



LES EAUX PLUVIALES

DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT

CONSTITUTION DES DOSSIERS
D'AUTORISATION ET DE DECLARATION
AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU

DIRECTION
RÉGIONALE
DE L'ENVIRONNEMENT



AQUITAINE



Directions Départementales de
l'Équipement

Centre d'Études Techniques de
l'Équipement du Sud-Ouest



Directions
Départementales
de l'Agriculture
et de la Forêt

Octobre 2004

LES EAUX PLUVIALES

DANS LES PROJETS D'AMENAGEMENT

**CONSTITUTION DES DOSSIERS
D'AUTORISATION ET DE DECLARATION
AU TITRE DE LA LOI SUR L'EAU**

Octobre 2004



Ce document a été élaboré par des praticiens de DDE, DDAF, DIREN et CETE, dans le cadre d'un groupe de travail initié par le RES'EAU.

Ce groupe était composé des personnes suivantes :

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| ▪ Franck MATELAT | DDE 24 |
| ▪ Nicolas CANUT | DDE 40 |
| ▪ Jacques LE ROUX | DDE 33 |
| ▪ Pierre ETCHEVERRY | DDE 64 |
| ▪ Evelyne DESVEAUX | DDAF 24 |
| ▪ Nathalie OLLIVIER | DDAF 16 |
| ▪ Magali BERTRAND | DDAF 40 |
| ▪ Marion TOUTCHKOV | DDAF 47 |
| ▪ Jacques QUINIO | DIREN Aquitaine |
| ▪ Jean-Daniel BALADES | CETE du Sud-Ouest |
| ▪ Anne-Marie TRINCAT | CETE du Sud-Ouest |

Il a été validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1^{er} juillet 2004.

SOMMAIRE

PREAMBULE	1
I - MODALITES D'APPLICATION DE LA REGLEMENTATION	2
I-1 RUBRIQUES DU DECRET MODIFIE N°93-743 DU 29 MARS 1993 (version modifiée du 11/09/03) CONCERNANT LES REJETS D'EAUX PLUVIALES	3
I-2 CAS DES TRAVAUX ENTREPRIS PAR LES COLLECTIVITES	6
I-3 ETUDE D'IMPACT ET ENQUETE PUBLIQUE "LOI BOUCHARDEAU"	7
I-4 AUTRES DISPOSITIONS	7
I-5 CAS PARTICULIER DES ICPE	7
I-6 PROCEDURE PARTICULIERE AU TITRE DE L'ARCHEOLOGIE PREVENTIVE	8
I-7 INSERTION DU PROJET D'AMENAGEMENT DANS LA REGLEMENTATION LIEE A L'EAU	8
II - COMPOSITION DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ET DE DECLARATION.....	10
II-1 PRESENTATION FORMELLE DU DOSSIER	11
II-2 COMPOSITION DETAILLEE	11
Préambule ou introduction	
Pièce 1 – Identification du demandeur et de son mandataire	
Pièce 2 – Emplacement de l'ouvrage ou des travaux	
Pièce 3 – Présentation du projet et liste des rubriques de la nomenclature dont il relève	
3.1 – Milieu aquatique	
3.2 – Description détaillée de l'opération	
3.3 – Rubrique(s) de la nomenclature dont relève l'opération	
Pièce 4 – Document d'incidences	
4.1 – Analyse de l'état initial du site et contraintes liées à l'eau et au milieu aquatique	
4.2 – Incidences du projet sur le milieu et les usages	
4.3 – Mesures compensatoires envisagées	
4.4 – Compatibilité de l'opération avec les objectifs définis par les schémas d'aménagement relatifs à l'eau	
Pièce 5 – Les moyens de surveillance et d'entretien des réseaux et équipements liés aux écoulements pluviaux	
Pièce 6 – Récapitulatif des cartes, plans et coupes à fournir	

III - DISPOSITIONS TECHNIQUES SPECIFIQUES AUX ETUDES	
HYDRAULIQUES	23
III-1 CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR D'INSUFFISANCE	23
III-2 APPROCHE HYDRAULIQUE SOMMAIRE	23
III-2.1 - Estimation des débits	
III-2.2 - Dimensionnement des ouvrages de rétention	
III-3 METHODES DYNAMIQUES	28
III-4 CALCUL DE LA CAPACITE D'ECOULEMENT DES OUVRAGES PLUVIAUX	29
III-5 CRITIQUE DES RESULTATS	30
III-6 SEUILS DE SUBMERSION ADMISSIBLES	30
 ANNEXES	 34
I. CARACTERISATION DE LA POLLUTION ET RENDEMENTS DE DEPOLLUTION	35
II. EXTRAITS DE LA NORME NF EN 752-2	38
III. FICHES DE CAS SOLUTIONS COMPENSATOIRES	42
 LEXIQUE	 77
 DOCUMENTS DE REFERENCE	 78

PREAMBULE

Les extensions des zones urbaines et des infrastructures de transport sont susceptibles d'aggraver les effets néfastes du ruissellement pluvial sur le régime et la qualité des eaux et sur la sécurité des populations. L'imperméabilisation des sols en soustrayant à l'infiltration des surfaces de plus en plus importante entraîne :

- Une concentration rapide des eaux pluviales et une augmentation des pointes de débit aux exutoires
- Des apports de pollution par temps de pluie pouvant être très perturbants pour les milieux aquatiques.

La Loi sur l'Eau affirme la nécessité de maîtriser les eaux pluviales – à la fois sur les plans quantitatifs et qualitatifs – dans les politiques d'aménagement de l'espace.

Tout projet d'aménagement, même relativement peu important, est maintenant soumis soit à déclaration, soit à autorisation au titre de l'article L 214.3 du Code de l'Environnement.

Le présent document est destiné à préciser le contenu du dossier à constituer pour cette déclaration ou demande d'autorisation.

Il a été particulièrement élaboré pour répondre à l'instruction de la rubrique 5.3.0, mais de nombreuses autres rubriques sont concernées par les projets d'aménagement. Il appartient au Maître d'Ouvrage de vérifier en consultant la nomenclature complète du 29 mars 1993 quelles rubriques concernent les travaux qu'il projette.

Il est également important de signaler que tous les points mentionnés ne sont pas à aborder dans le même détail et que leur développement sera fonction de l'enjeu du projet vis-à-vis de tel ou tel impact qu'il peut avoir sur son environnement aquatique.

Ce document comporte une annexe III qui n'est pas jointe, afin de faciliter les échanges informatiques. Il sera téléchargeable sur les sites Intranet suivants pour les agents des Ministères :

- Direction de l'Eau du MEDD : <http://www.ecologie.ader.gouv.fr/de/pages/police/bourse-echange/accueil-bourse.htm>
- Res'Eau du CERTU : <http://intra.certu.i2/Reseaux/ENV/reseau/index.htm>

et sur le site Internet suivant pour le grand public :

- DIREN : <http://www.aquitaine.ecologie.gouv.fr>

I - MODALITES D'APPLICATION DE LA REGLEMENTATION

Ce rappel du cadre réglementaire ne se substitue pas aux décrets modifiés 93-742 et 93-743 du 29 mars 1993 qui constituent la base fondamentale des dispositions réglementaires relatives au régime d'autorisation ou de déclaration prévues aux articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement.

Ces décrets sont accessibles sur le serveur Internet suivant : <http://www.legifrance.gouv.fr/> ou sur le site du MEDD : <http://www.ecologie.gouv.fr/> . Sélectionner « domaine de l'eau » puis « réglementation ».

Les Installations, Ouvrages, Travaux ou Activités (I.O.T.A.) pouvant avoir un impact sur l'eau ou le milieu aquatique doivent faire l'objet, par la personne qui souhaite les réaliser, d'une déclaration ou d'une demande d'autorisation au titre de la police de l'eau, en fonction de la(des) rubrique(s) de la nomenclature issue du décret N°93-743 modifié du 29/03/1993 qui peut(vent) les viser.

Cette nomenclature est une grille de lecture à multiples entrées. Une seule rubrique relevant de l'autorisation soumet l'opération à autorisation et l'étude d'incidences correspondante doit tenir compte de tous les effets possibles sur le milieu aquatique.

En vertu de l'article 2 du décret 93-743 , les I.O.T.A. **soumis à déclaration relèvent du régime de l'autorisation**, à l'intérieur du **périmètre de protection rapprochée** des points de prélèvements d'eau destinée à l'alimentation des collectivités humaines, mentionné à l'article L. 1321-2 du Code de la Santé publique, et du périmètre de protection des **sources d'eaux minérales** déclarées d'intérêt public, mentionné à l'article L. 1322-3 du même code ainsi que des zones mentionnées à l'article L. 432-3 du Code de l'Environnement : **frayères, zones de croissance ou les zones de nourriture de la faune piscicole**.

La personne physique ou morale désignée sous le terme de pétitionnaire est la personne habilitée à engager la demande. Elle peut être :

- Le propriétaire du sol
- L'exploitant
- Une autre personne liée au propriétaire sous une forme à préciser.

Les opérations réalisées par un même pétitionnaire concernant **un même milieu** sont cumulées pour l'application des seuils.

I.1 - RUBRIQUES DU DECRET MODIFIE N°93-743 DU 29 MARS 1993 (version modifiée du 11/09/2003) CONCERNANT LES REJETS D'EAUX PLUVIALES

LES DEUX PRINCIPALES RUBRIQUES :

◆ RUBRIQUE 5.3.0

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou dans un bassin d'infiltration, la superficie totale desservie étant :

- 1° Supérieure ou égale à 20 haAUTORISATION
2° Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha DECLARATION

◆ RUBRIQUE 6.4.0

Création d'une zone imperméabilisée, supérieure à 5 ha d'un seul tenant à l'exception des voies publiques affectées à la circulation :AUTORISATION

Celles-ci appellent les commentaires suivants pour leur application :

❖ Notion d'eaux superficielles :

Elles comprennent :

↳ D'une part les eaux courantes :

- Eaux de source
- Cours d'eau
- Canaux
- Les eaux de ruissellement (les fossés sont donc visés).

↳ D'autre part les eaux stagnantes non souterraines :

- Lacs
- Etangs
- Plans d'eau.

❖ Rejet dans un réseau d'eaux pluviales :

Ce rejet doit être autorisé par la collectivité propriétaire. La collectivité peut ne pas accepter ou imposer des conditions de déversement. Le Plan Local d'Urbanisme et/ou le règlement du service d'assainissement peuvent en fixer les conditions.

Ce rejet doit donner lieu au titre du Code de l'Environnement, selon les cas, à :

↳ Le rejet du réseau de la collectivité est en situation régulière (autorisé le plus souvent) :

- L'opération envisagée était prévue dans ce cadre : **aucune démarche n'est nécessaire** (sauf prescriptions particulières de l'acte d'autorisation). Cette situation est la meilleure car elle permet d'optimiser les investissements et d'appréhender globalement les incidences.

- L'opération n'était pas prévue dans le dossier initial : **une déclaration par la collectivité propriétaire du réseau de la modification de son rejet global** autorisé en vertu de l'article 15 du décret procédure pour les ouvrages soumis à autorisation ou de l'article 33 dans le cas d'une déclaration. Le service de police des eaux statue alors sur la suite à donner pour la collectivité : enregistrement de la modification, prescriptions nouvelles ou nouvelle demande d'autorisation (cf. article 15 du décret procédure).

🔗 Le rejet du réseau n'est pas en situation régulière :

La collectivité devra régulariser son rejet global en intégrant le projet en cause et les projets futurs connus.

❖ Bassin d'infiltration :

Il s'agit d'un ouvrage artificiel conçu pour assurer le transfert des eaux vers le sous-sol et leur rétention avant infiltration.

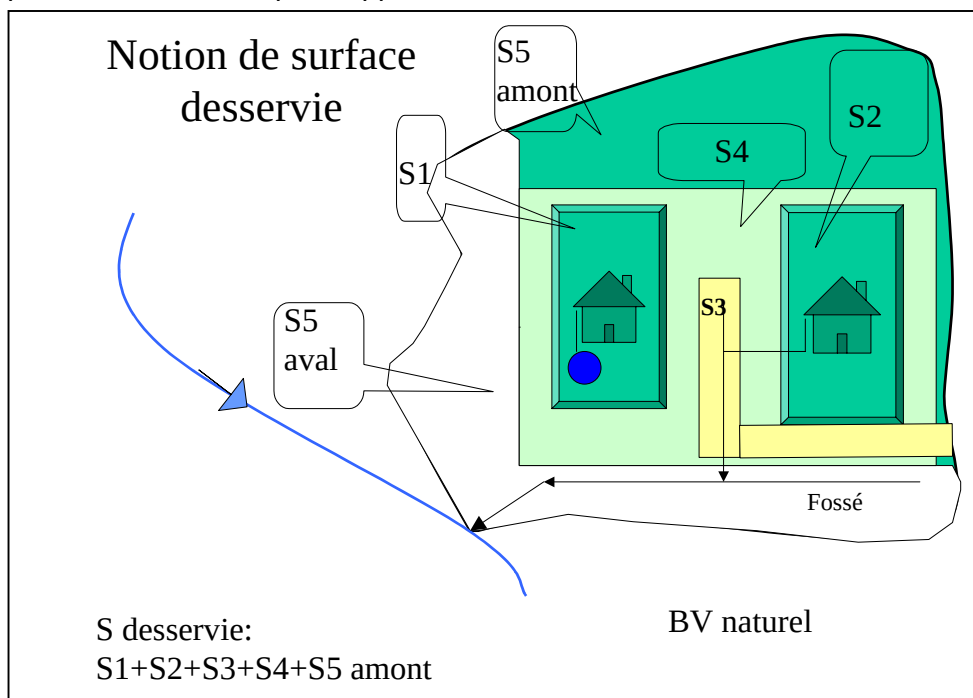
❖ Notion de surface desservie :

Cette notion a été précisée par la Direction de l'Eau :

*La surface à considérer est **la surface du bassin versant, y compris la surface du projet, dont l'écoulement des eaux de ruissellement est influencé par le projet**. Il faut totaliser les superficies correspondant, d'une part, au projet de collecte et de rejet d'eaux pluviales et, d'autre part, au réseau de collecte déjà réalisé par la même personne, dès lors que les rejets affectent le même milieu aquatique, pour situer l'ensemble par rapport aux seuils fixés par la rubrique 5.3.0 et ainsi en déduire le régime applicable.*

Le calcul de cette surface ne fait pas intervenir de pondération par coefficients d'imperméabilisation.

