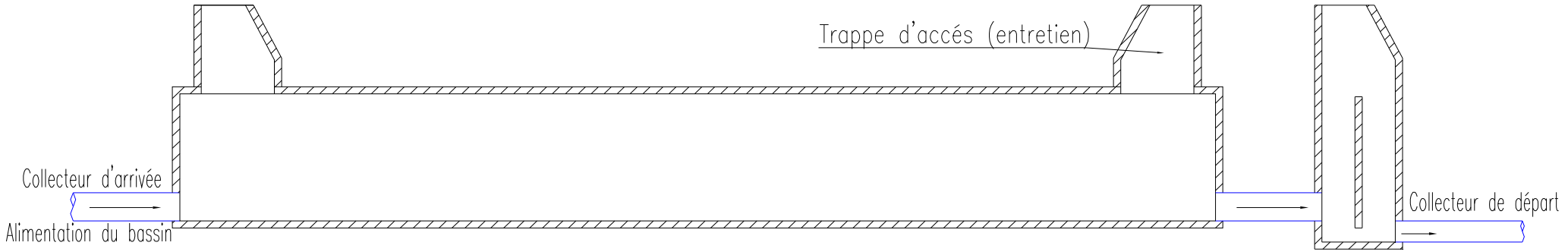
LES BASSINS EN EAU
Schéma de principe

Profil en travers type de la berge



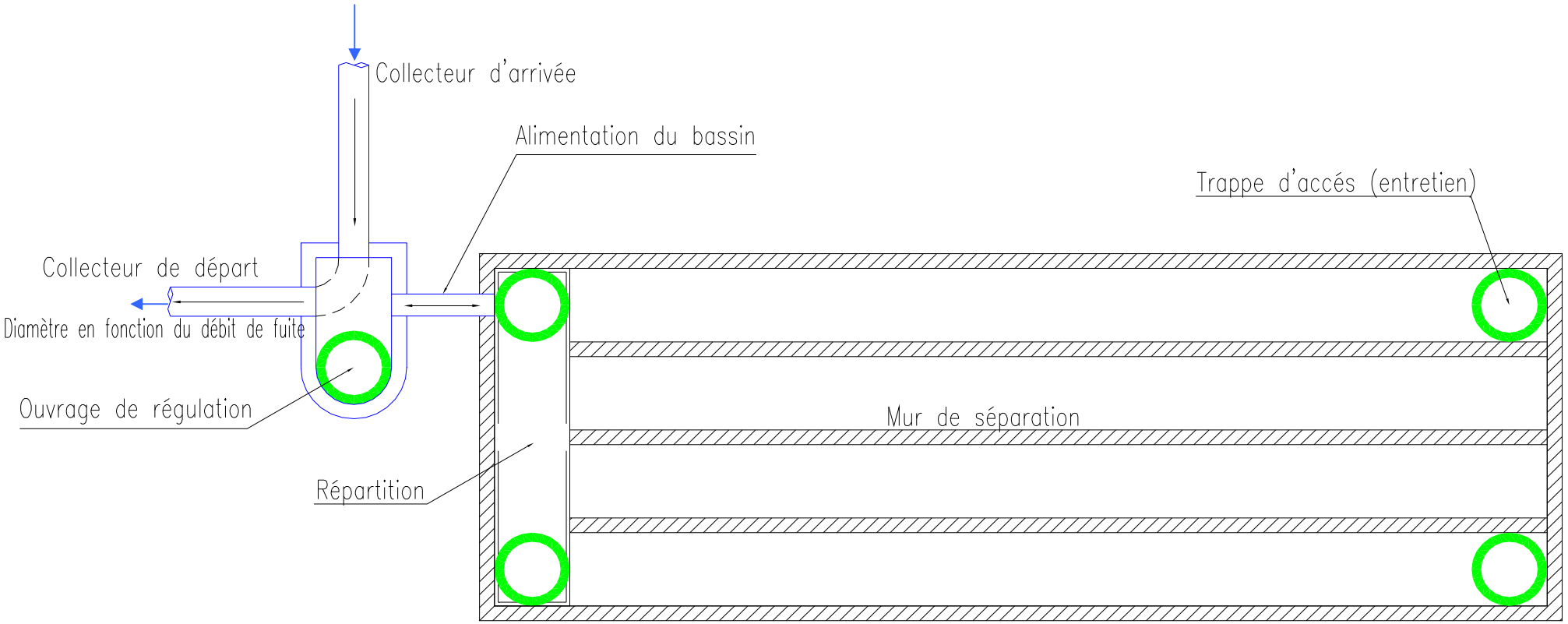
LES BASSINS COUVERTS - Schéma de principe
Alimentation directe