La figure ci-après fournit un exemple d'application.



❖ Notion de zone imperméabilisée d'un seul tenant :

Seules les surfaces imperméabilisées sont comptabilisées. Les parkings privés des centres commerciaux sont concernés. Deux zones séparées d'une voie publique ne sont pas cumulées en surface.

LES AUTRES RUBRIQUES SUSCEPTIBLES D'ETRE INTERESSEES :

❖ RUBRIQUE 2.2.0

Rejet dans les eaux superficielles susceptible de modifier le régime des eaux, la capacité totale de rejet étant :

- 1° Supérieure ou égale à 10 000 m³/jour ou à 25 p. 100 du débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans (dit "débit" et noté QMNA 1/5)AUTORISATION
- 2° Supérieure à 2 000 m³/jour ou à 5 p. 100 du débit mais inférieure à 10 000 m³/j et à 25 p. 100 du débit.....DECLARATION

❖ RUBRIQUE 2.5.4

Arrêté Prescriptions Générales 13/02/2002 (J.O. 16/02/2002), Circulaire d'application du 24/07/2002
Installations, ouvrages, digues ou remblais d'une hauteur maximale supérieure à 0,5 m au-dessus du niveau du terrain naturel dans le lit majeur d'un cours d'eau :

- 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 1000 m²AUTORISATION
- 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 1000 m²..... DECLARATION
- 3° Surface soustraite inférieure à 400 m² mais fraction de la largeur du lit majeur occupée par l'ouvrage supérieure ou égale à 20%.....DECLARATION

Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage, la digue ou le remblai dans le lit majeur.

❖ RUBRIQUE 4.1.0

Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :

- 1° Supérieure ou égale à 1 haAUTORISATION
- 2° Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha DECLARATION

❖ RUBRIQUE 2.7.0 (Décret n°99-736 du 27 août 1999)

Arrêté Prescriptions Générales 27/08/1999 (J.O. 29/08/1999), Circulaire du 24/12/1999

Création d'étangs ou de plans d'eau :

- 1° Dont les eaux s'écoulent directement, indirectement, ou lors de vidanges dans un cours d'eau de 1^{ère} catégorie piscicole et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est :
 - a) Supérieure ou égale à 1 ha.....AUTORISATION
 - b) Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha..... DECLARATION
- 2° Dans les cas autres que ceux prévus au 1°/ et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est :
 - a) Supérieure ou égale à 3 ha.....AUTORISATION
 - b) Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha..... DECLARATION

Cette rubrique a vocation à s'appliquer aux plans d'eau permanents.

RUBRIQUE 2.6.2

Arrêté Prescriptions Générales 27/08/1999 (J.O. 29/08/1999), Circulaire du 24/12/1999

Vidanges d'étangs ou de plans d'eau, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à l'article L. 231-6 du code rural, hors plans d'eau mentionnés à l'article L. 231-7 du même code :

1° Dans le cas où l'eau se déverse directement ou indirectement dans un cours d'eau de 1ère catégorie piscicole et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est :

a) Supérieure ou égale à 1 ha.....AUTORISATION

b) Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha.....DECLARATION

2° Dans les autres cas que ceux prévus au 1° et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est :

a) Supérieure ou égale à 3 ha.....AUTORISATION

b) Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha.....DECLARATION

Les vidanges périodiques des barrages de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5 000 000 m³ font l'objet d'une autorisation valable deux ans, les vidanges périodiques des autres barrages de retenue font l'objet d'une autorisation unique valable pendant une durée qui ne peut être supérieure à trente ans.

RUBRIQUE 6.1.0

Travaux prévus à l'article 31 de la loi du 3 janvier 1992 sur l'eau (devenu l'article L211-7 du Code de l'Environnement), le montant des travaux étant :

1° Supérieur ou égal à 1 900 000 €AUTORISATION

2° Supérieur ou égal à 160 000 €, mais inférieur à 1 900 000 €.....DECLARATION

I.2 - CAS DES TRAVAUX ENTREPRIS PAR LES COLLECTIVITES

Les travaux entrepris par des collectivités dans un domaine ne relevant pas directement de leurs compétences ordinaires doivent être précédés d'une Déclaration d'Intérêt Général dans la mesure où ces travaux sont prévus dans la liste de l'article L 211-7 du Code de l'Environnement. Cette procédure est le plus souvent commune avec la procédure de l'autorisation et permet également de faire participer les bénéficiaires au coût des travaux le cas échéant.

Voici la doctrine de la Direction de l'Eau pour l'application de cette procédure aux cas des eaux pluviales :

*L'article L 211-7 du Code de l'Environnement relatif aux **Déclarations d'Intérêt Général** doit être utilisé dès lors que les travaux envisagés ne relèvent pas des compétences ordinaires de la collectivité.*

C'est le cas en ce qui concerne la collecte, le stockage, le traitement ou tout autre dispositif de gestion des eaux pluviales dès lors que ces eaux ne proviennent pas de terrains appartenant à la collectivité (voirie communale, parkings publics, espaces verts et publics, centres sportifs...). Cependant, dans de nombreux cas, les collectivités collectent les eaux pluviales en provenance de parcelles privées du fait de l'interception par une route communale des écoulements pluviaux issus des parcelles privées. Dans ce cas, on peut admettre qu'une DIG n'est pas nécessaire car c'est la présence de route, bien public, qui rend nécessaire la collecte (puis le stockage...) des eaux pluviales issues des parcelles. Cependant, dès lors que les volumes collectés et gérés par la collectivité deviendront très importants, la collectivité peut avoir intérêt à faire participer les propriétaires privés au financement de ces ouvrages. Dès lors, une DIG peut s'avérer nécessaire.

Si une collectivité engage des travaux afin de collecter, stocker, traiter ou gérer des eaux pluviales uniquement en provenance de propriétés privées (ouvrages de gestion des eaux pluviales d'un vallon sec entouré d'habitations...), la DIG est systématiquement nécessaire.

Par ailleurs, dès lors qu'une collectivité a réalisé le zonage prévu à l'article L.2224-10-3° et 4° du CGCT (ex art 35 de la loi sur l'eau) qui concernent en particulier les travaux visant à limiter l'imperméabilisation des sols et la maîtrise des écoulements des eaux pluviales ainsi que les installations de stockage et de traitement, on pourrait admettre que les collectivités locales n'ont pas à se soumettre à la procédure de DIG dès lors qu'elles ont procédé à la délimitation des zones où ces travaux et installations sont nécessaires de façon précise. Comme précédemment, la DIG peut cependant s'avérer nécessaire dès lors que la collectivité souhaite faire participer les bénéficiaires au financement de ces travaux.

I.3 - ETUDE D'IMPACT ET ENQUETE PUBLIQUE « LOI BOUCHARDEAU »

Si les réseaux d'eaux pluviales sont dispensés d'études d'impact (11 ° annexe I du Décret modifié n°77-1141) et ne relèvent pas de la procédure Bouchardeau (Décret N°85-453 du 23/04/1985), ils doivent être intégrés dans les études et notices d'impact nécessitées par d'autres critères et leurs diverses incidences (qualitatives et quantitatives) doivent être analysées. C'est particulièrement le cas des études d'impact concernant les ICPE soumises à autorisation. Leur coût doit également être intégré dans l'appréciation du montant des opérations afin d'apprécier les seuils financiers.

I.4 - AUTRES DISPOSITIONS

La procédure au titre du Code de l'Environnement (Article L 214-1) ne se substitue pas à d'autres réglementations applicables comme :

Permis de construire, permis de lotir, procédure ZAC, autorisation de coupe et d'abattage en espace boisé classé au PLU (Art. L 130.1 du Code de l'Urbanisme), autorisation de défrichement (Article L 311.1 du Code Forestier), exhaussement de sol (Art. 442.2 du Code de l'Urbanisme), occupation du Domaine Public Fluvial (Art 25 à 83 du DPF), autorisation ou déclaration au titre des installations classées,....etc.

I.5 - CAS PARTICULIER DES ICPE

La coordination avec la réglementation des ICPE appelle les commentaires suivants extraits de la Direction de l'Eau :

L'article L 214-1 du Code de l'Environnement exclut expressément du champ d'application de la nomenclature, les installations classées pour la protection de l'environnement codifiées au livre V du Code de l'Environnement. Aussi, les installations classées soumises à déclaration ou à autorisation au titre des articles L 511-1 et suivants du Code de l'Environnement ne sont-elles plus susceptibles de ressortir de la nomenclature du 29 mars 1993 et du régime d'autorisation ou déclaration au titre de la loi sur l'eau.

Ceci ne s'applique toutefois pas aux IOTA relevant de la législation des installations classées qui sont accessoires d'un IOTA relevant de la police de l'eau (par exemple : un stockage de chlore, qui relève des installations classées, dans une station d'épuration qui relève de la police de l'eau) ou d'installations qui sont composites dont une partie relève de la police de l'eau et l'autre des installations classées (par exemple un barrage sur cours d'eau créant un plan d'eau d'une part, un système de pompage dans ce plan d'eau servant à alimenter des canons à neige d'autre part. Le barrage et la création du plan d'eau relèvent de la police de l'eau, le pompage et les canons à neige des installations classées. Autre exemple : une station d'épuration urbaine et une unité de compostage qui traite les boues de cette station, mais éventuellement d'autres déchets. La STEP relève de la nomenclature « eau », l'unité de compostage, de la réglementation installations classées, dès lors que les seuils de la rubrique 2170 sont atteints. Cette analyse est indépendante de la distance séparant la STEP de l'unité de compostage).

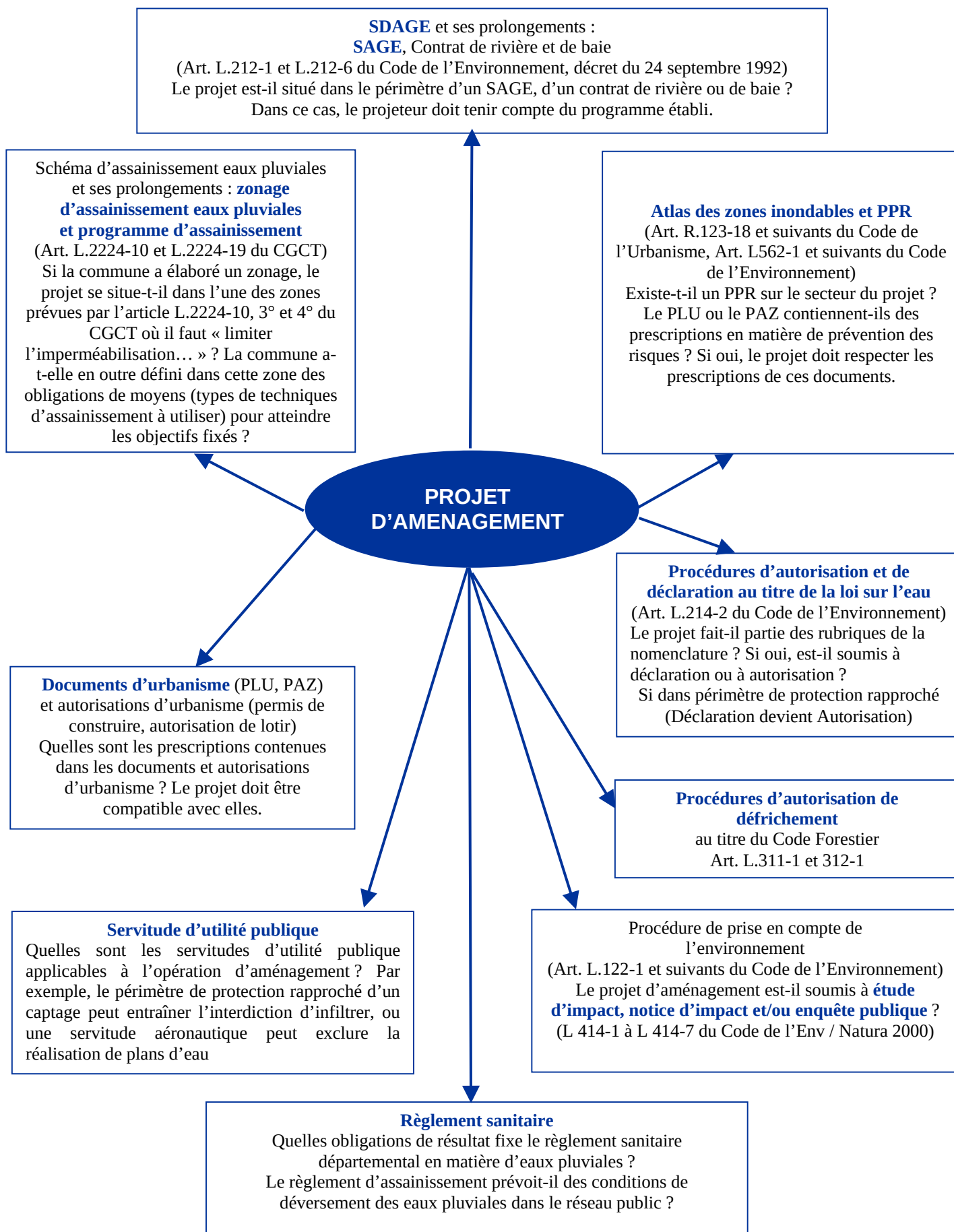
Cependant, les installations classées pour la protection de l'environnement, en application de l'article L 214-7 du Code de l'Environnement, doivent respecter les articles L 211-1 (objectif d'une gestion équilibrée), L 212-1 à L 212-7 (compatibilité avec le SDAGE et le SAGE), L 214-8 (obligation de moyens de mesures et d'évaluation des rejets et des prélèvements), L 216-6 (délict de pollution) et L 216-13 (référé pénal) du Code de l'Environnement.