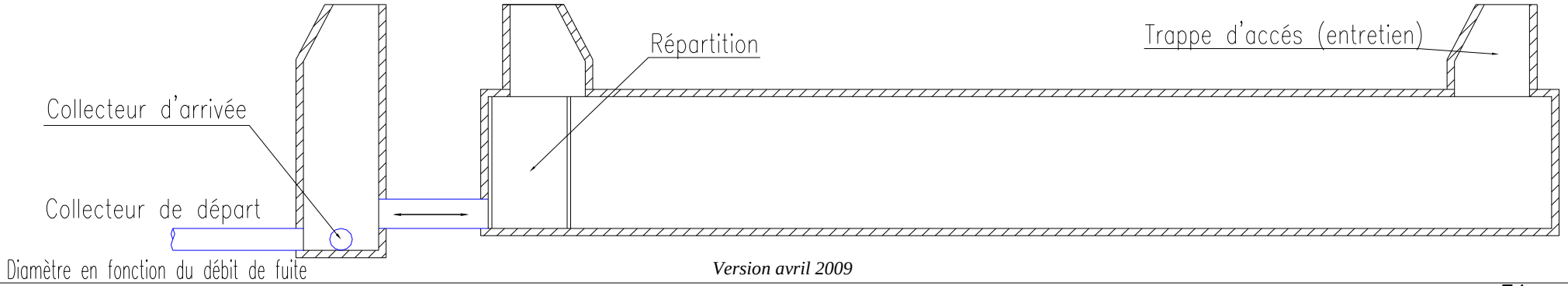




LES BASSINS COUVERTS - Schéma de principe

Alimentation par mise en charge et débordement sur le coté

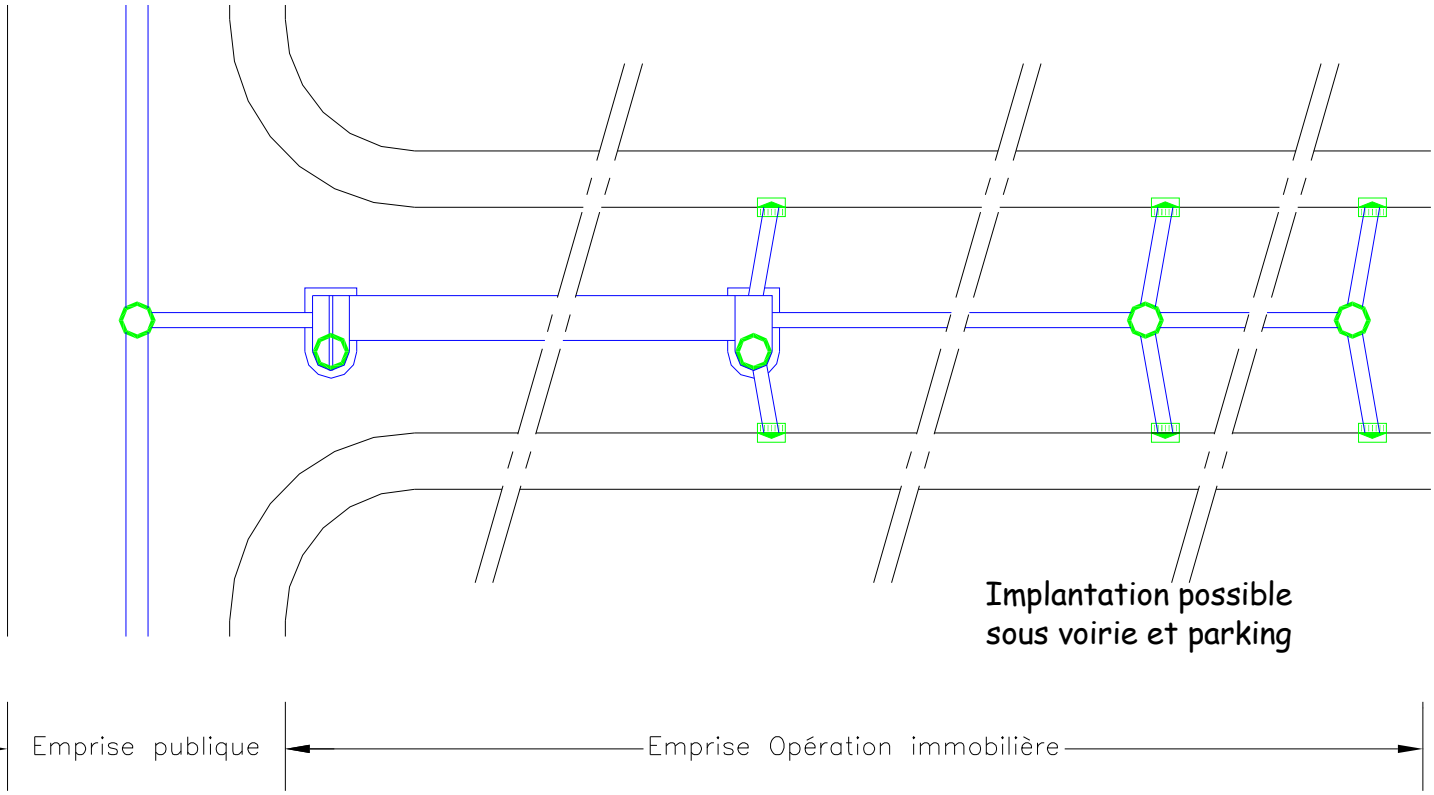




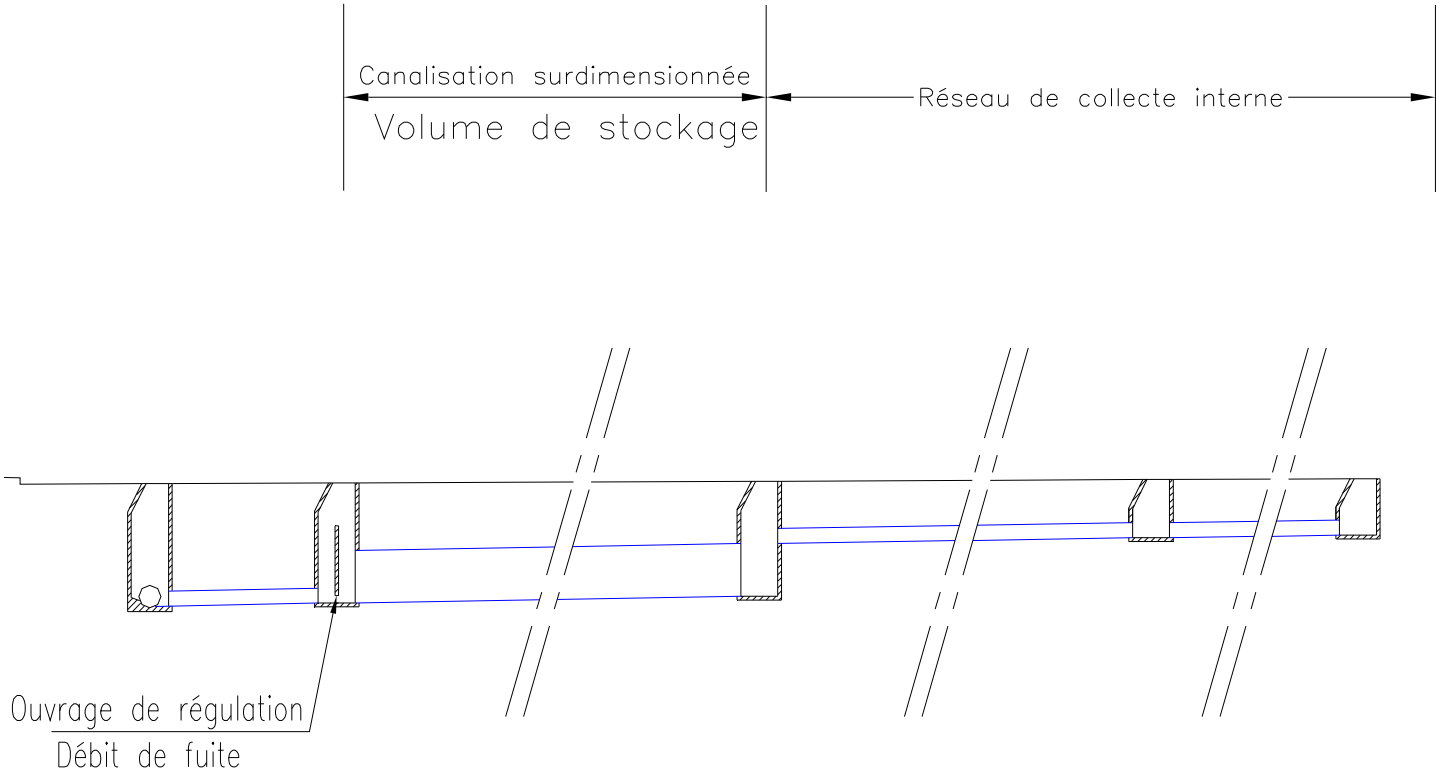
LES CANALISATIONS SURDIMENSIONNEES

Schéma de principe

Vue en plan