I.6 - PROCEDURE PARTICULIERE AU TITRE DE L'ARCHEOLOGIE PREVENTIVE

Le Décret n° 2002-89 du 16 janvier 2002 pris pour l'application de la loi n° 2001-44 du 17 janvier 2001 et relatif aux procédures administratives et financières en matière d'archéologie préventive s'applique aux installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à étude d'impact (mais non à notice d'impact ou à document d'incidences).

I.7 - INSERTION DU PROJET D'AMENAGEMENT DANS LA REGLEMENTATION LIEE A L'EAU

Le tableau de la page suivante résume les implications dans l'ensemble de la réglementation liée à l'eau, qu'il est nécessaire de prendre en compte dans la conception du projet et le montage du dossier réglementaire.



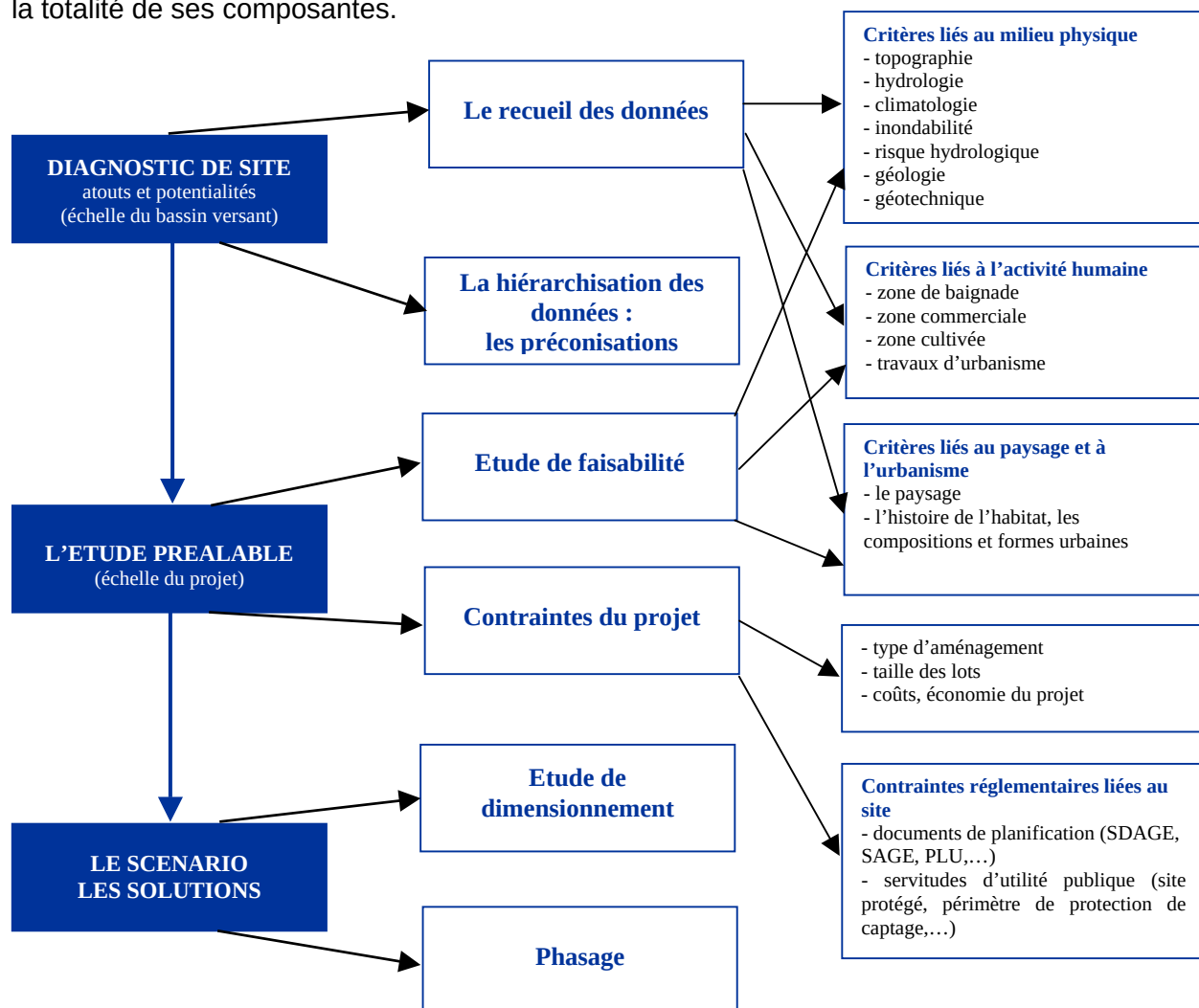
II- COMPOSITION DU DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION ET DE DECLARATION

Il est souhaitable que les études d'incidences se réalisent parallèlement à la définition du projet, afin d'optimiser l'économie du projet et de minimiser les incidences sur le milieu. Il est indispensable alors d'adopter la stratégie suivante :

- Une approche globale et pluridisciplinaire des problèmes liés à l'eau
- Une organisation multifonctionnelle et rationnelle des espaces publics sollicités
- Une organisation de l'espace qui maîtrise l'écoulement des eaux résultant des épisodes pluvieux même exceptionnels qui provoquent à l'heure actuelle des inondations.

Le synoptique ci-après, extrait du Mémento pour la gestion des projets d'assainissement (CERTU 2001), présente l'ensemble d'une démarche fondée sur un diagnostic de site, puis des études préalables à l'aménagement et des scénarii d'assainissement pluvial.

Cette démarche doit permettre une nette amélioration (globale) des projets d'assainissement pluvial par une prise en compte, dès l'amont des projets, de la problématique eau pluviale, avec la totalité de ses composantes.



Le contenu des dossiers de demande d'autorisation et de déclaration est le même. Son degré de précision est fonction des enjeux liés au projet vis-à-vis de la ressource en eau. D'autre part, le dossier de déclaration n'impose pas de préciser les solutions compensatoires.

II.1 - PRESENTATION FORMELLE DU DOSSIER

Le dossier est adressé, avec une lettre de demande, au Préfet du département, que ce soit pour les opérations soumises à autorisation et à déclaration.

Le dossier comporte six pièces (cf. articles 2 et 19 du Décret n° 93-742 du 29 mars 1993) :

- 1 - Nom et adresse du demandeur**
- 2 - Emplacement sur lequel le projet doit être réalisé**
- 3 - Présentation du projet et liste des rubriques de la nomenclature dont il relève**
- 4 - Document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques**
- 5 - Moyens de surveillance prévus**
- 6 - Eléments graphiques et cartographiques utiles à la compréhension des pièces du dossier**

II.2 - COMPOSITION DETAILLEE

Le dossier doit porter sur l'ensemble des installations ou équipements exploités ou projetés par le demandeur qui, par leur proximité ou leur connexité avec l'ouvrage soumis à autorisation, sont de nature à participer aux incidences sur le milieu aquatique.

L'importance du dossier, le niveau des investigations et des analyses à conduire doivent être appréciés en fonction de l'importance du projet, et surtout en fonction de la gravité et de la portée des incidences sur l'eau et les milieux aquatiques. Pour les projets situés dans ou à proximité des sites NATURA 2000, le dossier comportera un volet particulier d'évaluation des incidences sur les espèces et habitats concernés (Art. R.214-34 du Code Rural).



PREAMBULE OU INTRODUCTION

Le préambule comporte :

- Intitulé de l'opération
- Objet de la demande
- Rappel du cadre juridique
- Rappel des décisions antérieures et des procédures en cours (études préalables, APS, DUP, procédures d'urbanisme)...
- Présentation sommaire du projet et découpage du dossier si l'autorisation n'est pas demandée pour la totalité du projet
- Enoncé de la composition des dossiers.

◆ **PIECE 1 - IDENTIFICATION DU DEMANDEUR ET DE SON MANDATAIRE**

- Nom, prénom et adresse du pétitionnaire (ou raison sociale s'il s'agit d'une personne morale)
- Si le pétitionnaire n'est pas le propriétaire : habilitation à intervenir
- Si un transfert de l'ouvrage est prévu à l'issue de la réalisation, préciser les modalités du transfert et le bénéficiaire.

◆ **PIECE 2 - EMPLACEMENT DE L'OUVRAGE OU DES TRAVAUX**

- Commune
- Quartier
- Références cadastrales : section, N°, lieu-dit
- Cours d'eaux concernés
- Géo-référence ou coordonnées Lambert II du point de rejet des eaux pluviales au milieu naturel
- Bassin hydrographique concerné
- Localisation des ouvrages et schémas de principe d'écoulement des eaux (l'emplacement des ouvrages annexes doit également être précisé)
- Plan de situation du projet sur plan topographique à l'échelle 1/25 000^{ème} et sur plan cadastral au minimum faisant apparaître en particulier :
 - Le réseau hydrographique concerné (surligné) ;
 - La délimitation de la zone influencée par le projet.

◆ **PIECE 3 - PRESENTATION DU PROJET ET LISTE DES RUBRIQUES DE LA NOMENCLATURE DONT IL RELEVE**

3.1 - MILIEU AQUATIQUE

Identification du milieu récepteur du rejet d'eaux pluviales :

- Cours d'eau : nom (affluent de ...), code hydrographique agences de l'eau, repère (point kilométrique et/ou coordonnées Lambert II), cote altimétrique
- Plan d'eau, étang, zone humide, canal : dénomination, repère, cote altimétrique
- Système aquifère (en cas d'infiltration des rejets) : dénomination, type structural, code hydrogéologique BRGM, cote altimétrique et coordonnées Lambert II du point de rejet.

Le rejet d'eaux pluviales peut se faire directement ou indirectement dans le milieu récepteur : cours d'eau, mer, eaux souterraines. Si le rejet est indirect, il convient de décrire le cheminement jusqu'au milieu récepteur final.

3.2 - DESCRIPTION DETAILLEE DE L'OPERATION

🔗 Nature et objet de l'opération

Exemples : ZAC, lotissement, grande surface, parking, hôtel, entrepôts...

- Nature des infrastructures ou des constructions projetées
- Nature des activités qui y seront exercées
- Règlement ou projet de règlement de l'opération (ZAC, lotissement).

🔗 Volume de l'opération

- Superficie totale du ou des bassins versants influencée par le projet de rejet au milieu naturel
- Superficie totale de la nouvelle zone urbanisée
- Surface maximale imperméabilisable et détail des divers types de surfaces de voirie, zones vertes, bâtiments, parkings,... (les valeurs couramment admises sont les suivantes en pourcentage de la surface totale : ZAC : 60 à 80 % ; lotissement en habitat groupé : 60 % ; lotissement en habitat diffus : 50 à 60 % ; lotissement en résidentiel : 40 à 50 %)
- Si les constructions projetées sont de différentes natures, superficie respective de chaque type de structure
- S'il est prévu un remplissage progressif de la zone de projet, préciser la nature des constructions, le phasage envisagé et les surfaces correspondant aux différentes phases
- Dispositif de collecte et de traitement des eaux usées.

🔗 Dispositif de collecte et, le cas échéant, de traitement des eaux pluviales

- Caractéristiques sommaires du réseau pluvial projeté et des exutoires et phasage éventuel
- Caractéristiques sommaires des ouvrages connexes et modalités de fonctionnement
 - Dispositifs de régulation des débits (stockages dans les matériaux constitutifs et infiltration, bassins de retenue, bassins secs paysagers,...)
 - Systèmes de traitement (bacs dessableurs et/ou déshuileurs, rétention des flottants, bassins de décantation, ...)
 - Autres ouvrages : techniques alternatives, stations de relevage, déversoirs d'orage.

🔗 Appréciation sommaire des dépenses

🔗 Planning prévisionnel des travaux.

3.3 - RUBRIQUE(S) DE LA NOMENCLATURE DONT RELEVÉ L'OPERATION

Définies par le décret n° 93-743 du 29 mars 1993 modifié relatif aux opérations soumises à autorisation en application de l'article L 214-1 à 6 du Code de l'Environnement ; concernées :

- Rubrique 5.3.0
- Et/ou rubrique 6.4.0
- Autres rubriques à préciser.