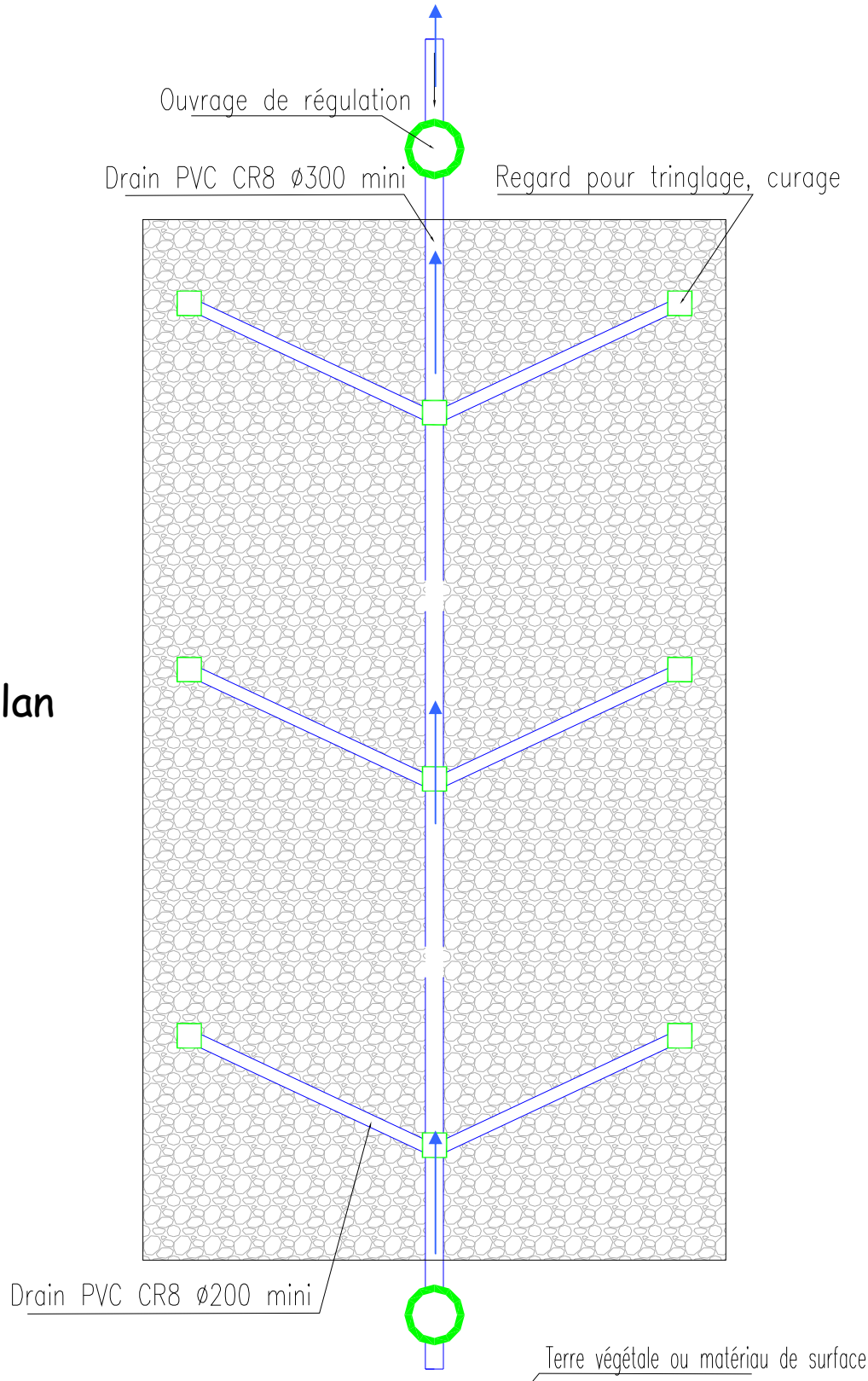


Profil en long

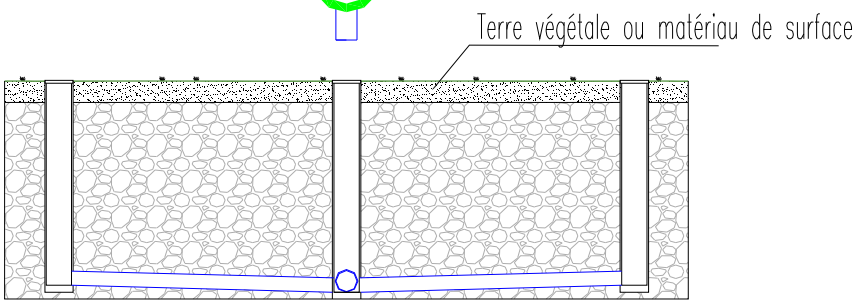


STRUCTURE RESERVOIR
Schéma de principe

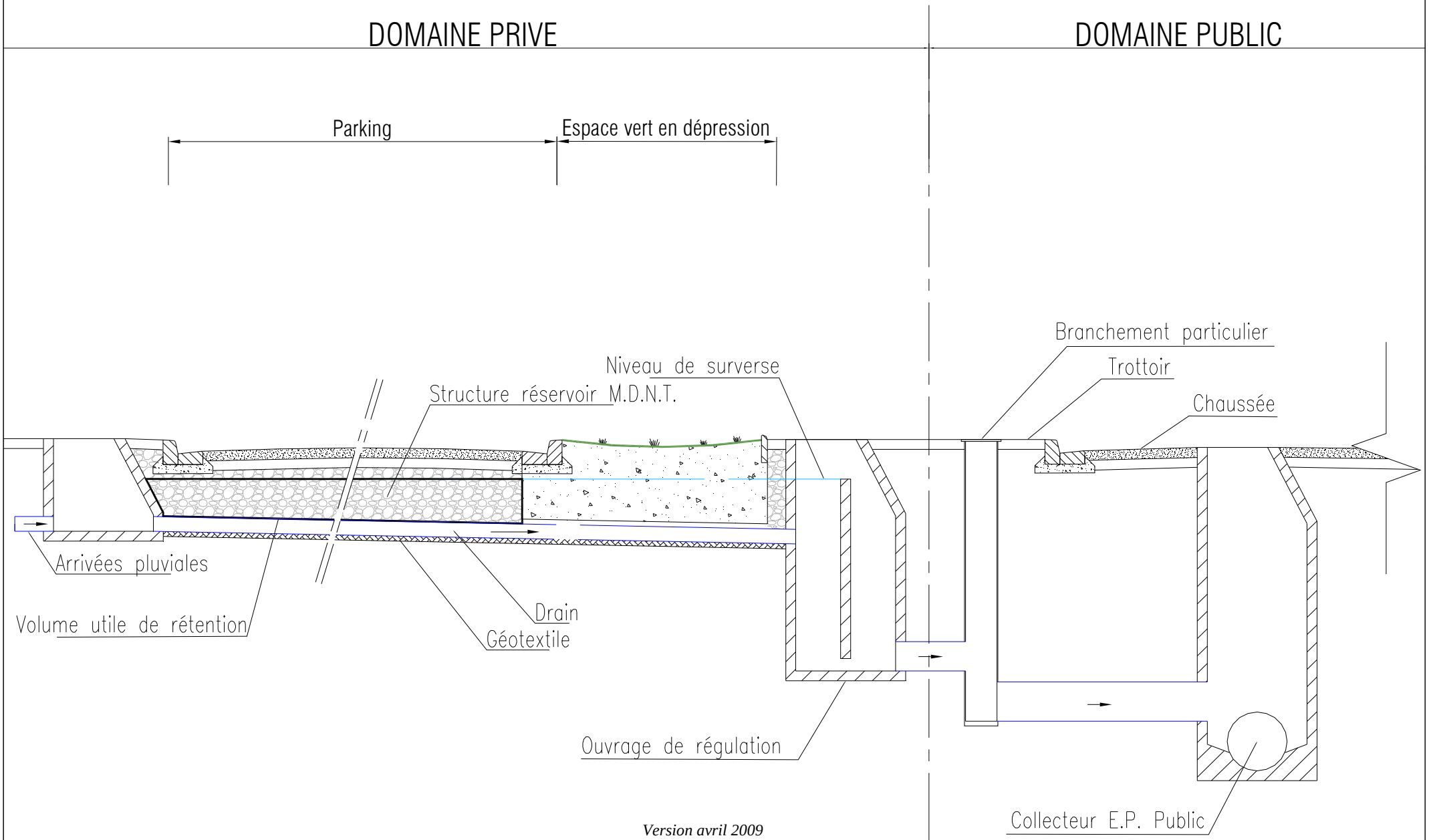
Vue en plan



Coupe



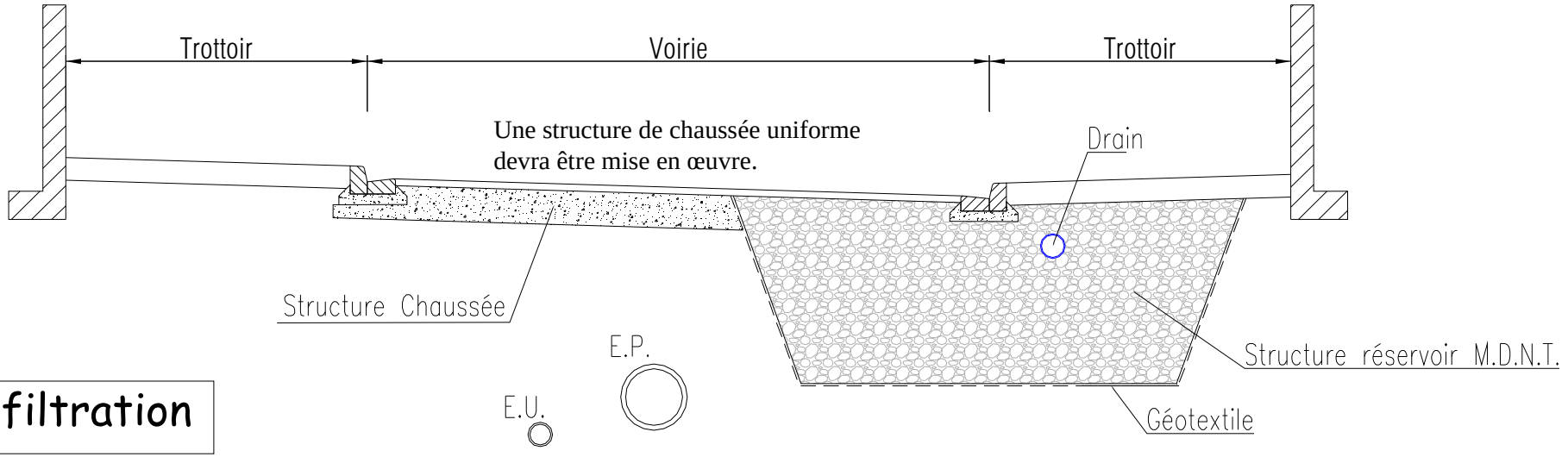
STOCKAGE SOUS PARKING
Schéma de principe - Profil en travers type