(Seront précisés les aménagements ou ouvrages prévus par le projet qui sont concernés par chacune des rubriques).



PIECE 4 - DOCUMENT D'INCIDENCES

Les orientations ou recommandations fournies ci-après concernent essentiellement les rejets dans les eaux superficielles et souterraines. Elles doivent être ajustées au regard des enjeux soulevés par l'opération liés au milieu aquatique, et notamment des autres rubriques de la nomenclature concernées.

4.1 - ANALYSE DE L' ETAT INITIAL DU SITE ET CONTRAINTES LIEES A L'EAU ET AU MILIEU AQUATIQUE

Le projet devra être resitué sur le bassin versant dans lequel il se trouve à partir d'un extrait de carte topographique à une échelle adaptée. Le maître d'ouvrage veillera à porter son analyse sur un territoire suffisamment global au regard des enjeux étudiés, et en aucun cas au seul périmètre de l'opération envisagée.

Dans le cas où les données disponibles sur le milieu aquatique sont insuffisantes, le maître d'ouvrage effectuera des investigations particulières, ceci dans le but d'obtenir un état de référence précis : étude hydrologique, campagne de mesures physico-chimiques, mesure de l'Indice Biologique Global, inventaire piscicole...

📍 Le milieu physique

- Description du climat (pluviométrie en particulier), de la topographie, de la géologie, de l'hydrogéologie et de l'hydrologie
- Plan au 1/25 000^{ème} des bassins versants hydrographiques avec courbes de niveaux et la situation des émissaires naturels des eaux pluviales
- Plan topographique du site.

⇒ Les eaux superficielles

Aspects quantitatifs

- ♦ Régime, répartition mensuelle des débits
- ♦ Débits caractéristiques et notamment débit moyen annuel Q_a , débit moyen mensuel sec de période de retour 2 ans (QMNA2) et 5 ans (QMNA5) au droit du projet (données obtenues sur une station hydrométrique proche, ou par extrapolation, ou étude hydrologique)

- ♦ Débits de pointe avant aménagement (au minimum Q10 et Q100), au(x) point(s) de rejet prévu(s) pour l'évacuation des eaux pluviales
- ♦ Relations cours d'eau - nappe d'accompagnement
- ♦ Analyse de la sensibilité de la zone d'étude vis-à-vis du risque d'inondation - plan des zones submersibles - vulnérabilité de l'aval - identification et quantification des apports amont – atlas des zones inondables - PPRI.

Certaines données indiquées ci-dessus sont accessibles à partir de la Banque HYDRO (débits caractéristiques des cours d'eau).

Aspects qualitatifs

Description des milieux aquatiques dans lesquels seront effectués des rejets d'eaux pluviales :

- ♦ Classe de qualité et objectif de qualité du cours d'eau sur la section concernée ou, à défaut, objectif de qualité du premier cours d'eau qui le reçoit et qui est affecté d'un objectif
- ♦ Qualité physico-chimique et hydrobiologique. Le SEQ Eau sera utilisé
- ♦ Faune piscicole : catégorie piscicole, espèces représentées, présence d'espèces migratrices, frayères
- ♦ Zones en relation avec le cours d'eau et faisant l'objet d'une protection : NATURA 2000, site naturel classé et inscrit, arrêté de biotope, ZNIEFF éventuellement...
- ♦ Autres zones d'intérêt écologique en relation avec le milieu aquatique (zones humides...).

Usages

Inventaire des usages existants :

Le recensement des usages doit intéresser la globalité du périmètre potentiellement concerné par l'impact du rejet. La section aval à prendre en compte peut s'interrompre dès la confluence avec un cours d'eau d'importance au moins égale.

- ♦ Prélèvements existants et destination des eaux (AEP - périmètres de protection existants, avec ou sans DUP - irrigation, industries, piscicultures...) y compris les projets importants en cours
- ♦ Rejets industriels et domestiques
- ♦ Autres usages tels que pêche, baignade, navigation...

⇒ Les eaux souterraines

Aspect quantitatif

- ♦ Carte géologique et de vulnérabilité des eaux souterraines (battement de la nappe – circulation)
- ♦ Relation cours d'eau – nappe d'accompagnement
- ♦ Préciser le type de nappe et les cotes de son battement.

Aspect qualitatif

- ♦ Préciser la qualité des eaux souterraines
- ♦ La vulnérabilité du milieu souterrain.

Usages

- ♦ Préciser les principaux usages des eaux souterraines à l'aval hydraulique de l'opération : forage, puits, etc.
- ♦ Préciser les contraintes liées à ces usages : périmètre de protection, etc.

↪ Le milieu naturel

- ♦ Description de la flore et de la faune dans le secteur influencé par l'aménagement, existence d'espèces et d'habitats relevant de NATURA 2000, zones humides.
- ♦ Existence de zonages de protection à proximité (réserves naturelles, arrêté de protection de biotope, ZICO, NATURA 2000 : ZPS, ZSC, Loi Littoral,...).

↪ Le milieu humain

Description de l'occupation du sol (en particulier à l'aval hydrogéologique de l'opération).

↪ Sites classés et inscrits.

4.2 - INCIDENCES DU PROJET SUR LE MILIEU ET LES USAGES

↪ L'analyse des incidences de l'opération doit tenir compte notamment :

- Des impacts à court terme pendant la phase travaux
- Des impacts à long terme, tenant compte des variations saisonnières.
- Des effets de cumul des différents rejets affectant le milieu récepteur.

↪ Impact de l'opération

Les impacts sur la qualité des eaux superficielles et souterraines doivent également prendre en compte la phase de chantier.

⇒ Sur les eaux superficielles

Aspect quantitatif

Il convient en premier lieu de vérifier les caractéristiques actuelles du terrain vis-à-vis du risque d'inondation, que ce soit par crue de cours d'eau, par ruissellement amont, par saturation des ouvrages à l'aval, remontée de nappes ou submersion littorale. Les mesures spécifiques nécessaires à l'assainissement et à la sécurité de la zone doivent être précisées et leur impact évalué.

Une attention particulière sera portée sur la diminution du champ naturel d'expansion des crues et les risques d'érosion des sols dans la zone d'influence du projet.

Le maître d'ouvrage fournira une note de calcul comportant explicitement les hypothèses prises en compte.

Les réseaux d'assainissement pluvial sont généralement conçus pour des périodes de retour de 10, 20 ou 30 ans, en application de la norme NF EN 752-2-3-4 « évacuation des EP des bâtiments ». Mais l'étude hydraulique doit prendre en compte l'événement centennal ou exceptionnel pour la gestion du risque et préciser notamment les hauteurs d'eau, ainsi que le sens et la répartition des écoulements de surface. L'impact de ces événements critiques sur la sécurité publique sera regardé également sur le projet lui-même.

Un plan de masse du projet indiquant la structure générale du réseau d'évacuation des eaux pluviales sera fourni avec localisation des ouvrages de stockage et éventuellement de traitement, ainsi que les points de rejets. Un schéma des écoulements principaux en cas d'événements exceptionnels sera également fourni.

Pour déterminer si une zone est sensible ou non à une modification du régime des eaux, il convient de ne pas se focaliser au seul point de rejet, mais d'examiner la sensibilité et les enjeux de l'aval.

Aspect qualitatif

Les effets sur le milieu sont liés aux rejets :

- De matières organiques (désoxygénation, mortalité piscicole, odeurs,...)
- De solides (colmatage des fonds, turbidité, relargage de toxiques)
- De toxiques (mortalité, effets à long terme)
- De germes pathogènes et de virus (baignade, ostréiculture)
- De nutriments (eutrophisation, consommation d'oxygène)
- De flottants (visuel).

Ces divers paramètres provoquent :

- Des effets cumulatifs sur de longues périodes (toxiques, solides, nutriments,...). Le flux à prendre en compte sera, dans ce cas, la masse annuelle (**voir annexe I page 35**)
- Des effets de choc liés à la désoxygénation et aux effets toxiques immédiats. Le flux à prendre en compte est la masse rejetée à l'occasion d'un événement pluvieux d'une période de retour annuelle (**voir annexe I page 35**).

Pour l'appréciation de l'impact, le principe de base est le respect des objectifs de qualité (issus du SDAGE, du SAGE, des cartes d'objectifs de qualité, et bientôt de la Directive Cadre), jusqu'à une pluie de période de retour annuelle. Dans tous les cas, il ne doit pas y avoir de remise en cause de l'usage ou de la vocation du milieu récepteur : pour les cours d'eau sur lesquels aucune information de qualité n'existe, le maître d'ouvrage évaluera par des mesures la qualité actuelle (ou en se basant sur l'objectif du cours d'eau dans lequel il se rejette –une seule analyse ponctuelle n'est pas forcément caractéristique du milieu) et prendra les dispositions nécessaires pour respecter l'objectif.

La quantification de l'impact sera réalisée sur la base des valeurs guides pour les charges produites et des rendements des solutions compensatoires qui sont donnés **en annexes**. Pour le rejet dans les eaux superficielles, le principe proposé d'évaluation de l'incidence est le suivant :

- Débits caractéristiques du cours d'eau : Q_a et $QMNA2$
- Débit de rejet : c'est le débit du rejet direct ou régulé sur la base de 3 l/s/ha, sauf dispositions particulières. Le calcul sera réalisé par la méthode de la dilution.

Cours d'eau			Rejet du projet		
Effets	Débit	Qualité	Débit	Flux polluant	Taux dépollution
Chroniques	Q_a	observée	3 l/s/ha	Masse annuelle	Selon traitement
Choc	$QMNA2$	observée	3 l/s/ha	Masse événement annuelle	Selon traitement

En cas d'impact significatif sur le milieu, il faut prévoir la mise en œuvre de la meilleure technologie disponible pour limiter les rejets polluants.

La méthode d'évaluation de l'impact sur la qualité des eaux pourra être adaptée en fonction de l'importance relative du rejet et de la sensibilité du milieu récepteur ; dans les cas les plus difficiles, l'appréciation de l'incidence et le dimensionnement des dispositifs de protection de la ressource pourront nécessiter des études fines, basées notamment sur une analyse statistique des pluies.

Ce sera le cas par exemple dans les situations suivantes :

- ♦ Hauts bassins des cours d'eau naturels, en particulier quand le bassin naturel n'est pas au moins 100 fois supérieur aux surfaces imperméabilisées
- ♦ Présence d'un étang ou d'un plan d'eau à moins d'un kilomètre du rejet
- ♦ Milieux de haute qualité biologique à l'aval proche (réserve naturelle, ZICO, ZNIEFF, zone de conservation de biotope, ZPS, ZSC, Directive Habitat Natura 2000...)
- ♦ Zones d'usages particuliers : prise d'eau potable, baignade, pisciculture à moins d'un kilomètre du rejet ; il faut alors se référer aux normes spécifiques établies pour l'usage concerné
- ♦ Zone figurant à l'inventaire des zones humides.

⇒ Sur les eaux souterraines

Aspect qualitatif

L'évaluation de l'impact sur la qualité des eaux souterraines doit être fondée sur une analyse de la vulnérabilité des aquifères, fonction des caractéristiques naturelles et des usages de la ressource.

Il convient alors d'évaluer les risques de pollution des eaux souterraines par les apports chroniques et surtout lors des déversements accidentels.

Des dispositions devront être prises pour limiter ces risques, en particulier lorsque les eaux souterraines sont exploitées pour l'alimentation en eau potable ; la protection des captages d'alimentation en eau potable doit en effet être respectée prioritairement.

L'avis d'un hydrogéologue agréé en matière de santé publique sera requis pour les projets à l'intérieur des périmètres de protection rapprochée et dans un rayon de 500 m autour du captage si celui-ci n'est pas établi.

S'il est prévu d'infiltrer les eaux issues des toitures ou des bassins, il faut envisager une étude pédologique avec des tests de perméabilité pour voir la faisabilité. Le battement de la nappe, sur un cycle d'un an, sera fourni. Pour les conditions de mise en œuvre de cette solution, on retiendra une hauteur minimale de 1 m de matériau non saturé pour une perméabilité $> 10^{-5}$ m/s. Si cette condition n'est pas remplie, la solution par infiltration ne peut pas être retenue, et la protection de la nappe souterraine sera assurée soit par un matériau d'apport argileux sur 0,50 m d'épaisseur pour une perméabilité de l'ordre de 10^{-8} m/s, soit par la mise en œuvre d'une membrane d'étanchéité.

4.3 - MESURES COMPENSATOIRES ENVISAGEES

Le document d'incidences doit mentionner les dispositions ou mesures qui seront adoptées par le maître d'ouvrage pour ne pas aggraver la situation initiale et limiter l'incidence du projet sur le milieu récepteur.

Il s'agit ici essentiellement de systèmes de compensation à l'imperméabilisation du sol, de régulation des débits et/ou de traitement de la pollution, y compris le traitement de la pollution chronique et accidentelle.