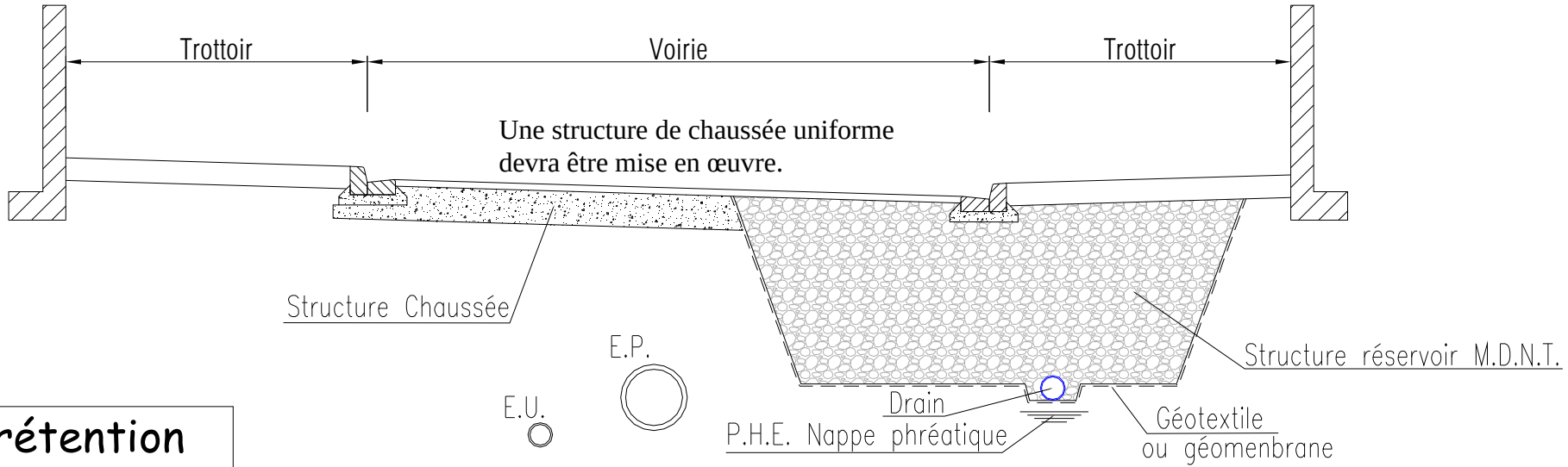
Version avril 2009

STOCKAGE SOUS TROTTOIR ET CHAUSSEE

Schéma de principe - Profil en travers type

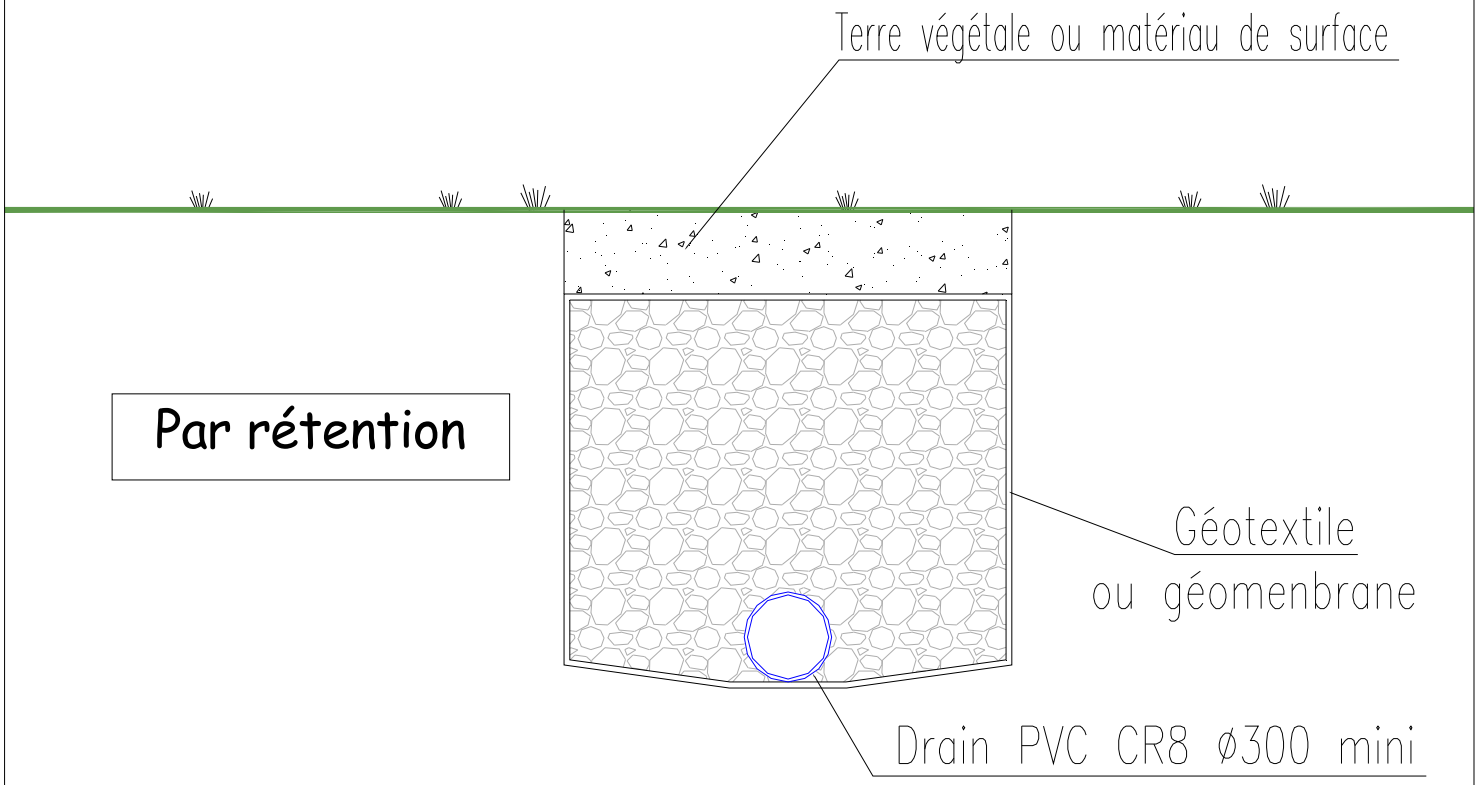


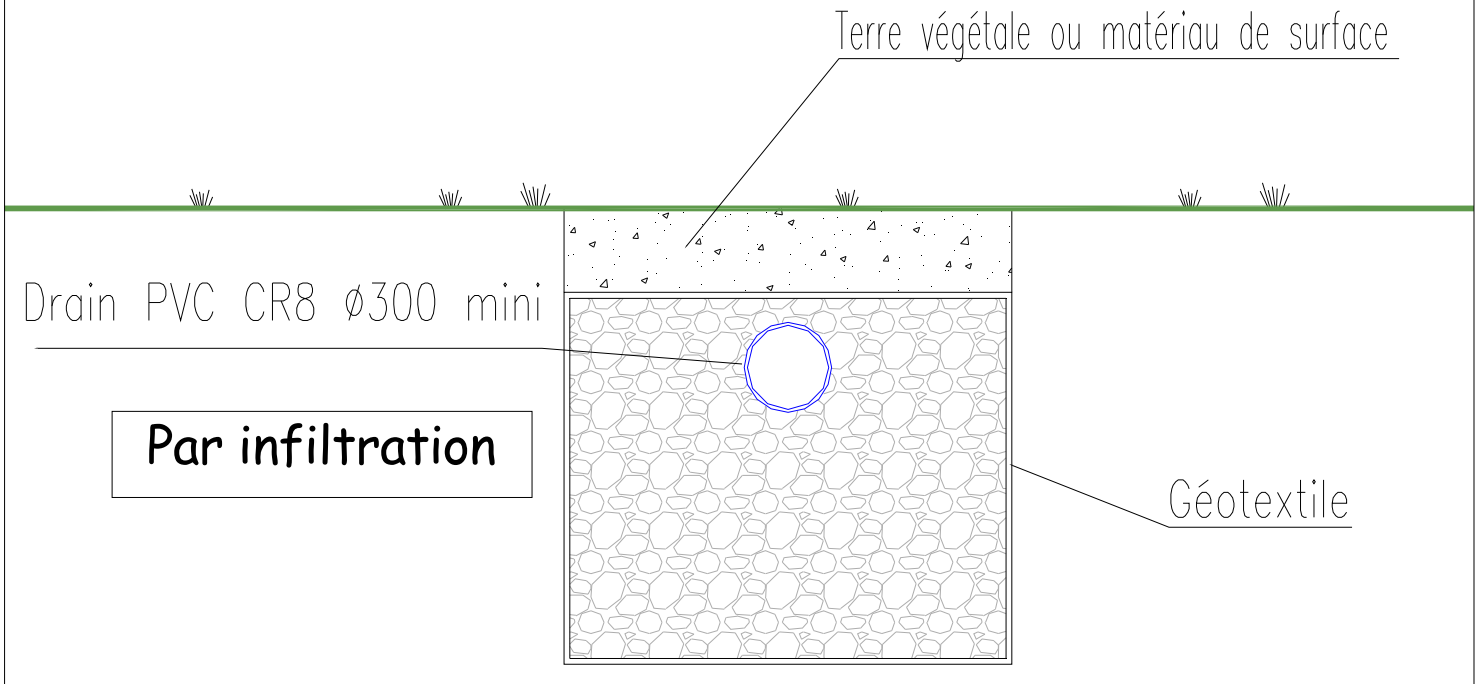
Par infiltration



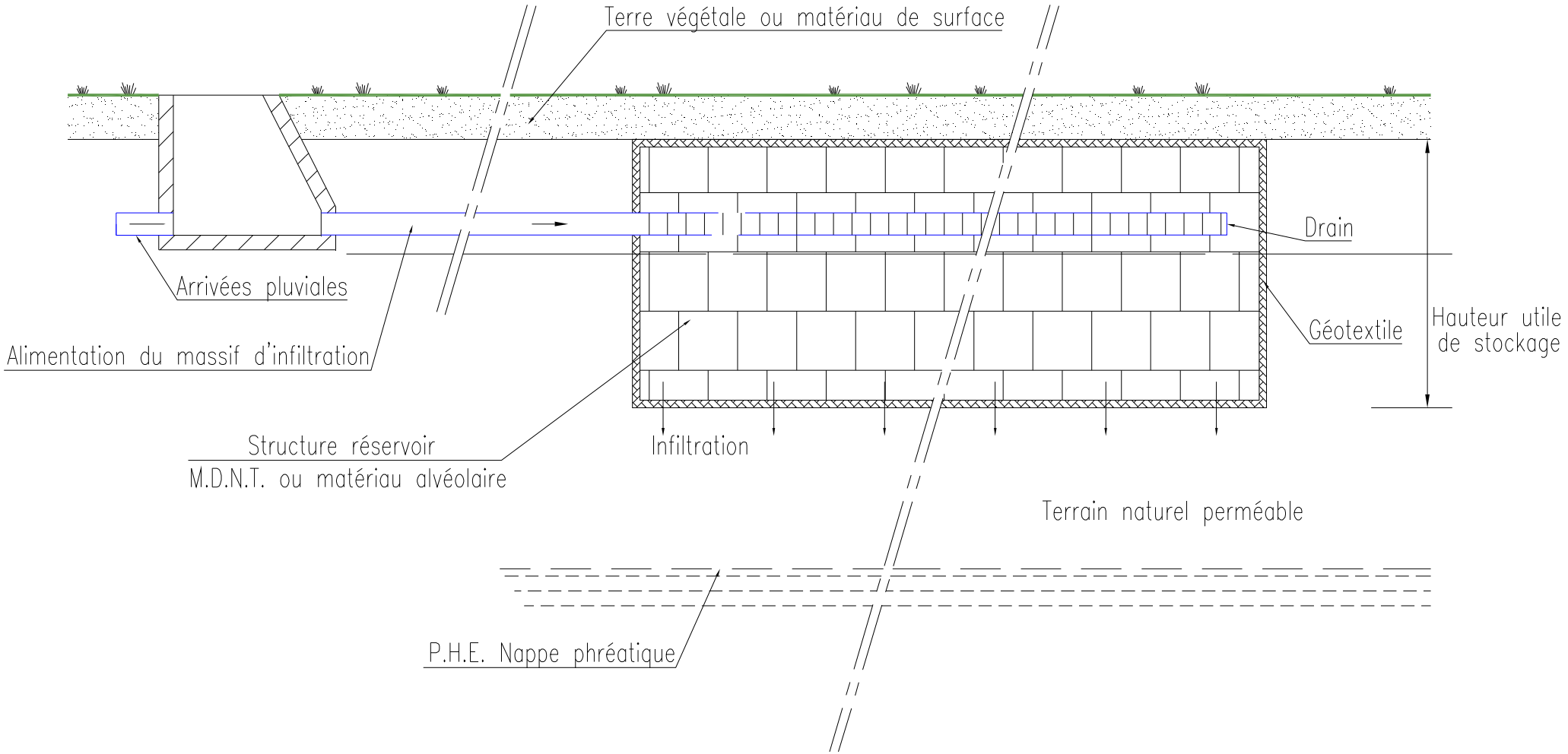
Par rétention

TRANCHEE DRAINANTE
Schéma de principe





MASSIF D'INFILTRATION
Schéma de principe - Profil en travers type

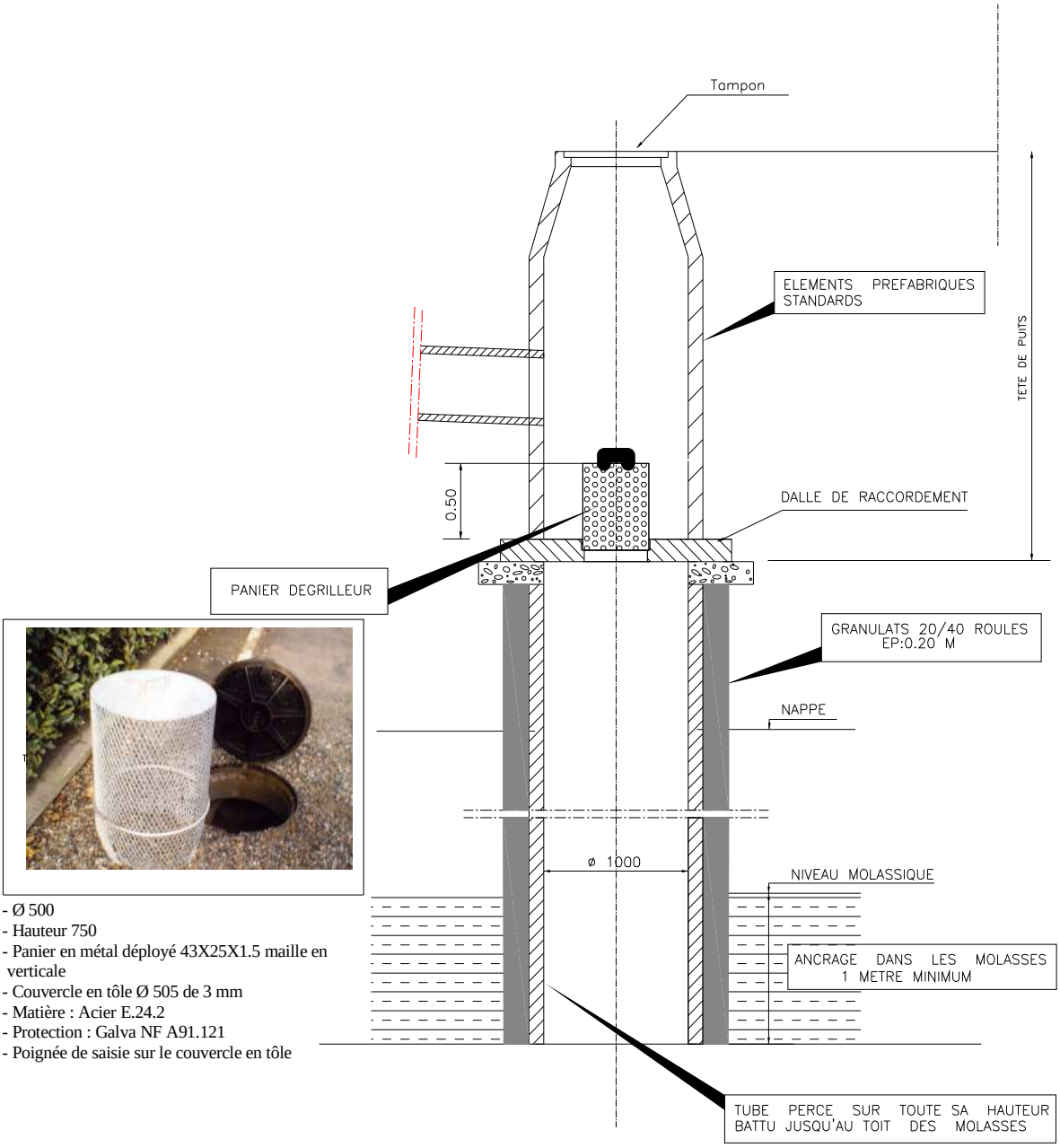


PUITS D'INFILTRATION

Schéma de principe

Voirie / Domaine public

Coupe type



- Ø 500
- Hauteur 750
- Panier en métal déployé 43X25X1.5 maille en verticale
- Couvercle en tôle Ø 505 de 3 mm
- Matière : Acier E.24.2
- Protection : Galva NF A91.121
- Poignée de saisie sur le couvercle en tôle

Cadre démontable

- Ø intérieur nominal 505 mm
- Epaisseur 3 mm
- 2 plats 40X4 soudés sur chaque demi-lune

Dalle pour puits d'infiltration

- Dalle Ø 1200, épaisseur 100
- 1 réservation pour panier Ø 550
- Manutention 3 artéons 1.3 tonnes
- Masse 220 kg

Nota : Le panier dégrilleur doit recevoir l'agrément du Grand Toulouse

La mise en place d'un décanteur entre la bouche d'égout et le puits d'infiltration devient indispensable lorsque le puisard risque un colmatage rapide dû aux feuilles ou à des graviers