Ces dispositifs seront décrits en précisant :

- Leur localisation
- Leur débit d'entrée et leur mode d'alimentation (voir chapitre III)
- Leur débit de fuite ainsi que les ouvrages de fuite (3 l/s/ha **desservi** dans le cas général pour la pluie décennale)
- Leurs caractéristiques physiques : volume, surface, profondeur... (Voir chapitre III pour les préconisations de dimensionnement). En général, dans notre région, le volume est de l'ordre de 300 m³/ha **imperméabilisé**.
- Leur type (bassins végétalisés, chaussée réservoir, bassin d'infiltration...) et leur structure (enherbé, étanche...)
- Leur durée approximative de vidange
- Leurs ouvrages de sécurité (présence d'une digue aval et hauteur éventuelle, dimensionnement du déversoir...)
- Le cheminement des eaux et les zones d'accumulation en situation extrême.

Leur période d'insuffisance sera précisée, ainsi que les modalités de fonctionnement en cas de saturation (localisation de la surverse, effets possibles...).

Un plan détaillé sera fourni avec coupes nécessaires à la compréhension.

Pour plus de clarté, il conviendra de préciser les débits à l'aval de l'opération pour différentes occurrences (Q10, Q100, Qhistorique éventuellement) pour l'état initial, l'état futur après imperméabilisation sans mesures compensatoires, et l'état futur avec mesures compensatoires.

Les ouvrages de dépollution, tant au regard des pollutions chroniques qu'accidentelles, seront décrits, dimensionnés et localisés en évaluant l'abattement effectif escompté de tels ouvrages. La compatibilité avec les objectifs de qualité des cours d'eaux récepteurs sera vérifiée (suivant chapitre III et annexes).

Une rétention étanche d'un volume de 30 m³ minimum, destinée à recueillir une pollution accidentelle par temps sec, sera mise en place à l'aval hydraulique de l'opération lorsque l'activité de la zone concernée est industrielle ou susceptible d'accueillir des véhicules transportant des substances polluantes.

De même pour ces zones où des risques de déversement accidentel de produits toxiques existent, en cas d'incendie en particulier, un bassin de confinement devra pouvoir recueillir l'ensemble des eaux susceptibles d'être polluées lors de l'accident ou incendie, y compris les eaux utilisées pour l'extinction. Pour les ICPE, l'étude de danger peut fournir des éléments d'appréciation.

Mesures compensatoires en phase de chantier

✚ Pour un chantier important :

Il est indispensable que le maître d'ouvrage établisse un cahier des charges imposant des prescriptions destinées à limiter les impacts sur les milieux.

✚ Quelques exemples de mesures :

- Détournement de cours d'eaux, mise en place de batardeaux, ...
- Interdiction de déversement de tout produit nocif dans le milieu récepteur (hydrocarbures, huiles de vidange, laitance de béton, ...)
- Interdiction de l'accès des engins dans le lit mineur et traversée à sec du cours d'eau.

4.4 - COMPATIBILITE DE L'OPERATION AVEC LES OBJECTIFS DEFINIS PAR LES SCHEMAS D'AMENAGEMENT RELATIFS A L'EAU

La conformité aux dispositions du SDAGE et des SAGE en vigueur devra faire l'objet d'une analyse détaillée et circonstanciée.

Les autres compatibilités à vérifier concernent notamment les :

- ♦ Objectifs de qualité des eaux
- ♦ Schémas départementaux de vocation piscicole
- ♦ PPR
- ♦ PLU

- ♦ Protections des captages
- ♦ Réserves naturelles
- ♦ Arrêtés de biotopes
- ♦ Plans de gestion des poissons migrateurs
- ♦ Directive Habitat.

◆ **PIECE 5 - LES MOYENS DE SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DES RESEAUX ET EQUIPEMENTS LIES AUX ECOULEMENTS PLUVIAUX**

Conformément à l'article L214-8 du Code de l'Environnement, les rejets pluviaux soumis à autorisation (ou à déclaration) doivent être pourvus de dispositifs permettant de surveiller les effets sur l'eau et les milieux aquatiques. Si l'opération présente un danger, le dossier doit indiquer les moyens d'intervention prévus en cas d'accident.

Ainsi, en cas de réalisation d'ouvrages de rétention ou de traitement des eaux de ruissellement, le maître d'ouvrage devra préciser les modalités de fonctionnement et d'entretien des ouvrages et les dispositions retenues en cas d'accident (déversement de produits toxiques sur la chaussée). Le service chargé de la police des eaux pourra demander au gestionnaire de l'ouvrage de lui fournir :

- Les méthodes et la fréquence de contrôle du remplissage des ouvrages par les boues de décantation et les huiles de façon à éviter les remises en suspension de ces dernières (conduisant aux classiques pollutions dites « accidentelles chroniques »).
- La nature et les résultats des mesures de qualité des boues de décantation et justifier de la régularité des opérations de curage et de la destination des boues (décharge, agriculture, réutilisation sur les talus d'autoroute, etc.).
- Les justificatifs correspondants et ceux concernant l'évacuation des hydrocarbures et huiles.

Il est demandé au maître d'ouvrage de s'engager sur l'entretien pérenne des ouvrages. Dans le cas des lotissements susceptibles d'être rétrocédés dans le domaine communal, il est demandé un engagement de la commune à assurer l'entretien des ouvrages.

S'il existe, à proximité du projet, des captages exploités pour l'alimentation en eau potable des populations ou si l'emprise de l'opération recoupe, en tout ou partie, des périmètres de protection :

- Des précautions particulières devront être prises,
- Des moyens de surveillance des aquifères devront, le cas échéant, être mis en place.

Sur ces aspects, une concertation préalable avec la DDASS et la Collectivité propriétaire des captages est nécessaire.

Dans certains cas, l'autorité administrative pourra exiger le suivi de l'impact de l'ouvrage sur le milieu récepteur (dispositif de contrôle du débit d'un cours d'eau à l'aval d'un ouvrage, campagnes de mesure de la qualité). L'acceptation de certaines solutions pourra également être conditionnée à la fourniture de contrats d'entretien ou à la garantie de sa prise en charge par la collectivité par exemple.

En cas de risque de débordement ou d'inondation à l'aval, il pourrait être demandé à la Collectivité de réaliser un plan d'intervention (cf. « Guide PPRI Ruissellement »).

PIECE 6 - RECAPITULATIF DES CARTES, PLANS ET COUPES A FOURNIR

- Délimitation cartographique du périmètre d'enquête
- Géo-références ou coordonnées Lambert II étendues du point de rejet des eaux pluviales au milieu naturel
- Schémas des principaux ouvrages (plans et coupes) et schémas de principe d'écoulement des eaux (préciser l'emplacement des ouvrages annexes)
- Plan de situation du projet à l'échelle du 1/25 000^{ème} avec au minimum :
 - Le réseau hydrographique concerné
 - La délimitation de la zone couverte par le projet
 - Les BV avec courbes de niveau
 - La situation des émissaires.
- Plan de situation cadastrale du projet
- Identification du milieu récepteur du rejet des eaux pluviales : cours d'eau, plan d'eau, système aquifère etc.
- Situation du projet sur le bassin versant à partir d'un extrait du plan cadastral
- Plan topographique du site
- Plan des zones submersibles (zones d'accumulation éventuelle des eaux, induites par le projet en situation exceptionnelle)
- Schémas des écoulements principaux en cas d'événements exceptionnels
- Carte géologique et de vulnérabilité des eaux souterraines
- Plan de masse (VRD) de l'opération indiquant la structure générale du réseau d'évacuation des eaux pluviales avec localisation des ouvrages de stockage et éventuellement de traitement ainsi que les points de rejets
- Extrait du Schéma départemental de vocation piscicole.

III - DISPOSITIONS TECHNIQUES SPECIFIQUES AUX ETUDES HYDRAULIQUES

III.1 – CHOIX DE LA PERIODE DE RETOUR D'INSUFFISANCE

En l'absence de spécification locale particulière, les débits de référence à retenir pour les ouvrages d'assainissement seront ceux résultant d'événements préconisés par la normalisation européenne NF EN 752-2 : un débit de mise en charge du système d'assainissement + un débit de non débordement. Les principes de performances sont précisés dans le chapitre 6 de la norme donnée **en annexe II**.

Il est rappelé que l'Instruction Technique de 1977 n'a plus de valeur réglementaire depuis la loi de décentralisation de 1983. Elle demeure toutefois une référence technique parmi d'autres.

Fréquence de mise en charge	Lieu	Fréquence d'inondation*
1 par an	Zone rurale	1 tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zone résidentielle	1 tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centre ville Zones industrielles ou commerciales - si risque inondation vérifié par l'étude - si risque inondation non vérifié par l'étude	1 tous les 30 ans
1 tous les 10 ans	Passage souterrain routier ou ferré	1 tous les 50 ans

* La fréquence d'inondation correspond à la fréquence d'apparition de dommages aux biens et évidemment aux personnes.

III.2 – APPROCHE HYDRAULIQUE SOMMAIRE

Cette approche peut s'avérer suffisante pour des projets à faibles enjeux vis-à-vis du projet lui-même et de son impact à l'aval. Elle permet d'évaluer de façon rapide les débits et volumes à stocker.

III.2.1 - ESTIMATION DES DEBITS

Le type d'occupation du sol permet de calculer le coefficient d'imperméabilisation (ou de ruissellement) C.

Le coefficient d'imperméabilisation C = $\left(\frac{\text{Surfaces imperméabilisées}}{\text{Surface totale}} \right)$

et certains critères physiques issus du diagnostic initial du site, en particulier pente moyenne, surface totale, surface imperméabilisée et surface imperméabilisable, sont des informations suffisantes permettant d'évaluer grossièrement les débits engendrés par le projet et les volumes de stockage à prévoir.

C'est à ce niveau que l'option de traitement à la parcelle, en amont des réseaux (infiltration, si le terrain le permet ou rétention) est importante. Si elle est retenue, l'aménageur doit également fixer la période de retour de dimensionnement de ces installations, qui influera sur le coefficient d'apport global du projet.

Le coefficient d'apport Ca = $\left(\frac{\text{Volume ruisselé à l'exutoire}}{\text{Volume total précipité}} \right)$

est souvent approché par le coefficient d'imperméabilisation C évoqué précédemment.

Si, jusqu'à l'orage décennal, le coefficient d'apport peut être confondu avec le coefficient de ruissellement, il n'en est pas de même pour des pluies plus rares pour lesquelles les surfaces « perméables » participent au ruissellement. Un coefficient majorateur, k, de 1,2 à 1,3 devra être appliqué pour des pluies cinquantennales. Pour les pluies plus rares de type centennal, ce coefficient est fixé à 2, soit :

$$C_a = k \times C$$

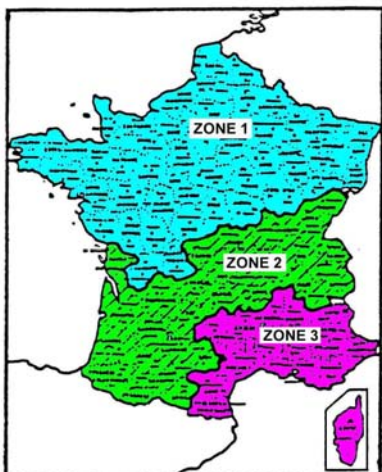
avec C_a limité à la valeur 1.

Si la valeur calculée est supérieure à 1, on retiendra la valeur 1.

Cette étude hydraulique sommaire peut être menée grâce aux outils étudiés ci-après, s'appuyant sur des méthodes ponctuelles. Il faut, bien entendu, tenir compte des avertissements concernant l'utilisation de ces méthodes (conditions limites de validité notamment), et principalement de la variation probable du coefficient d'apport en fonction de la période de retour considérée. Il faut également savoir critiquer les résultats obtenus.

METHODE DE CAQUOT

C'est la méthode ponctuelle la plus communément utilisée pour calculer des débits maximum pour un bassin versant urbain. Décrite dans l'instruction technique de 1977, elle établit le débit de pointe de fréquence de dépassement F :



Délimitation des régions
de pluviométrie homogène

$$Q_{(m^3/s)} = k \times I^\alpha \times C^\beta \times A^\gamma$$

avec :

- I Pente moyenne du bassin versant (m/m)
- C Coefficient d'imperméabilisation
- A Superficie du bassin versant (ha)
- K, α, β, γ Paramètres fonctions de la région considérée et de la période de retour (T) de la pluie

L'I.T. de 77 fournit :

- Les valeurs des différents paramètres pour faire les calculs
- Des formules fournissant, à partir de I, C et A, les résultats pour les périodes de retour de 1, 2, 5 et 10 ans.

Périodes de retour T = 1/F	Paramètres de Montana		Formules superficielles en m ³ /s			
	a (F)	b (F)	Q =			
REGION I			k	I^α	C^β	A^γ
10 ans	5,9	- 0,59	1,430	I ^{0,29}	C ^{1,20}	A ^{0,78}
5 ans	5,0	- 0,61	1,192	I ^{0,30}	C ^{1,21}	A ^{0,78}
2 ans	3,7	- 0,62	0,834	I ^{0,31}	C ^{1,22}	A ^{0,77}
1 an	3,1	- 0,64	0,682	I ^{0,32}	C ^{1,23}	A ^{0,77}
REGION II			k	I^α	C^β	A^γ
10 ans	6,7	- 0,55	1,601	I ^{0,27}	C ^{1,19}	A ^{0,80}
5 ans	5,5	- 0,57	1,290	I ^{0,28}	C ^{1,20}	A ^{0,79}
2 ans	4,6	- 0,62	1,087	I ^{0,31}	C ^{1,22}	A ^{0,77}
1 an	3,5	- 0,62	0,780	I ^{0,31}	C ^{1,22}	A ^{0,77}
REGION III			k	I^α	C^β	A^γ
10 ans	6,1	- 0,44	1,296	I ^{0,21}	C ^{1,14}	A ^{0,83}
5 ans	5,9	- 0,51	1,327	I ^{0,24}	C ^{1,17}	A ^{0,81}
2 ans	5,0	- 0,54	1,121	I ^{0,20}	C ^{1,18}	A ^{0,80}
1 an	3,8	- 0,53	0,804	I ^{0,26}	C ^{1,18}	A ^{0,80}

☞ Limites de validité :

- Sur A Validité absolue pour $5 \text{ ha} < A < 20 \text{ ha}$
Validité affirmée pour $1 \text{ ha} < A < 5 \text{ ha}$ et $20 \text{ ha} < A < 200 \text{ ha}$
- Sur I Valable pour $0,2 \% < I < 5 \%$
- Sur C $C \geq 0,2$
- Sur T Périodes de retour limitées à 10 ans.