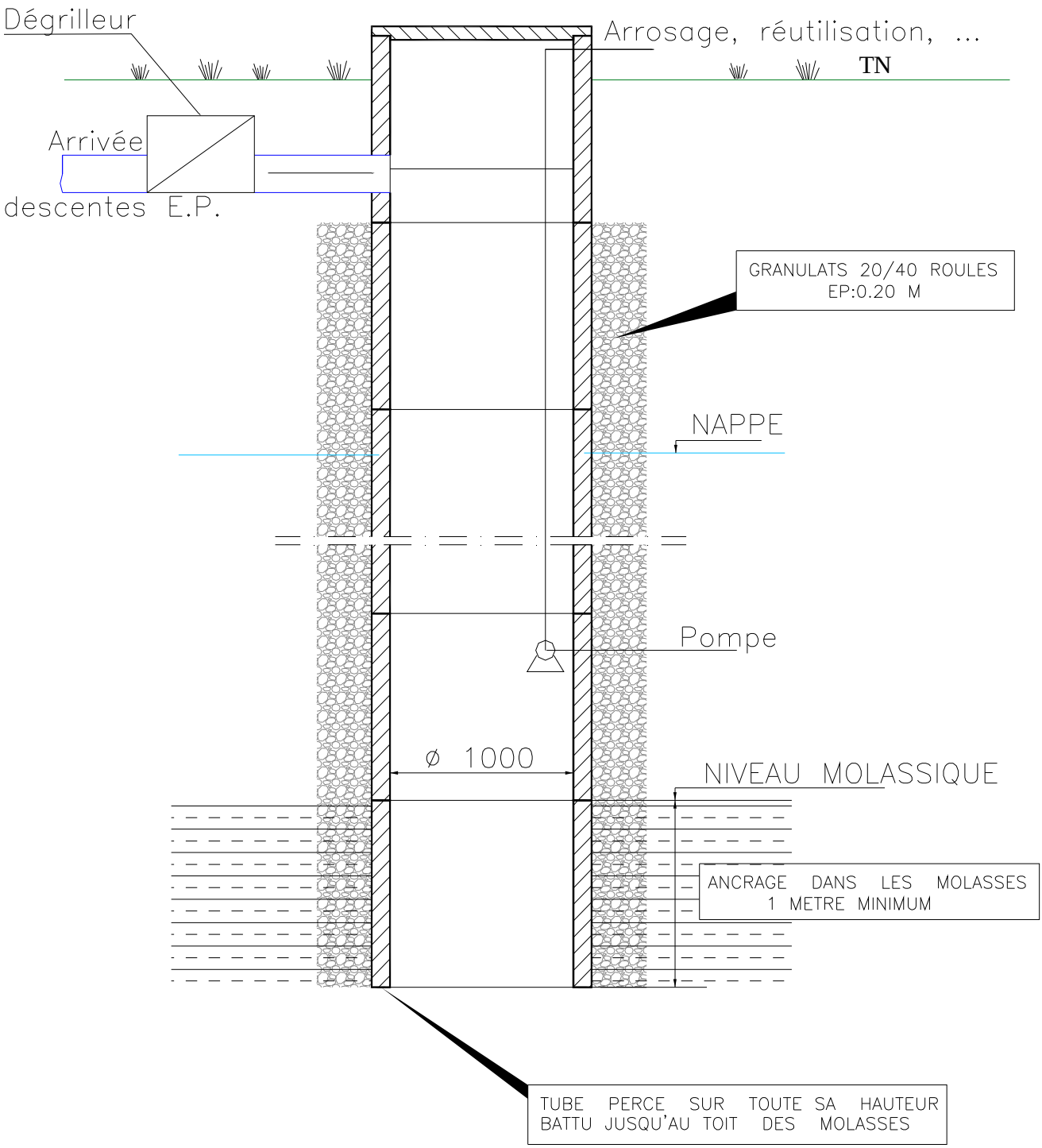
Version avril 2009

PUITS D'INFILTRATION

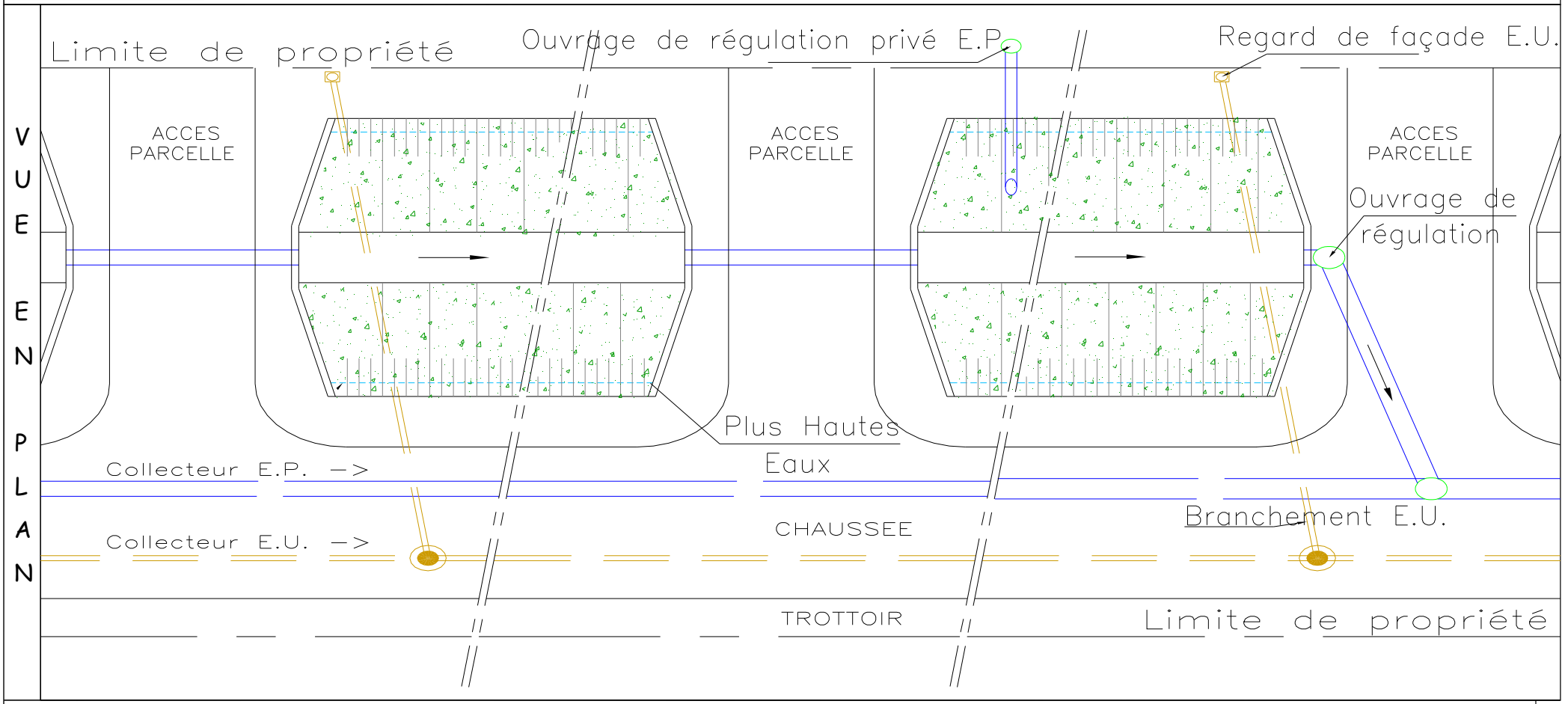
Schéma de principe

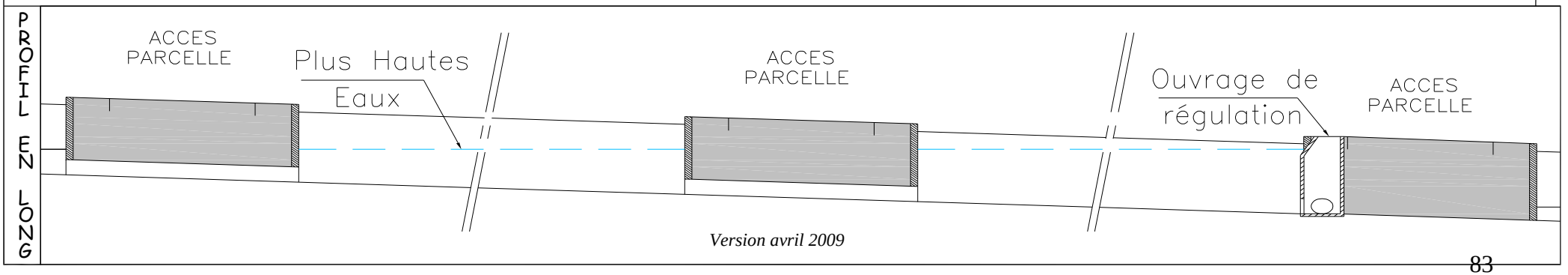
Individuel

Coupe type

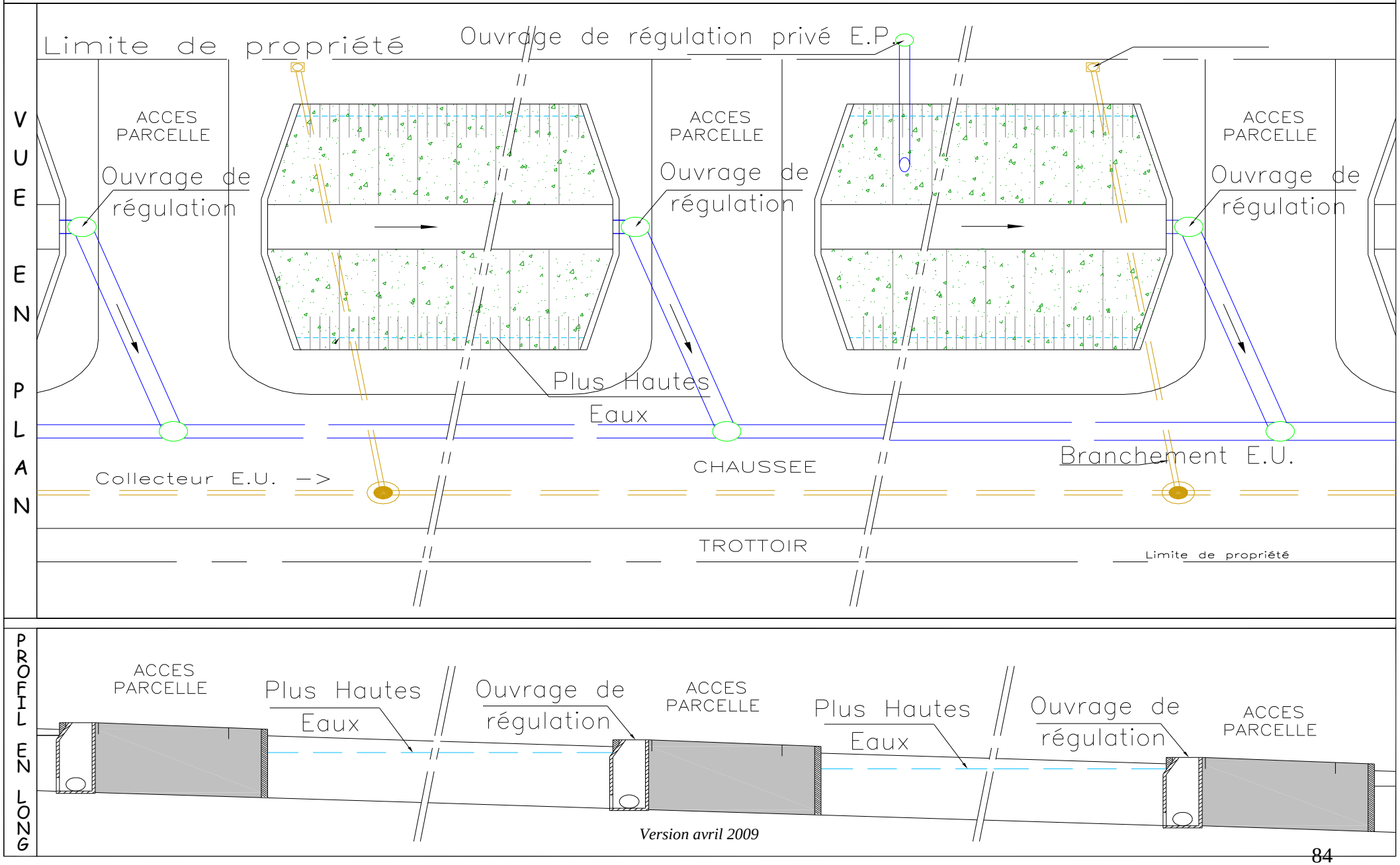


STOCKAGE EN NOUES - Schéma de principe
Cas de profil à faible pente

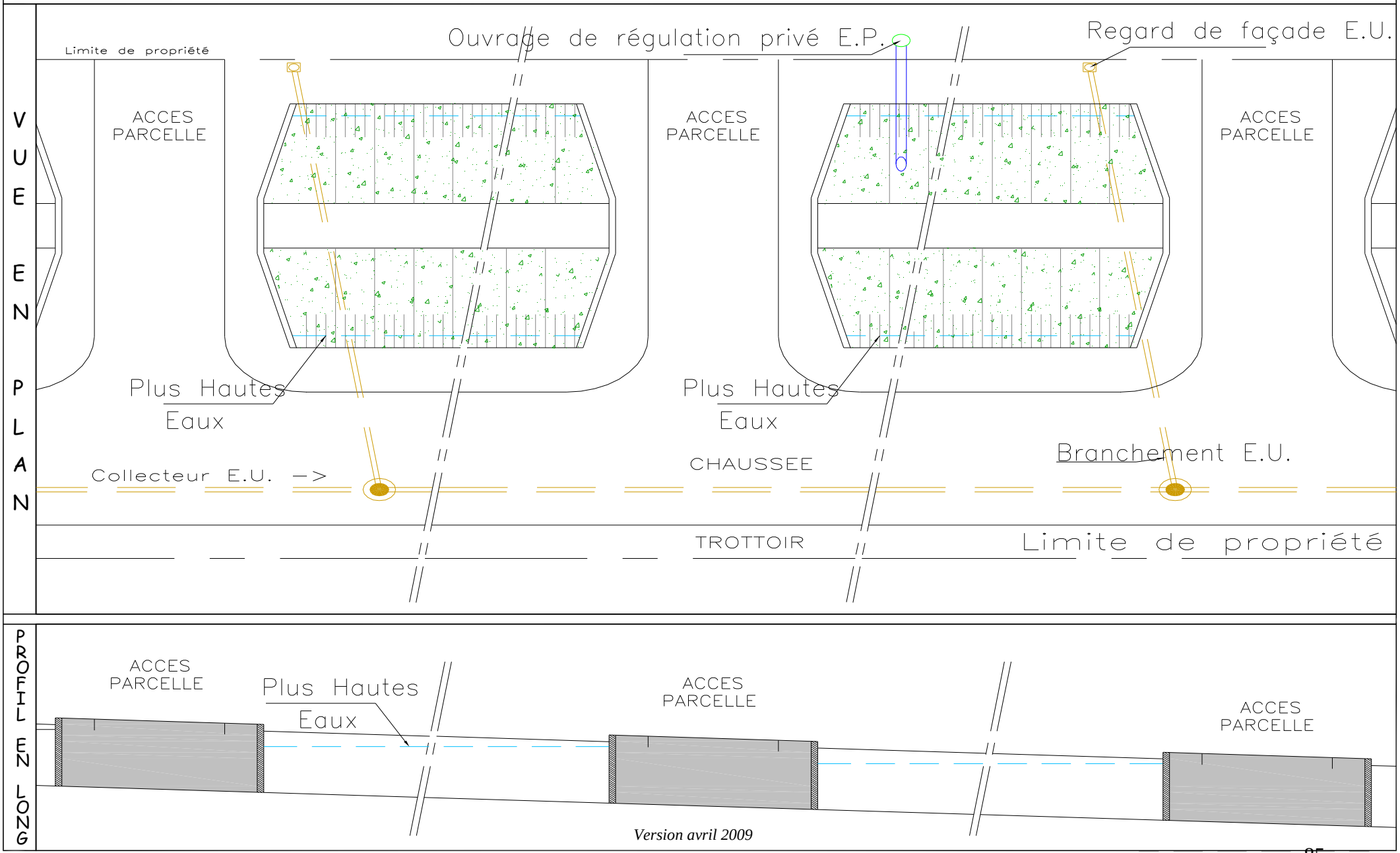




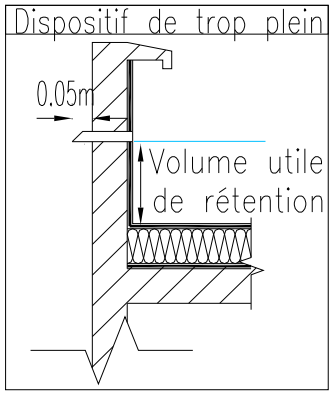
STOCKAGE EN NOUES - Schéma de principe
Cas de profil à forte pente

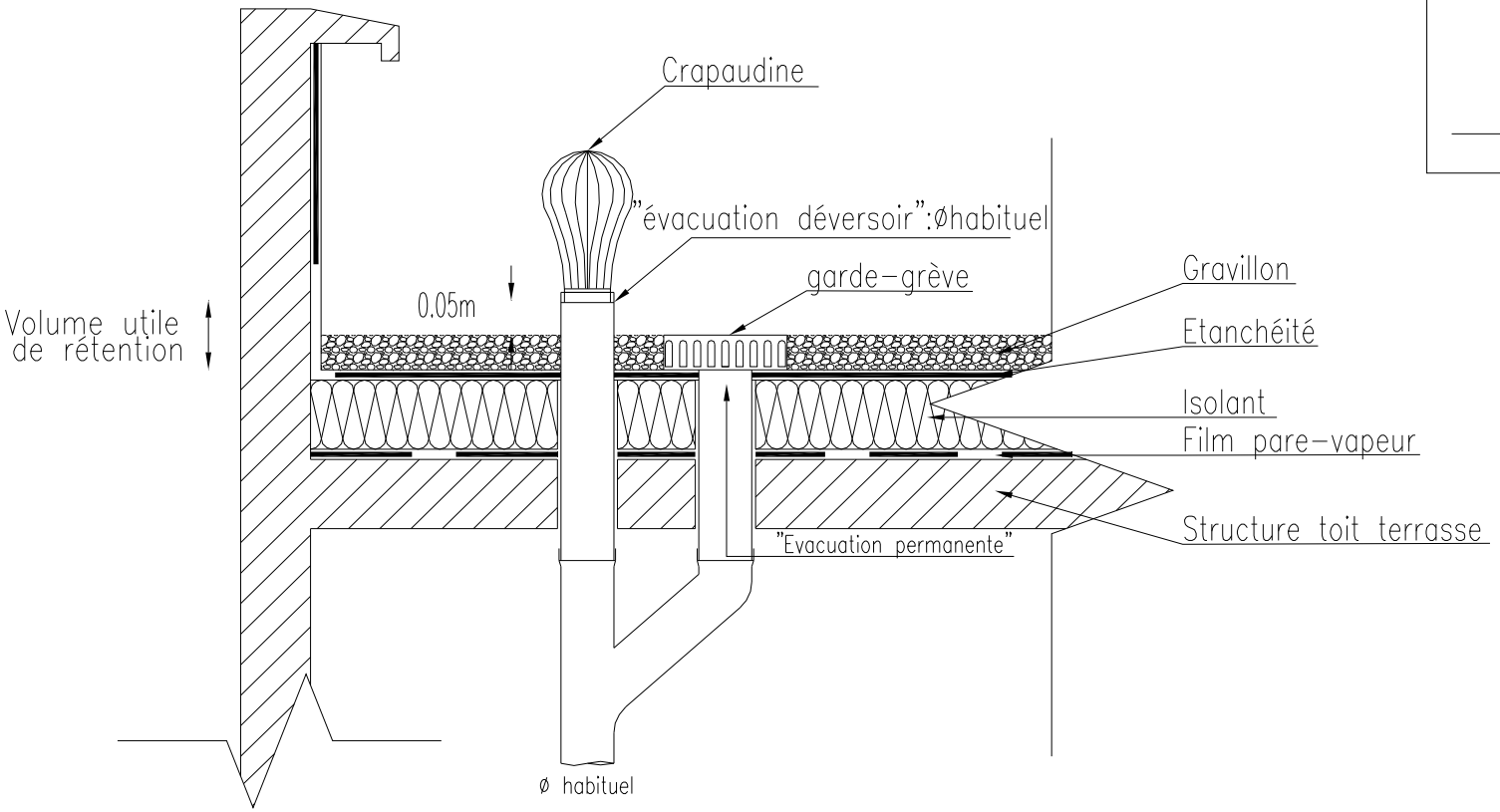


STOCKAGE EN NOUES - Schéma de principe
Infiltration

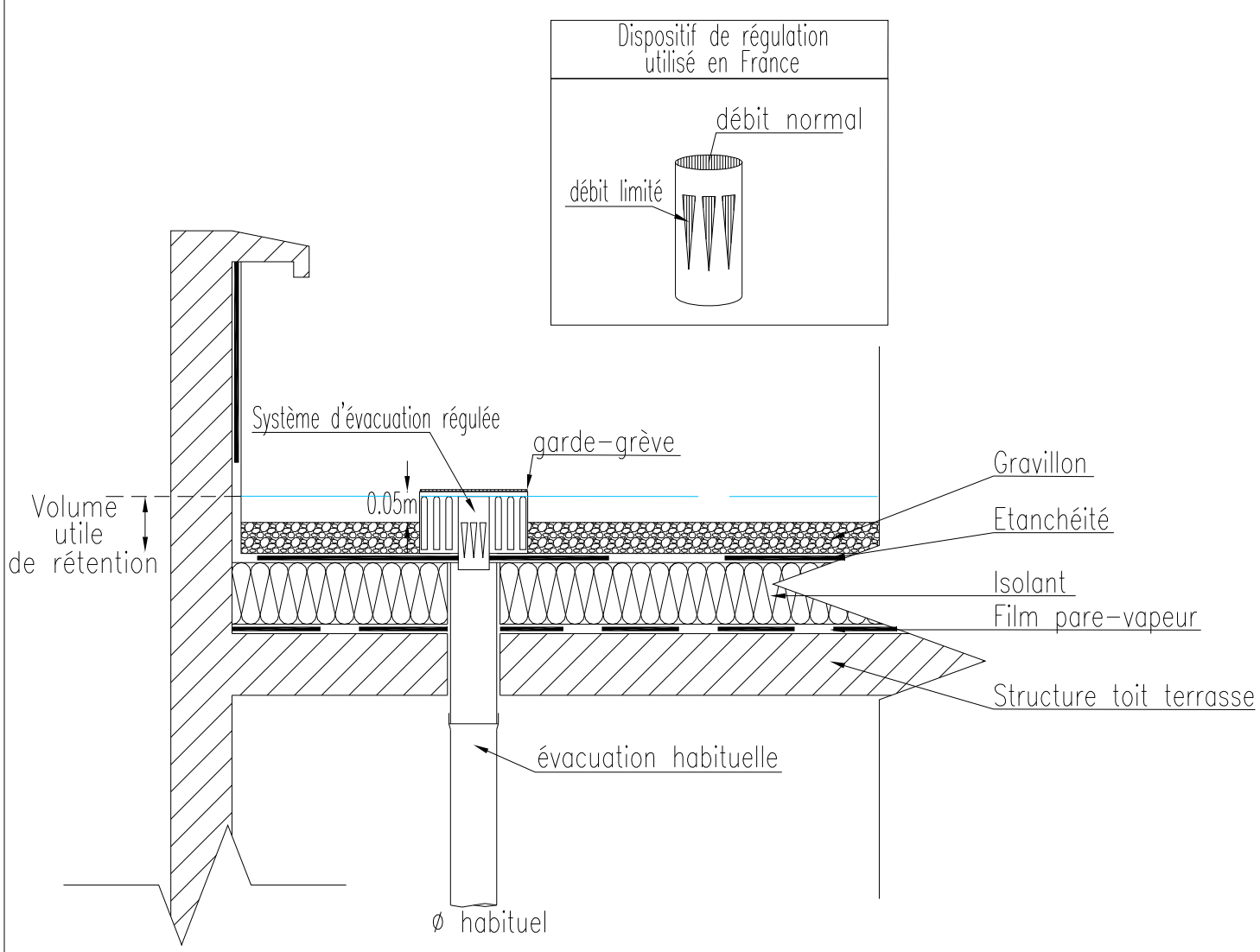


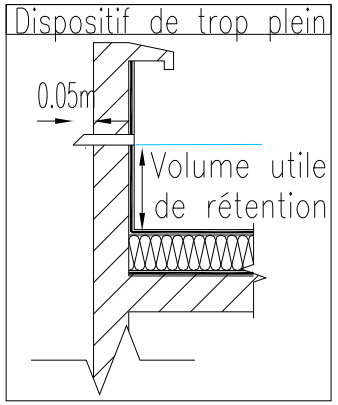
LES TOITURES TERRASSE
Coupe type

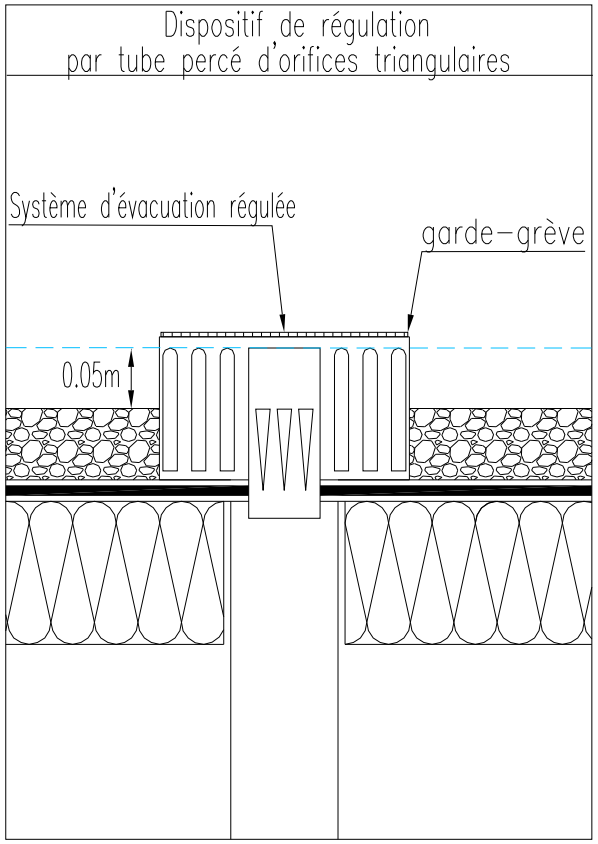




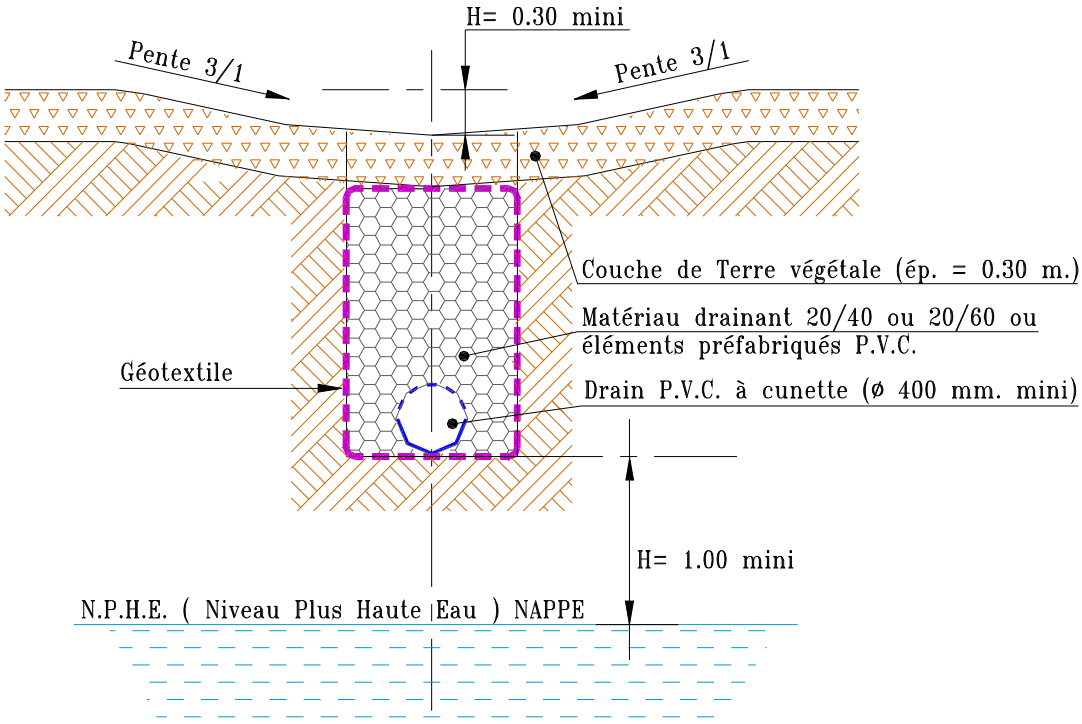
LES TOITURES TERRASSE
Coupe type



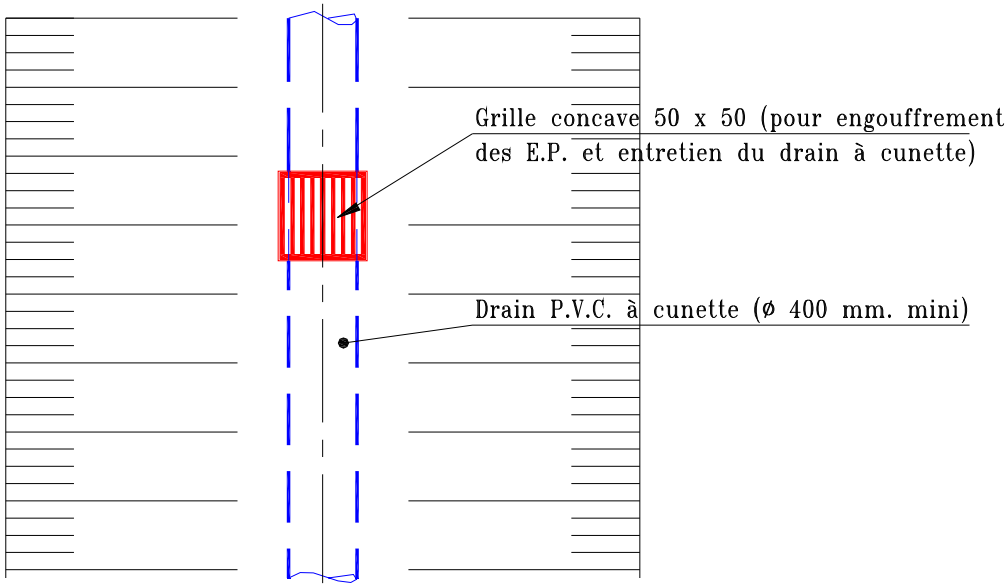




PROPOSITION DE SCHEMA DE NOUE AVEC TRANCHEE DRAINANTE ET BOUCHE D'ENGOUFFREMENT

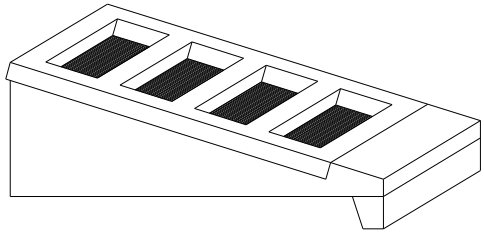


Vue en Coupe

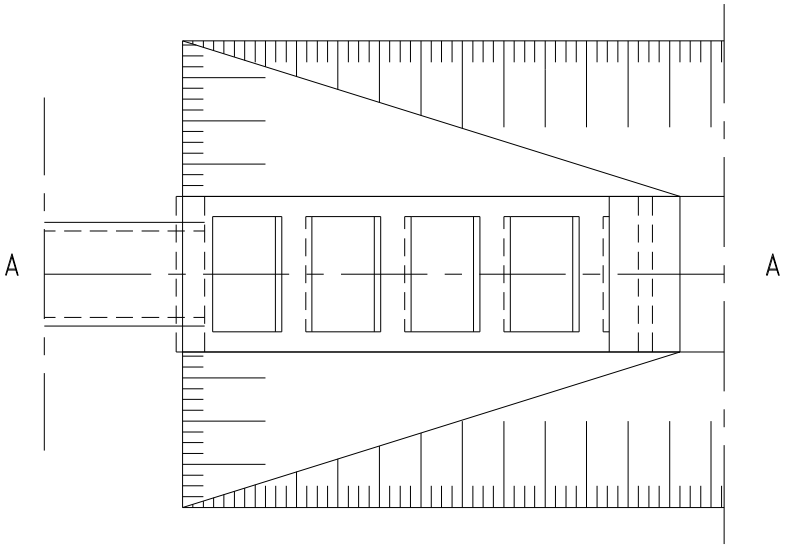


Vue en Plan

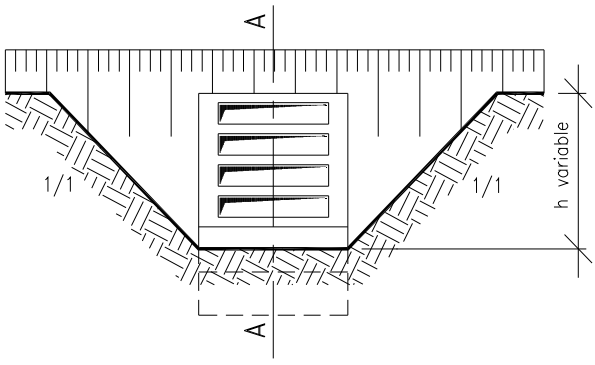
TETE D'AQUEDUC DE SECURITE
Schéma de principe



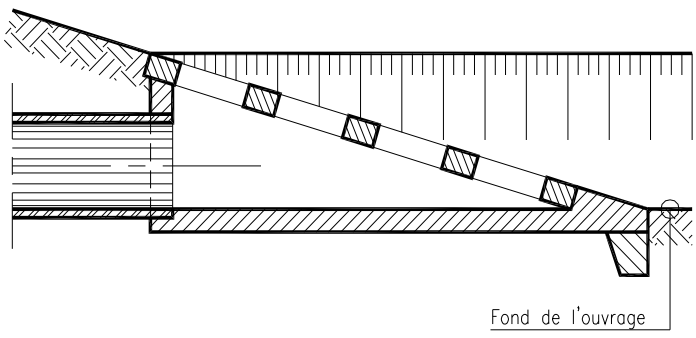
VUE EN PLAN



ELEVATION



COUPE A-A



Annexe 4 : Aide au choix d'une technique

		Bassin de rétention			Surdimension--nement de réseau	Structure réservoir		Tranchée	Bassin d' infiltration	Puits d' infiltration	Noue et fossé	Toit stockant
		sec	en eau	enterré		Matériaux naturels	Matériaux préfabriqués					
Intégration Implantation	Valorisation dans le paysage	+++	+++	0	0	0	0	+	+++	+	+++	++
	Milieux d'implantation[1]	tous sauf urbain dense	tous sauf urbain dense	tous	péri-urbain / urbain dense	tous	tous	tous	tous sauf urbain dense	tous	tous sauf urbain dense	tous (fct° du P.L.U. ou P.O.S.)
	Topographie du terrain	plat	plat	plat	définie sa position[2]	plat	plat	définie sa position[2]	plat	pas d'influence	définie leur position[2]	pas d' influence
	Emprise foncière[3]	+++	+++	+	+	+	+	++	+++	+	++	0
	Encombrement du sous-sol	0	0	+++	+++	+++	+++	+	0	+	0	0
	Plurifonctionnalité	+++	+++	+	0	+	+	+	++	++	++	+
Réalisation Entretien	Fonctionnement[4]	rét.	rét.	rét.	rét.	rét. et/ou inf.	rét. et/ou inf.	rét. et/ou inf.	inf.[5]	inf.	rét. et/ou inf.	rét.
	Difficulté de réalisation	0	+	+++[6]	+	++	+	++	+	++	0	+++
	Attention portée à la réalisation	+	++	+++	++	+++	++	++	++	++	+	+++
	Difficulté d'entretien	0	++	++	+	+++	+++	++	+	++	noue : 0 fossé : +	++

[1] : milieu rural, péri-urbain et urbain (dense).