Pour des calculs plus précis, on utilisera les valeurs des coefficients $a(F)$ et $b(F)$ des stations météorologiques les plus proches des projets avec la formule de Montana :

$$i(t,F) = a(F) t^{b(F)}$$

où $i(t,F)$ est l'intensité maximale de la pluie de durée t , de fréquence de dépassement F .

i est exprimé en millimètres par minute

t est exprimé en minutes, il est compris entre 5 minutes et 120 minutes.

Il faut alors se référer à la page 21 du chapitre II de l'Instruction Technique. Elle donne par ailleurs des coefficients permettant de passer du débit décennal aux débits de périodes de retour supérieures :

$$\begin{aligned} Q_2 &= 0,6 Q_{10} \\ Q_5 &= 0,8 Q_{10} \\ Q_{20} &= 1,25 Q_{10} \\ Q_{30} &= 1,40 Q_{10} \\ Q_{50} &= 1,60 Q_{10} \\ Q_{100} &= 2,0 Q_{10} \end{aligned}$$

Ces approches simplifiées prennent en compte les variations des coefficients d'apport pour les événements extrêmes.

Afin d'obtenir les débits centennaux, il est également possible de caler les coefficients $a(F)$ et $b(F)$ de Montana pour la période de retour centennale.

Le dispositif de collecte sera dimensionné pour empêcher tous débordement et inondation pour les événements pluvieux :

- De période de retour répondant à ceux de la norme NF EN 752
- Dans des cas spécifiques identifiés dans le PLU ou le PPR, pour la période de retour préconisée dans ces documents.

Dans tous les cas, on devra comparer le débit calculé par la méthode de CAQUOT à d'autres méthodes mieux adaptées localement, telles que la méthode rationnelle utilisant les courbes intensité, durée, fréquence (à titre d'exemple, dans les Pyrénées Orientales, la formule T.G.V., ou formule de BENECH, est utilisée).

METHODE RATIONNELLE

Elle donne le débit de pointe décennal (Q_{10}) :

$$Q_{10}(\text{m}^3/\text{s}) = 0,167.C_a.I.A$$

avec Q_{10} = débit décennal (m^3/s)

C_a = coefficient d'apport

I = intensité de la pluie sur le temps de concentration t_c (mm/mn)

A = surface totale du BV (ha)

t_c (mn) = temps de parcours de l'eau du point amont du BV au point de calcul.

On pourra utiliser la formule de Ventura suivante pour estimer ce temps :

$$t_c = 0,763 \sqrt{\frac{A}{p}}$$

avec A = surface totale du BV (ha)

p = pente du cheminement le plus long (m/m)

Cette formule est plutôt adaptée à des bassins naturels.

Il est également possible d'estimer t_c en calculant le temps de parcours sur la base d'hypothèses de vitesse d'écoulement, compte-tenu des ouvrages de transit et d'appliquer la formule de Terstriep suivante, plus adaptée aux bassins urbains :

$$t_c = 1/60 \sum (L_i/V_i)$$

avec L_i = longueur du tronçon du cheminement (m)

V_i = vitesse d'écoulement (m/s)

t_c (mn)

L'intensité de la pluie sera obtenue à partir de l'équation de Montana précédente ($i = a \times t_c^{-b}$) les coefficients a et b (dits de Montana) étant issus d'une des zones de l'Instruction Technique, d'une station spécifique de la météorologie nationale ou bien d'études antérieures. Le débit centennal pourra être obtenu par la même formule en utilisant les valeurs de a et b pour $T = 100$ ans ou par extrapolation avec les formules précédentes.

↳ Limites de validité :

- En toute rigueur, elle ne devrait s'appliquer qu'aux bassins versants urbanisés, où le rôle des surfaces imperméabilisées sur les ruissellements est prépondérant ($C > 0,2$).
- Surface de bassin versant (A) limité à quelques dizaines voire centaines d'hectares.

Remarque : le dispositif de collecte des EP de l'aménagement sera dimensionné pour empêcher tout débordement et inondation pour les événements pluvieux :

- De période de retour 10 ans dans le cas général
- Dans des cas spécifiques identifiés (PLU, PPR,...) pour la période de retour préconisée dans ces documents.

III.2.2 - DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES DE RETENTION

Les débits de rejet dans le réseau canalisé ou hydrographique de toute surface urbanisée sont limités à 3 l/s/ha, sauf dispositions réglementaires particulières imposées dans le PLU ou par le service de Police de l'Eau.

Cette disposition se traduit par la création de retenues à l'échelle du projet. La méthode de calcul proposée est développée au paragraphe suivant.

La fréquence de la pluie pour laquelle il faut dimensionner le bassin tampon est, sauf indication contraire, la fréquence décennale (figurée sur l'abaque).

CALCUL DU VOLUME DE STOCKAGE

En posant :

A = Surface totale en ha

Q = Débit de fuite en l/s : $Q \text{ (l/s)} = 3 \text{ l/s/ha} \times A$

Aa = Superficie active en ha = Ca x A

Ca = Coefficient d'apport.

Pour obtenir « V » (volume total à stocker), il faut calculer « q » (débit spécifique par rapport à la surface active) par la formule suivante :

$$q \text{ (mm/h)} = \frac{0,360}{Aa} Q$$

Reporter sa valeur sur l'abaque et en déduire, en ordonnée, la valeur « ha » (mm) de la capacité spécifique de stockage pour une pluie décennale. Puis calculer le volume total de rétention « V » par la formule :

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 10 \times ha \times Aa$$

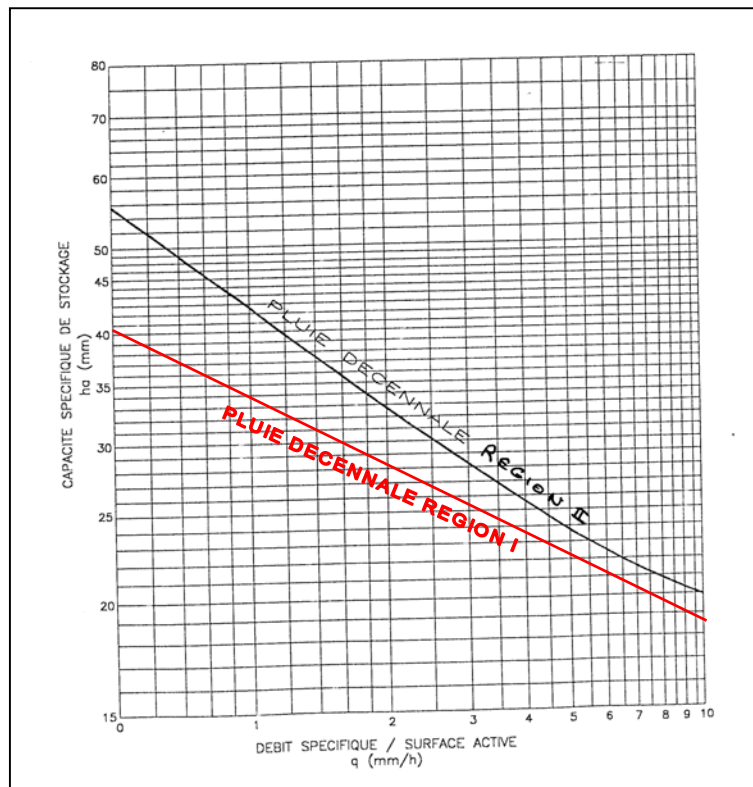
Pour l'événement centennal, le volume de stockage à prendre en compte sera égal à 2 fois le volume décennal. En cas de contrainte foncière forte ou d'enjeux très importants à l'aval, un calcul de l'hydrogramme complet de ruissellement s'imposera.

La surverse de la rétention sera calibrée pour permettre le transit du débit généré par le plus fort événement pluvieux connu ou d'occurrence centennale si supérieur.

La localisation des solutions compensatoires sera en général prévue de façon collective, mais les compensations à la parcelle peuvent être acceptées.

Les aménagements hydrauliques seront conçus de façon à prévoir le trajet des eaux de ruissellement et préserver la sécurité des biens et des personnes en cas d'événement pluvieux exceptionnel (événement historique ou centennal si supérieur).

La capacité de transit des voies et espaces publics au-delà de la saturation des réseaux sera indiquée et pourra faire l'objet de prescriptions particulières selon le type et la localisation de l'opération et les limites de sollicitation des espaces publics.



III.3 – LES METHODES DYNAMIQUES

Les méthodes ponctuelles de type Caquot ne peuvent prétendre qu'à la connaissance des débits de pointe de probabilité d'occurrence donnée à l'exutoire d'un bassin versant défini par trois caractéristiques : surface, pente et coefficient de ruissellement.

La résolution d'un problème d'assainissement plus complexe nécessite l'étude de l'hydrogramme complet de ruissellement en plusieurs points du réseau.

Tous les modèles comportent les mêmes types de sous-modèles, qui correspondent chacun à une étape du cycle de l'eau :

- Sous modèle de pluie pouvant intégrer un abattement spatial et temporel
- Sous modèle de ruissellement, qui permet la transformation de la pluie en un hydrogramme d'écoulement entrant dans le réseau existant ou projeté
- Sous modèle de propagation hydraulique qui réalise le transfert des hydrogrammes dans le réseau
- Sous modèle de transformations spéciales qui correspondent à des aménagements rencontrés sur les réseaux.

Aussi sophistiqués qu'ils soient, les modèles mathématiques ne peuvent traduire que de façon schématique et simplifiée une réalité beaucoup plus complexe. Tous les modèles doivent être calés à partir d'observations ou de mesures. Pour les projets d'aménagement classiques, l'utilisation des pluies de projets classiques conviennent, au-delà, la représentation spatio-temporelle de la précipitation par modélisation pose de grandes difficultés. Les modèles hydrologiques de transformation pluie-débit, même s'ils posent des problèmes de calage, conviennent en principe bien pour les types de projets qui sont généralement à traiter. C'est également vrai pour les modèles hydrauliques de transfert des hydrogrammes qui prennent généralement bien en compte les écoulements à surface libre et en charge, les contraintes aval et les débordements.

De nombreux logiciels ont été conçus pour l'étude des réseaux d'assainissement suivant de telles méthodes : PAPYRUS du Ministère de l'Équipement, MOUSE, CANOE... Les résultats obtenus sont nettement plus complets, plus précis et permettent de faire de véritables simulations, avec différents types de pluies. On peut aussi vérifier l'effet de la mise en œuvre des différentes solutions étudiées. Au rang des inconvénients, citons leur coût (coût du logiciel lui-même, coût des données notamment topographiques nécessaires) et la nécessité d'une plus grande compétence en matière d'hydrologie et d'hydraulique pour les utiliser correctement.

↳ **Limites d'utilisation :**

Elles sont propres à chaque logiciel ; à titre d'exemple, celles du logiciel PAPYRUS sont les suivantes :

- $0,4 \text{ ha} \leq A \leq 5\,000 \text{ ha}$
- $0,2 \leq C \leq 1$
- $0,4 \% \leq I \leq 4,7 \%$
- $5 \text{ min} \leq TP \leq 180 \text{ min}$ (TP = durée de la période intense de pluie)
- $5 \text{ mm} \leq HP \leq 240 \text{ mm}$ (HP = hauteur tombée durant TP)

III.4 – CALCUL DE LA CAPACITE D'ECOULEMENT DES OUVRAGES PLUVIAUX

Le débit capable (Q_p) des ouvrages pluviaux (collecteurs, fossés,...) existants ou à créer pourra être calculé à partir :

- De l'Instruction Technique de 1977 qui fournit formules de calculs ou abaques permettant une lecture simple et rapide
- De la formule de Manning-Strickler
- Ou de tout autre méthode dynamique développée dans les modèles.

Formule de Manning-Strickler :

$$Q_P \text{ (m}^3\text{/s)} = K \cdot I^{0,5} \cdot R_H^{2/3} \cdot S$$

avec :

K = coefficient de Manning-Strickler lié à la rugosité de l'ouvrage (tableau ci-dessous et livre d'hydraulique si nécessaire)

I = pente du radier de l'ouvrage en écoulement permanent et uniforme (m/m)

R_H = rayon hydraulique (m)

S = surface mouillée (m²)

Type d'ouvrages	K
Fossés encombrés	10
Fossés propres, noues	20 à 30
Lit mineur d'un cours d'eau	30
Canalisations béton ou fonte	60 à 70

III.5 – CRITIQUE DES RESULTATS

Les hypothèses propres à chaque méthode doivent être rigoureusement respectées : chaque méthode est calée par rapport à des intervalles d'utilisation bien définis, avec des hypothèses qui lui sont propres. Le problème est que ces données n'apparaissent pas au niveau des formules brutes. L'utilisateur doit donc vérifier le respect des conditions d'emploi de la méthode qu'il a choisie. Enfin, il est toujours recommandé de vérifier l'ordre de grandeur des résultats obtenus : on peut se référer à des ratios, à des ordres de grandeur communément admis, propres à une région donnée et à une pluie donnée.