[2] : sur un terrain pentu, les tranchées, les réseaux surdimensionnés, les fossés et les noues doivent être positionnés perpendiculairement à la pente.

[3] : elle dépend du dimensionnement de l'ouvrage.

[4] : le fonctionnement correspond à de la rétention (rét.) et/ou à de l'infiltration (inf.). L'infiltration des eaux pluviales est réalisable si la perméabilité du sol est suffisante.

		Bassin de rétention			Surdimension--nement de réseau	Structure réservoir		Tranchée	Bassin d'infiltration	Puits d'infiltration	Noue et fossé	Toit stockant
		Sec	en eau	enterré		Matériaux naturels	Matériaux préfabriqués					
Dépollution Ecologie	Dépollution[7]	phyto. déc.	phyto. déc.	déc.	0	déc. filt.	déc.	déc filt.	phyto. déc. filt.	déc. filt.	phyto. déc. filt.	déc.
	Réalimentation de la nappe	0	0	0	0	possible[8]	possible[8]	possible[8]	oui	oui	oui	0
	Réutilisation des eaux de pluie	0	++	+++	0	0	+	0	0	+++	+	0
	Sensibilisation du public	+++	++	0	0	0	0	+	+++	++	+++	+
	Apport écologique	+++	++++	0	0	++	+	++	++++	++	+++	+
Valorisation de l'investissement[9]		+++	++++	++	0	+	+	+	+++	+++	+++	+
Intérêt alternatif général		++	++	+	0	++	++	+++	+++	++	++++	++

[5] : un bassin d'infiltration peut également fonctionner en rétention et infiltration

[6] : sauf pour les matériaux préfabriqués.

[7] : les trois types de dépollution sont la phyto-remédiation (phyto.) pour les ouvrages végétalisés, la décantation (déc.) et l'interception par filtration (filt.).

[8] : si l'ouvrage effectue de l'infiltration.

[9] : la valorisation tient compte de la valorisation paysagère, de la plurifonctionnalité de l'ouvrage et la possibilité de réutilisation des eaux pluviales.

Annexe 5 : Normes et textes réglementaires

« Recueil des normes pour la conformité des matériaux »

MATERIAUX	CONFORMITE
Structures alvéolaires	Essai de compression : norme NF T 56-101 + additif norme NF T 56-101/A1
Matériaux discontinus non traités (concassés,..)	Caractéristiques mécaniques : catégorie B norme NF P 18-540 Caractéristiques de fabrication : catégorie III norme NF P 18-101
Drains	Normes NF P 16-341 et NF P 16-351
Pavés en béton non poreux	Norme NF P 98-303
Dalles en béton non poreuses	Norme XP P 98-307
Bétons bitumeux drainants	Norme NF P 98-134
Bétons de ciment drainants	Norme NF P 98-170
Caniveaux hydrauliques	Norme EN 1433
Regards et boîtes de branchements	Bulletin officiel fascicule 70
Caniveaux de surface	Bulletin officiel fascicule 31
Matériaux de protection des berges et talus	Bulletin officiel fascicule 35
Cloisons	Bulletin officiel fascicule 70
Systèmes anti-racines	Bulletin officiel fascicule 70
Surverse de sécurité	Bulletin officiel fascicule 70
Bouches d'égout	Bulletin officiel fascicule 70
Systèmes de mise à l'air	Bulletin officiel fascicule 74
Systèmes de régulation	Dispositions particulières fixées dans le CCTP
Dispositifs de dépollution	Dispositions particulières fixées dans le CCTP
Ouvrages recevant les systèmes de contrôle	Dispositions particulières fixées dans le CCTP
Toitures terrasses	Règles professionnelles - octobre 1992-chambre syndicale nationale de l'étanchéité

Cadre réglementaire et textes législatifs

2.1. Le Code civil :

- **Article 640 :** « *Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont élevés à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ai contribué. Le propriétaire du fonds inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement, le propriétaire du fonds supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.* »

- **Article 641 :** « *Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie à l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fond inférieur. La même disposition est applicable aux eaux de source nées sur un fonds.*
  Lorsque, par des sondages ou des travaux souterrains, un propriétaire fait surgir des eaux dans son fonds, les propriétaires des fonds inférieurs doivent les recevoir ; mais ils ont droit à une indemnité en cas de dommages résultant de leur écoulement. Les maisons, cours, jardins, parcs et enclos attenant aux habitations ne peuvent être assujettis à aucune aggravation de la servitude d'écoulement dans les cas prévus par les paragraphes précédents. »

- **Article 681 :** « *Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique. Il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin.* »

2.2. La Loi sur l'eau :

- **Article 10 de la Loi du 3 janvier 1992**

Codifié aux articles L 214-1, L 214-2, L 214-3, L 214-4, L 214-5 et L 214-6 du code de l'environnement.
(Loi n° 95-101 du 2 février 1995 article 69-II)

I. - Sont soumis aux dispositions du présent article les installations "ne figurant pas à la nomenclature des installations classées ", ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitues ou non, une modification du niveau ou du mode écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants.

II. - Les installations, ouvrages, travaux et activités visés au I sont définis dans une nomenclature, établie par décret en Conseil d'Etat après avis du Comité national de l'eau, et soumis à autorisation ou à déclaration suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques. Ce décret définit en outre les critères de l'usage domestique, et notamment le volume d'eau en deçà duquel le prélèvement est assimilé à un tel usage, ainsi que les autres formes d'usage dont l'impact sur le milieu aquatique est trop faible pour justifier qu'elles soient soumises à autorisation ou à déclaration.

III. - Sont soumis à autorisation de l'autorité administrative les installations, ouvrages, travaux et activités susceptibles de présenter des dangers pour la santé et la sécurité publique, de nuire au libre écoulement des eaux, de réduire la ressource en eau, d'accroître notablement le risque d'inondation, de porter atteinte gravement à la qualité ou à la diversité du milieu aquatique.

Sont soumis à déclaration les installations, ouvrages, travaux et activités qui, n'étant pas susceptibles de présenter de tels dangers, doivent néanmoins respecter les prescriptions édictées en application des articles 8 et 9.

Si les principes mentionnés à l'article 2 de la présente Loi ne sont pas garantis par l'exécution de ces prescriptions, l'autorité administrative peut imposer, par arrêté, toutes prescriptions spécifiques nécessaires.

Les prescriptions nécessaires à la protection des principes mentionnés à l'article 2 de la présente loi, les moyens de surveillance, les modalités des contrôles techniques et les moyens d'intervention en cas d'incident ou d'accident sont fixés par l'arrêté d'autorisation et, éventuellement, par des actes complémentaires pris postérieurement à cette autorisation.

Un décret détermine les conditions dans lesquelles les prescriptions visées aux deux alinéas précédents sont établies, modifiées et portées à la connaissance des tiers.

IV. - L'autorisation est accordée après enquête publique et, le cas échéant, pour une durée déterminée. Un décret détermine les conditions dans lesquelles le renouvellement des autorisations et l'autorisation de travaux, installations ou activités présentant un caractère temporaire et sans effet important et durable sur le milieu naturel peuvent être accordés sans enquête publique préalable.
L'autorisation peut être retirée ou modifiée, sans indemnité de la part de l'Etat exerçant ses pouvoirs de police, dans les cas suivants :

1° Dans l'intérêt de la salubrité publique, et notamment lorsque ce retrait ou cette modification est nécessaire à l'alimentation en eau potable des populations;

2° Pour prévenir ou faire cesser les inondations ou en cas de menace pour la sécurité publique;

3° En cas de menace majeure pour le milieu aquatique, et notamment lorsque les milieux aquatiques sont soumis à des conditions hydrauliques critiques non compatibles avec leur préservation;

4° Lorsque les ouvrages ou installations sont abandonnés ou ne font plus l'objet d'un entretien régulier.

Tout refus, retrait ou modification d'autorisation doit être motivé auprès du demandeur.

V. - Les règlements d'eau des entreprises hydroélectriques sont pris conjointement au titre de l'article 10 de la Loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et du présent article.

Ces règlements peuvent faire l'objet de modifications, sans toutefois remettre en cause l'équilibre général de la concession.

VI. - Dans tous les cas les droits des tiers sont et demeurent réservés.

VII. - Les installations et ouvrages existants doivent être mis en conformité avec les dispositions prises en application du II ci-dessus dans un délai de trois ans à compter de la date de publication de la présente loi.

- **Article 31 de la Loi du 3 janvier 1992 :**

Codifié à l'article L 211-7 du code de l'environnement

Sous réserve du respect des dispositions des articles 5 et 25 du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure, les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 166-1 du code des communes et la communauté locale de l'eau sont habilités à utiliser (Loi n° 95-101 du 2 février 1995 article 24) " les articles L 151-36 à L 151-40 du code rural "pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe et visant :

- l'aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique;
- l'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau non domanial, y compris les accès à ce cours d'eau;
- l'approvisionnement en eau;
- la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement;
- la défense contre les inondations et contre la mer;
- la lutte contre la pollution;
- la protection et la conservation des eaux superficielles et souterraines;
- la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines;
- les aménagements hydrauliques concourant à la sécurité civile.

L'étude, l'exécution et l'exploitation desdits travaux peuvent être concédées notamment à des sociétés d'économie mixte. Les concessionnaires sont fondés à percevoir le prix des participations prévues à " l'article L 151-36 du code rural". (Loi n° 95-101 du 2 février 1995 article 24).

Il est procédé à une seule enquête publique au titre de" l'article 151-37 du code rural", de l'article 10 de la présente Loi et, s'il y a lieu, de la déclaration d'utilité publique. (Loi n° 95-101 du 2 février 1995 article 24).

Un décret en Conseil d'Etat fixe les conditions d'application du présent article.

- **Article 35 de la Loi du 3 janvier 1992 :**

I. -Voir article L 2224-8 du code général des collectivités territoriales
(Loi n° 96-142 du 21 février 1996, article 12-135°)

II. - Abrogé

III. - Voir article L 2224-10 du code général des collectivités territoriales

IV. - Voir article L 2224-11 du code général des collectivités territoriales

2.3. Le Code Général des Collectivités Territoriales :

- **Article L2224-8**

Les communes prennent obligatoirement en charge les dépenses relatives aux systèmes d'assainissement collectif, notamment aux stations d'épuration des eaux usées et à l'élimination des boues qu'elles produisent, et les dépenses de contrôle des systèmes d'assainissement non collectif.
Elles peuvent prendre en charge les dépenses d'entretien des systèmes d'assainissement non collectif.
L'étendue des prestations afférentes aux services d'assainissement municipaux et les délais dans lesquels ces prestations doivent être effectivement assurées sont fixés par décret en Conseil d'Etat, en fonction des caractéristiques des communes et notamment de l'importance des populations totales agglomérées et saisonnières.

- **Article L2224-10**

Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique :
1º Les zones d'assainissement collectif où elles sont tenues d'assurer la collecte des eaux usées domestiques et le stockage, l'épuration et le rejet ou la réutilisation de l'ensemble des eaux collectées ;
2º Les zones relevant de l'assainissement non collectif où elles sont seulement tenues, afin de protéger la salubrité publique, d'assurer le contrôle des dispositifs d'assainissement et, si elles le décident, leur entretien ;

3º Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;

4º Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement.

- **Article L2224-11**

Les services publics d'assainissement sont financièrement gérés comme des services à caractère industriel et commercial.

- **Article L2224-12**

(Ordonnance nº 2003-1212 du 18 décembre 2003 art. 3 VI Journal Officiel du 20 décembre 2003)

Un décret en Conseil d'Etat fixe les conditions dans lesquelles sont instituées, recouvrées et affectées les redevances dues par les usagers, ainsi que les sommes dues par les propriétaires mentionnés aux articles L. 1331-1 et L. 1331-8 du code de la santé publique.

2.4. Le Code Rural :

- **Article L151-36**

(Loi nº 93-934 du 22 juillet 1993 art. 5 I, II Journal Officiel du 23 juillet 1993)

(Loi nº 96-142 du 21 février 1996 art. 11 Journal Officiel du 24 février 1996)

(Loi nº 2001-602 du 9 juillet 2001 art. 28 III, art. 33 XX Journal Officiel du 11 juillet 2001)

(Loi nº 2003-699 du 30 juillet 2003 art. 55 I Journal Officiel du 31 juillet 2003)

(Loi nº 2005-157 du 23 février 2005 art. 198 I Journal Officiel du 24 février 2005)

Les départements, les communes ainsi que les groupements de ces collectivités et les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 5721-2 du code général des collectivités territoriales peuvent prescrire ou exécuter les travaux entrant dans les catégories ci-dessous définies, lorsqu'ils présentent, du point de vue agricole ou forestier, un caractère d'intérêt général ou d'urgence :

1º Lutte contre l'érosion et les avalanches, défense contre les torrents, reboisement et aménagement des versants, défense contre les incendies et réalisation de travaux de desserte forestière, pastorale ou permettant l'accès aux équipements répondant aux objectifs de protection précités ;

2º Travaux de débroussaillement des terrains mentionnés à l'article L. 126-7 du présent code ;

3º Curage, approfondissement, redressement et régularisation des canaux et cours d'eau non domaniaux et des canaux de dessèchement et d'irrigation ;

4º et 5º (alinéas abrogés) ;

6º Irrigation, épandage, colmatage et limonage ;

7º Les travaux de débardage par câble en zone de montagne ;

Les personnes morales mentionnées au premier alinéa prennent en charge les travaux qu'elles ont prescrits ou exécutés. Elles peuvent toutefois, dans les conditions prévues à l'article L. 151-37, faire participer aux dépenses de premier établissement, d'entretien et d'exploitation des ouvrages les personnes qui ont rendu les travaux nécessaires ou qui y trouvent intérêt.

Lorsque le montant de la participation aux travaux est supérieur au tiers de la valeur avant travaux du bien immobilier qui en bénéficie, le propriétaire peut exiger de la personne morale qu'elle acquière son bien dans un délai de deux ans à compter du jour de la demande. A défaut d'accord amiable sur le prix à l'expiration du délai, le juge de l'expropriation, saisi par le propriétaire ou la personne morale, prononce le transfert de propriété et fixe le prix du bien.

- **Article L151-40**

Les dépenses d'entretien et de conservation en bon état des ouvrages exécutés en application des articles L. 151-36 à L. 151-39 ont un caractère obligatoire.

Les conditions d'application des articles L. 151-36 à L. 151-39 sont fixées, en tant que de besoin, par décret en Conseil d'Etat.

GLOSSAIRE

- Abréviations -

- **C.C.T.G. :** Cahier des Clauses Techniques Générales.
- **C.F.G.G. :** Comité Français des Géotextiles et des Géomembranes.
- **C.H.S. :** Charge Hydraulique Superficielle.
- **C.S. :** Coefficient de Séparation.
- **C.S.N.E. :** Chambre Syndicale Nationale de l'Etanchéité.
- **C.S.T.B. :** Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.
- **$D.B.O._5$. :** Demande Biochimique en Oxygène.
- **D.C.O. :** Demande Chimique en Oxygène.
- **D.D.A.F. :** Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.
- **D.D.E. :** Direction Départementale de l'Equipement.
- **D.E.G. :** Dispositif d'Etanchéité par Géomembranes.
- **D.I.R.E.N. :** Direction Régionale de l'Environnement.
- **D.T.U. :** Documents Techniques Unifiés.
- **D.V.E. :** Développement Villes Environnement.
- **F.I.T. :** Fatigue Indentation Température.
- **G.R.A.I.E. :** Groupe de Recherche Rhône Alpes sur les Infrastructures et l'eau.
- **G.S.B. :** Géosynthétique Bentonitique.
- **I.C.P.E. :** Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.
- **I.N.S.A. :** Institut National des Sciences Appliquées.
- **L.C.P.C. :** Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.
- **M.E.S. :** Matières En Suspension.
- **P.E.H.D. :** Polyéthylène Haute Densité.
- **P.L.U. :** Plan Local d'Urbanisme.
- **P.O.S. :** Plan d'Occupation des Sols.
- **P.V.C. :** Polychlorure de Vinyle.
- **S.E.T.R.A. :** Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes.
- **Z.A.C. :** Zone d'Aménagement Concerté.

- Lexique -

Aiguilletage : technique de fabrication d'étoffes consistant à entremêler des fibres textiles disposées en nappes à l'aide d'aiguilles crochetées.

Altimétrie : mesure des altitudes.

Amphibie : qui peut vivre à l'air et dans l'eau, en parlant d'un animal ou d'une plante.

Ballast : matériaux qui constituent les pierres concassées, qui disposées en couche, maintiennent les traverses d'une voie ferrée et les assujettissent.

Batillage : déferlement des vagues d'un sillage de bateau contre la berge d'un cours d'eau.

Chéneau : rigole ménagée à la base d'un toit et conduisant les eaux de pluie au tuyau de descente.

Coalescence : union des gouttelettes d'une émulsion (d'hydrocarbures ou d'huile).

Colmatage : action de se boucher plus ou moins complètement.

Crapaudine : Grille placée dans une gouttière, à l'entrée du tuyau de descente, pour empêcher que des déchets ne s'y introduisent.

Cunette : petit canal destiné à évacuer les eaux.

Débit de fuite : débit d'eau évacué à la sortie de l'ouvrage alternatif.

Débit de pointe : débit d'eau maximal engendré par un épisode pluvieux.

Décennal : qui revient tous les dix ans.

Désoxygénation : action de retirer l'oxygène d'un mélange ou d'un composé.

Dimensionnement : détermination des dimensions d'un ouvrage.

Drainage : opération qui consiste à faciliter, au moyen de drains ou de fossés, l'écoulement de l'eau en excès dans un terrain ; assèchement.

Drain : conduit souterrain pour l'évacuation des eaux.

Ecosystème : ensemble des êtres vivants et des éléments non vivants, aux nombreuses interactions, d'un milieu naturel (forêt, lac, champ, etc.).

Effluent : (pluvial) eaux ruissellement.

Erosion : action d'une substance, d'un agent qui érode.

Eutrophisation : enrichissement de l'eau en matières nutritives, sels minéraux entraînant des déséquilibres écologiques tels que la prolifération de la végétation aquatique ou l'appauvrissement du milieu en oxygène.

Event : orifice ménagé dans un réservoir, un tuyau, etc., pour laisser échapper les gaz.

Exutoire : ouverture, tube pour l'écoulement des eaux.

Faucarder : couper avec le faucard (faux à long manche).

Fonds : terrain sur lequel on bâtit.

Géomembrane : produit mince, souple et continu, utilisé dans le génie civil pour assurer l'étanchéité d'une structure.

Géotextile : produit ou article textile utilisé dans le génie civil comme drain, filtre, armature, etc.

Granulométrie : mesure des dimensions des grains d'un mélange, détermination de leur forme et de leur répartition statistique.

Hélophyte : plante qui vit en partie dans l'eau.

Hydrocureuse **:** engin permettant de curer les canalisations.

Hydrogéologie **:** partie de la géologie qui s'occupe de la recherche et du captage des eaux souterraines.

Hydrophyte **:** plante qui vit dans l'eau.

Imperméable **:** qui ne se laisse pas traverser par des liquides.

Interstice **:** petit espace vide entre les parties de quelque chose.

Nomenclature **:** ensemble des termes techniques d'une discipline, présentés selon un classement méthodique.

Oxydable **:** qui peut être oxydé.

Oxygène dissous **:** oxygène présent dans l'eau.

Perméabilité **:** propriété des corps qui se laissent traverser par des liquides (et notamment l'eau) et par des gaz.

Perméable **:** qui se laisse traverser par des fluides (et notamment l'eau) ou par des gaz.

Phyto-remédiation **:** dépollution des eaux par les plantes selon plusieurs mécanismes.

Poreux **:** qui présente des pores, dont la texture comporte de très nombreux petits trous.

Porosité **:** état de ce qui est poreux.

Portance **:** aptitude d'un sol à supporter des charges, des poussées.

Pression interstitielle **:** pression s'exerçant entre les interstices d'un matériau.

Profil emboîté **:** profil d'une berge en marches d'escalier.

Radier **:** dalle épaisse en maçonnerie ou en béton qui constitue la fondation d'un ouvrage, le plancher d'un fossé, d'un canal.

Ré-essuyage **:** Action qui consiste à évacuer totalement les eaux restant au fond d'un ouvrage.

Relargage **:** mise en suspension de particules alors qu'elles étaient retenues dans un ouvrage.

Rétention **:** action par laquelle l'eau des précipitations n'est pas directement évacuée.

Risberme **:** talus établi pour protéger le pied de quelque ouvrage hydraulique.

Servitude **:** contrainte, assujettissement, obligation.

Seuil de mouillage **:** correspond à la quantité d'eau tombée sur un sol nécessaire pour que le ruissellement commence.

Soudure thermique **:** assemblage permanent de deux matériaux synthétiques exécuté par voie thermique (par la chaleur).

Substrat **:** ce qui sert de base, d'infrastructure à quelque chose.

Substratum **:** roche en place plus ou moins masquée par des dépôts superficiels.

Surverse **:** système permettant d'évacuer le surplus d'eau qui ne pas être stockée (trop-plein).

Système de « dégrillage » **:** système permettant de retenir les objets flottant dans l'eau.

Tubercule **:** renflement des axes végétaux, surtout souterrains (racine, rhizome), riche en substance de réserve.

Volume utile **:** volume disponible dans l'ouvrage pour stocker l'eau.

Vulcanisation **:** opération qui consiste à améliorer le caoutchouc en le traitant par le soufre.

Zonage **:** découpage d'un territoire en différentes zones.

BIBLIOGRAPHIE

- **CFGG, 1987 :** *Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les couches de forme.*

- **CFGG, 1991 :** *Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes.*

- **CSNE, 1992 :** *Règles professionnelles pour la conception et la réalisation des toitures terrasses destinées à la retenue temporaire des eaux pluviales.*

- **CSNE, CSTB, 1989 :** Cahier n°2358 – *Classement FIT des revêtements d'étanchéité.*

- **Communauté Urbaine de Bordeaux, 1999 :** *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial sur la Communauté Urbaine de Bordeaux – Guide de réalisation.*

- **DDAF, DIREN, DDE, 2004 :** *Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement.*

- **DTU 43.1 :** *Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie.*

- **DTU 60.11 :** *Règles de calcul des installations de plomberie sanitaire et d'évacuation des eaux pluviales.*

- **DVE, 2004 :** *Les eaux pluviales - Récupération, gestion, réutilisation.*

- **GRAIE, Agences de l'eau, LCPC, Certu, INSA, 1994 :** *Techniques alternatives en assainissement pluvial.*

- **Ministère de l'Equipement des Transports du Logement du Tourisme et de la Mer :**
  - Bulletin officiel - Fascicule n°31: *Bordures et caniveaux en pierre naturelle ou en béton et dispositif de retenue en béton.*
  - Bulletin officiel - Fascicule n°35: *Aménagements paysagers, aires de sports et de loisirs de plein air.*
  - Bulletin officiel - Fascicule n°39, novembre 1992 : *Travaux d'assainissement et de drainage des terres agricoles.*
  - Bulletin officiel - Fascicule n°70, novembre 2003. : *Ouvrages d'assainissement.*
  - Bulletin officiel - Fascicule n°74: *Construction des réservoirs en béton.*
  - Instruction Technique Interministérielle relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations. Juin 1977.

- **SETRA, LCPC, 2001 :** *Etanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier*. 2 volumes.

❖ **Textes de Loi :**

- Code Civil : *articles 640, 641 et 681.*
- Code de l'Urbanisme : *article L.123.1.*
- Code Général des Collectivités Territoriales : *articles L2224-8, L2224-10, L2224-11 et L2224-12.*
- Code Pénal : *articles R34 R38.*
- Code Rural : *articles L151-36 et L151-40.*
- Loi Nationale AVIS. 6 juillet 2000.
- Loi sur l'eau : *articles 10, 31 et 35.*