III.6 – SEUILS DE SUBMERSION ADMISSIBLES POUR LES ESPACES PUBLICS

◆ LES PLANS D'EAU

Les bassins en eau peuvent être sollicités et dimensionnés pour des périodes de retour importantes allant au-delà de l'événement décennal fréquemment retenu par les aménageurs.

Les ordres de grandeur de hauteurs d'eau admissibles à retenir sont :

- ◆ Un marnage de l'ordre de 0,50 à 0,70 m en occurrence décennale, associé à une profondeur moyenne de 2 m, qui permet un bon effet de dilution du volume ruisselé dans la masse d'eau quasi-permanente du bassin avant la pluie, un traitement facile des berges, une variation du niveau de l'eau imperceptible lors des petites pluies fréquentes
- ◆ Ce marnage décennal peut correspondre approximativement à un marnage d'environ 1 à 1,20 m en occurrence centennale, selon la configuration des berges du bassin.

Le choix de ces hauteurs a des conséquences sur l'entretien.

◆ LES BASSINS SECS

Les bassins secs publics ne seront sollicités que pour des pluies non assimilables par l'exutoire aval. Un bassin en eau d'utilisation quotidienne (pour les loisirs) peut être utilisé plus souvent sans gêner sa fonction de loisir ; un bassin à sec, tel un parc de promenade, ne doit pas être inondé tous les mois (il en est de même pour les terrains de sport enherbés), principalement pour des raisons d'usage, d'esthétique et d'entretien.

Quant aux hauteurs d'eau, 0,50 à 0,70 m, suivant la taille et la forme du bassin, semblent être la limite admissible. Au-delà de cette hauteur, le caractère public de cet espace est à reconsidérer et se posera le problème de la sécurité. Dans ce cas, il semble qu'une pente des talus de 1 sur 3 (hauteur sur longueur) soit une moyenne acceptable et qu'une clôture soit à envisager.

Les espaces d'alignement peuvent être sollicités avant les bassins exutoires de taille plus grande. Ces espaces, traités sous forme de noues ou de fossés, peuvent difficilement admettre des hauteurs supérieures à environ 0,30 m. Il en est de même pour les petits espaces de détente que l'on trouve dans un lotissement, généralement appelés « espaces de voisinage ».

◆ LES ESPACES REVETUS

Ce sont les espaces publics en béton ou en enrobés et, principalement, les terrains de sport en dur (courts de tennis, terrains de basket ou équivalents...) et les parkings. Pour ces derniers, on peut envisager des hauteurs d'eau n'excédant pas 0,20 m environ. De plus, à l'instar des bassins en eau, on trouve maintenant fréquemment des parkings munis de structures-réservoirs pour y stocker les eaux du réseau pluvial, aménagés en surface pour stocker le surplus engendré par une pluie exceptionnelle.

A titre d'exemple, pour un parking relativement plat, le stockage en surface de ce surplus, pour une pluie centennale, n'apporterait qu'une lame d'eau de 0,05 à 0,08 m.

Quant aux terrains de sport en dur, à condition qu'ils soient aménagés en ouvrages de rétention (avec éventuellement des murets périphériques), des hauteurs de 0,50 m, voire 1 m, peuvent être envisagées. L'entretien peu contraignant de ces espaces n'induit pas de limite en hauteur comme dans le cas des espaces verts. Ils pourront être sollicités à partir d'une période de retour de 2 à 5 ans.

◆ LES VOIES DE CIRCULATION

Il faut veiller à ce que des vitesses et hauteurs d'eau excessives n'emportent pas les voitures, que l'on peut supposer garées et non en circulation lors d'un événement de période de retour supérieure à 10 ans. La vitesse d'écoulement à partir de laquelle un véhicule de 800 kg, dont la hauteur de caisse est de 0,15 m, à l'arrêt sur la voirie, est susceptible d'être emporté, peut être estimée de la façon suivante :

Pente I de la voirie (%)	0,1	0,6	1	1,5	2	3	4	5
H max (cm)	28,3	25,3	23,5	21,7	20,3	17,8	15,6	13,7
Vitesse (m/s)	0,8	1,9	2,3	2,7	2,9	3,3	3,5	3,6

On remarque que l'entraînement éventuel des voitures ne se produit qu'avec une hauteur et une vitesse d'écoulement de l'eau relativement importantes. Néanmoins, il faut garder à l'esprit que lorsque ces critères sont atteints, les conséquences peuvent être désastreuses, puisqu'il y a risque d'embâcles.

ANNEXES

I. CARACTERISATION DE LA POLLUTION ET RENDEMENTS DE DEPOLLUTION

II. EXTRAITS DE LA NORME NF EN 752-2

III. FICHES DE CAS SOLUTIONS COMPENSATOIRES

I. CARACTERISATION DE LA POLLUTION ET RENDEMENTS DE DEPOLLUTION

I.1 - MASSES ANNUELLES REJETEES

Les masses polluantes annuellement rejetées à l'aval des collecteurs pluviaux sont très variables. Le tableau suivant fournit des ordres de grandeur des masses moyennes produites annuellement par hectare actif. Il permet d'évaluer les **effets chroniques**.

Paramètres de pollution	Rejets pluviaux lotissement - parking - ZAC	Rejets pluviaux zone urbaine dense - ZAC importante
MES	660	1 000
DCO	630	820
DBO ₅	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Plomb	1	1,3

Masses en suspension rejetées dans les eaux de ruissellement (en kg/ha de surface imperméabilisée)

I.2 - CONCENTRATIONS ET CHARGES POUR UN EVENEMENT

Le tableau suivant, élaboré à partir de données bibliographiques, fournit des ordres de grandeur de différents ratios de masses pour un événement polluant. Il permet d'évaluer les **effets de choc**.

Nature du polluant	Episode pluvieux de fréquence annuelle	Episode pluvieux plus rare 2 à 5 ans
MES	65	100
DCO	40	100
DBO ₅	6,5	10
Hydrocarbures totaux	0,7	0,8
Plomb	0,04	0,09

*Masses (en kg) véhiculées par hectare de surface imperméabilisée
pour des événements de 6 mois à 5 ans de période de retour*

I.3 - ELEMENTS DE CARACTERISATION DE LA POLLUTION

Paramètres de pollution				
DCO %	DBO ₅ %	NTK %	Hydrocarbures totaux %	Pb %
83 à 90	77 à 95	67 à 82	86 à 87	95

Pollution particulaire / pollution totale

On remarque une fraction dissoute peu importante et l'on doit rechercher le piégeage des particules.

Site	D10 µm	D50 µm	D90 µm	% < 100 µm
Bequigneaux	7,4 – 8,6	29 – 38	265 – 1 375	76 – 85
Le Brouillards	5,7	29	400	82

Taille des particules

Ainsi, 50 % des particules ont une taille inférieure à 29-38 µm. Pour obtenir un résultat significatif, il est nécessaire de retenir les particules supérieures à 40 ou 50 µm.

I.4 - CHOIX DES VITESSES DE SEPARATION EN FONCTION DES OBJECTIFS DE RENDEMENT

Taille des particules	Indicateur de vitesses de chute	Valeurs (m.h ⁻¹)
< 50 µm	V10	0,25
84 % des particules < 100 µm	V50	3,15
	V90	6,65
(50-100) µm	V10	5,5
16 % des particules < 100 µm	V50	15,25
	V90	23,75

Vitesses de chutes des particules < 100 µm

Ex : V10 correspond à un rendement de décantation de 90 %.

Sauf pour des enjeux particuliers, la vitesse de 1 m/h est un bon compromis. Cette valeur est à retenir pour les décanteurs lamellaires.

I.5 - ABATTEMENTS OBSERVES POUR UNE DECANTATION DE QUELQUES HEURES EN BASSIN DE RETENUE (3 heures : rendements minimum ; > 10 heures : rendements maxi). Voir guide pour les bassins de retenue.

Paramètres de pollution	MES	DCO	DBO ₅	NTK	H _c Totaux	Pb
Abattements	83 à 90 %	70 à 90 %	75 à 91 %	44 à 69 %	> 88 %	65 à 81 %

Abattement de la pollution par décantation

I.6 - VOLUMES NECESSAIRES POUR OBTENIR UNE BONNE DECANTATION ET LIMITER LES REJETS EN MASSE ET EN FREQUENCE

Volume de stockage (m ³ /ha imp)	% intercepté de la masse M produite annuellement	% intercepté de la masse produite à l'occasion des événements critiques	Fréquences des rejets résiduels nb/an	
			Rejets moyens (Mx1% < Mx5%)	Gros rejets (≥Mx5%)
20	36 à 56	5 à 10	4 à 14	2 à 4
50	57 à 77	13 à 29	2 à 10	1 à 3
100	74 à 92	26 à 74	2 à 4	1 à 2
200	88 à 100	68 à 100	1 à 3	0 à 1

Comparaison des efficacités obtenues en interception des MES, suivant trois critères, pour divers volumes de stockage

La valeur de 100 m³/ha imp. est la plus couramment utilisée.

La valeur de 300 m³ utilisée pour la protection quantitative suffit très largement à atteindre des objectifs qualitatifs élevés.

II. EXTRAITS DE LA NORME NF EN 752-2

norme européenne
norme française

NF EN 752-2

Novembre 1996

ICS : 13.060.30
P 16-150-2

Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments

Partie 2 : Prescriptions de performances

Drain and sewer systems outside buildings - Part 2 : Performance requirements
Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden - Teil 2 : Anforderungen

STATUT :

Norme française homologuée par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 5 octobre 1996 pour prendre effet le 5 novembre 1996.

CORRESPONDANCE :

La norme européenne EN 752-2 : 1996 a le statut d'une norme française.

ANALYSE :

Le présent document définit les prescriptions en matière de performances qui sont à prendre en compte lors de l'établissement de l'avant-projet et du projet de réseaux d'évacuation et d'assainissement qui fonctionnent principalement à écoulement libre, ainsi que lors de leur mise en oeuvre et exploitation.

DESCRIPTEURS :

assainissement, évacuation d'eau, bâtiment, extérieur, spécification, caractéristique de fonctionnement, vérification.

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex Tél. : 01 42 91 55 55 - Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

AFNOR 1996

Sommaire

Avant-propos

- 1 Domaine d'application
 - 2 Références normatives
 - 3 Définitions
 - 4 Sources d'information complémentaire
 - 5 Généralités
 - 6 Prescriptions fondamentales de performances
 - 7 Vérification des performances
 - 8 Évaluation des performances et documentation
- Annexe A (informative) Sources d'information complémentaire

Avant-propos

La présente norme européenne a été élaborée par le Comité Technique CEN/TC 165 «Techniques des eaux résiduaires» dont le secrétariat est assuré par le DIN.

La présente partie est la deuxième d'une série relative aux prescriptions fonctionnelles des réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments et qui fonctionnent principalement à écoulement libre. Il y aura dans cette norme sept parties, à savoir : Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments :

- Partie 1 : Généralités et définitions ;
- Partie 2 : Prescriptions de performances ;
- Partie 3 : Établissement de l'avant-projet ;
- Partie 4 : Conception hydraulique et considérations liées à l'environnement ;
- Partie 5 : Réhabilitation ;
- Partie 6 : Installations de pompage ;
- Partie 7 : Entretien et exploitation.

En élaborant la présente partie de la norme, il a été tenu compte d'autres projets de normes en particulier le prEN 476 «Prescriptions générales pour les composants utilisés dans les réseaux d'évacuation, de branchement et d'assainissement à écoulement libre».

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement au plus tard en janvier 1997, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en janvier 1997.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette norme européenne en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

1 Domaine d'application

La présente norme européenne est applicable aux réseaux d'évacuation et d'assainissement qui fonctionnent principalement à écoulement libre, depuis le point où l'effluent quitte le bâtiment ou le système d'évacuation de la toiture, ou atteint un caniveau de chaussée, jusqu'au point où il est déversé dans une station d'épuration ou le milieu récepteur.

Les branchements et collecteurs dans l'emprise des bâtiments et sous ces derniers sont également visés dès l'instant qu'ils ne font pas partie du système d'évacuation propre au bâtiment.

La présente partie définit les prescriptions en matière de performances qui sont à prendre en compte lors de l'établissement de l'avant-projet et du projet de réseaux d'évacuation et d'assainissement qui fonctionnent principalement à écoulement libre, ainsi que lors de leur mise en oeuvre et exploitation.

2 Références normatives

Cette norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique.

EN 752-1 Réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments - Partie 1 : Généralités et définitions.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente norme, les définitions de l'EN 752-1 s'appliquent.

4 Sources d'information complémentaire

La présente norme définit les prescriptions essentielles relatives aux règles de l'art des diverses activités de l'ingénierie en matière d'avant-projet, de projet et d'exploitation des réseaux d'évacuation et d'assainissement. Il y a lieu de se référer aux documents nationaux tant que des normes européennes complètes ne seront pas disponibles pour des détails et informations supplémentaires.

Les documents dont la liste est donnée à l'annexe A contiennent des détails, lesquels peuvent être utilisés dans le cadre de cette partie de norme, sous réserve de l'approbation de l'autorité compétente.

5 Généralités

Les prescriptions de performances couvrent les réseaux d'évacuation et d'assainissement, les déversoirs d'orage, les installations de pompage et les stations d'épuration, y compris les effets des rejets dans le milieu récepteur. Les prescriptions de performances doivent être considérées en tenant compte du fait que les additions ou modifications au réseau dans son ensemble ne conduiront pas à enfreindre les normes visées.

Les prescriptions de performances doivent être établies de telle sorte que les réseaux d'évacuation et d'assainissement véhiculent et rejettent leurs effluents sans créer de dommage inacceptable à l'environnement, de risque pour la santé publique ou de risque pour le personnel y travaillant, tout en prenant en compte le coût complet et les coûts indirects.

6 Prescriptions fondamentales de performances

Les prescriptions fondamentales de performances applicables au fonctionnement des réseaux d'évacuation et d'assainissement sont les suivantes :

- a) le réseau fonctionne sans obstruction ;
- b) les fréquences d'inondation doivent être limitées aux valeurs prescrites ;

- c) aucun risque ne doit exister pour la vie ou la santé publique ;
- d) il y a lieu de limiter la mise en pression des collecteurs aux valeurs prescrites ;
- e) aucun risque ne doit exister pour le personnel d'intervention ;
- f) le milieu récepteur doit être protégé contre la pollution dans les limites prescrites ;
- g) les branchements et les collecteurs ne doivent pas endommager les structures et réseaux existants voisins ;
- h) la durée de vie et l'intégrité structurelle doivent être réalisées ;
- i) les branchements et collecteurs doivent être étanches selon les conditions d'essai prescrites ;
- j) il faut empêcher les problèmes d'odeur et de toxicité ;
- k) l'accès doit être prévu pour l'entretien.

L'impact des réseaux d'évacuation et d'assainissement sur le milieu récepteur doit être conforme aux prescriptions de l'autorité compétente. D'autres prescriptions relatives à l'environnement et prescrites par l'autorité compétente doivent être également suivies.

Lors de l'établissement des critères de performance hydraulique pour les collecteurs de type unitaire ou destinés aux eaux de surface, on doit tenir compte des méthodes de calcul qui seront vraisemblablement utilisées. Dans tous les cas, il y a lieu de prendre en compte l'importance des conséquences d'une inondation.

Pour les petits projets, une approche relativement simple, mais assurant la sécurité, est recommandée sans pour autant exclure l'utilisation de modèles de simulation. Les collecteurs sont en général conçus pour fonctionner pleins sans mise en charge et ce pour des orages relativement fréquents, en sachant bien que cela procure une protection contre l'inondation en cas d'orages beaucoup plus importants. Pour ces projets et en l'absence de prescriptions de l'autorité compétente, il y a lieu de retenir les critères du tableau 1 relatifs aux fréquences de mise en charge du fait d'un orage donné. Le concepteur doit utiliser les intensités de chute de pluie ainsi que les durées, propres à la zone considérée.

Tableau 1 Fréquences recommandées pour les projets

Fréquence d'un orage donné* 1 fois tous les « n » ans	Lieu	Fréquence d'inondation 1 fois tous les « n » ans
1 par an	Zones rurales	1 tous les 10 ans
1 tous les 2 ans	Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
1 tous les 2 ans 1 tous les 5 ans	Centres des villes Zones industrielles ou commerciales : - si le risque d'inondation est vérifié - si le risque d'inondation n'est pas vérifié	1 tous les 30 ans -
1 tous les 10 ans	Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

* Pour ces orages, aucune mise en charge ne doit se produire.

Pour les petits projets conçus à l'aide d'un modèle de simulation et pour les grands projets, en particulier lorsque les dommages ou les risques relatifs à la santé publique sont importants, il est recommandé que le niveau de protection contre l'inondation soit directement estimé. Le réseau d'assainissement peut être initialement conçu, comme ci-dessus, pour ne pas donner lieu à mise en charge à une fréquence supérieure à celle retenue comme appropriée du fait d'un orage donné. Il est recommandé d'utiliser ensuite un modèle de simulation d'orages pour vérifier le niveau de protection contre l'inondation procuré par le réseau d'assainissement projeté lors d'une fréquence d'inondation importante et le projet est alors aménagé si la protection contre l'orage n'est pas réalisée. Il y aura des cas cependant où des mises au point seront à faire pour éviter un surdimensionnement non nécessaire. Toutes les prescriptions de l'autorité compétente doivent être suivies ; mais en leur absence, il convient de retenir les valeurs des fréquences d'inondation du tableau 1.

Il convient d'appliquer l'approche ci-dessus lorsqu'on étudie l'amélioration d'un réseau existant.

III. FICHES DE CAS DES SOLUTIONS COMPENSATOIRES

(Source Fascicule III du document MISE Languedoc-Roussillon)

◆ LES BASSINS SECS ET EN EAU	43
◆ LES CHAUSSEES A STRUCTURE-RESERVOIR	49
◆ LES NOUES	56
◆ LES PUITES	62
◆ LES TOITS STOCKANTS	67
◆ LES TRANCHEES D'INFILTRATION	72

LES BASSINS SECS ET EN EAU

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin, puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassins de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration).

Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau, qui conservent une lame d'eau en permanence, et les bassins secs qui sont vides la majeure partie du temps et dont la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement.

Les bassins sont situés soit en domaine public, où on leur attribue un autre usage valorisant les espaces utilisés, soit en lotissement, ou encore chez le particulier.



Bassin en eau du parc technologique de Saint-Priest
Porte des Alpes
Source CERTU



Bassin sec de Vitrolles en vélodrome
Source CERTU

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- la création de zones vertes en milieu urbain ou péri urbain
- une bonne intégration dans le site : les bassins en eau sont des plans d'eau, lieux de promenades et d'activités aquatiques ; les bassins secs peuvent être paysagés, aménagés en espaces verts inondables
- une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Les principaux inconvénients sont :

- le risque lié à la sécurité des riverains pour les bassins en eau
- les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau
- la consommation d'espace
- la pollution de la nappe pour les bassins d'infiltration.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

PARTIES ET FONCTIONS DU BASSIN	CRITÈRES À VÉRIFIER
BASSIN EN EAU	• Pour satisfaire à l'usage secondaire lié à l'eau, activités aquatiques, promenade, celle-ci doit être d'assez bonne qualité, sans flottants notamment, ni irisation par des produits pétroliers ou huileux ; un réseau séparatif est recommandé. • L'alimentation en eau du bassin doit être prévue pendant les périodes de sécheresse. • Ils sont sensibles aux déversements de pollution par les eaux pluviales (envasement, apport de métaux lourds et de matière organique) et usées (rejets, arrivées diffuses provenant des industriels ou de mauvais branchements de particuliers).
BASSIN SEC	• Leur fréquence d'utilisation doit être assez faible et les durées de submersion pas trop longues. • Les hauteurs d'eau atteintes doivent être faibles. • Pour maintenir le bassin à sec, un drainage général est souvent nécessaire ; il permet d'évacuer les eaux de la nappe, de conserver toute la capacité de l'ouvrage et d'assurer une portance minimale du fond du bassin.
TOUS TYPES DE BASSINS	• Il faut éviter tout rejet provenant de zones de proximité telles que zones d'activités commerciales ou industrielles générant des pollutions ; un compartimentage du bassin ou des protections spécifiques peuvent s'imposer. • La conception doit être soignée. • La gestion doit être rigoureuse pour la sécurité et le confort des riverains. • Le bassin doit avoir un usage secondaire pour obliger son entretien et donc assurer sa pérennité, et pour rentabiliser le coût des acquisitions foncières. • Les bassins doivent être réservés aux cas où l'on peut respecter les conditions citées ci-dessus, notamment aux cas où l'on a obligatoirement les moyens et la structure pour une gestion efficace.
LA COLLECTE	Elle ne présente pas de contrainte particulière.
L'ÉVACUATION	
Bassins de retenue avec ouvrage d'évacuation	Le critère déterminant pour rejeter dans un exutoire est la capacité de ce dernier.
Bassin d'infiltration	• Le sol doit être suffisamment perméable. • Pour limiter les risques de pollution de la nappe par infiltration, on pourra disposer des systèmes de prétraitement à l'amont du bassin.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Conception

Hormis le particulier, qui peut avoir ses propres exigences en sus de celles de débit et de stockage imposées au moment du permis de construire, le concepteur du bassin est amené à des compromis dans le choix du volume de stockage, de la morphologie, d'éventuels équipements de surface, et de la localisation.

Ces choix se font en fonction des contraintes physiques (topographie, hydrogéologie, occupation du sol), économiques (foncier, gestion, maintenance), techniques (niveaux de protection retenus, entretien) et environnementales (impacts sur le milieu récepteur, paysage et qualité de vie).

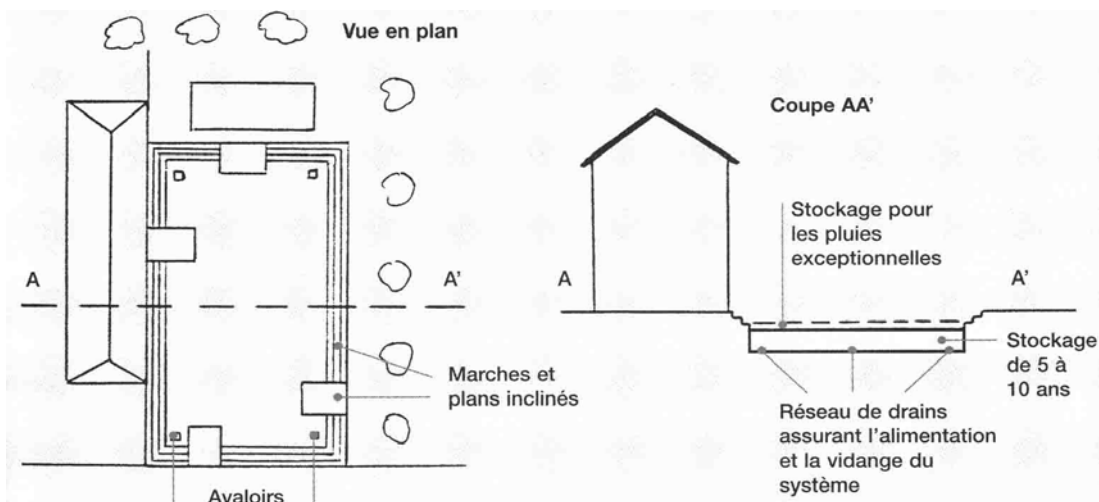
L'usage de surface dépend essentiellement du type d'effluent et de la fréquence d'utilisation.

En fonction de ces multiples critères, on choisira entre un bassin en eau ou un bassin sec, un bassin de retenue ou d'infiltration, un bassin accompagné d'un ouvrage de prétraitement ou non, un seul bassin ou plusieurs bassins en parallèle ou en série. On choisira par exemple :

- un bassin en eau si le sol est imperméable et si la nappe n'est pas vulnérable
- un bassin revêtu si les eaux de ruissellement sont fortement polluées, à proximité d'une autoroute par exemple
- un bassin en eau si l'on souhaite agrémenter une zone urbanisée avec un plan d'eau
- un bassin sec avec installation de traitement des eaux à l'amont si ces eaux ont ruisselé sur des surfaces industrielles, commerciales ou de parkings
- un bassin sec aménagé en zone loisirs pour enfants, si le bassin n'est pas sollicité trop souvent (pour des raisons d'hygiène).

- *Ces techniques sont-elles adaptées à un usage contraignant en surface en tissu urbain dense ?*

Au centre ville, la fréquentation et l'occupation du sol sont des contraintes fortes. Certains aménagements sont possibles avec des bassins secs, couplés à des structures-réservoirs. La place ci-dessous est pourvue d'un stockage enterré avec une faible hauteur d'eau pour les événements courants et n'est inondée que lors des pluies exceptionnelles.



Stockage enterré sous bassin.
Source CETE du Sud-Ouest.

Dimensionnement

Une connaissance approfondie du site est nécessaire : bassin versant, sous-sol, événements pluvieux historiques, environnement.

Le principe du dimensionnement est le même pour un bassin sec ou en eau ; dans le premier cas, le volume disponible pour stocker la crue est égal à la capacité totale du bassin, alors que dans le second cas, le volume disponible dépend du marnage acceptable.

Les différentes étapes du dimensionnement sont décrites dans la figure suivante, inspirée de [réf.15] :

Estimer le volume d'eau et le débit de fuite du bassin versant amont de l'ouvrage à dimensionner en fonction de contraintes hydrauliques. Cette estimation peut se faire par les méthodes simplifiées – la méthode des pluies ou la méthode des volumes – présentées dans l'Instruction Technique de 1977 et rappelées en annexe. Elles donnent un ordre de grandeur du volume du bassin. On y admet que le débit de fuite est constant, la détermination du volume utile repose donc uniquement sur l'équation de conservation du volume :

$$dV/dt = Q_e - Q_s$$

où : **V** est le volume utile de la retenue
t le temps,
Q_e le débit d'entrée dans la retenue
Q_s le débit en sortant.



Pour des bassins versants de surface limitée (lotissements, ZAC), les estimations issues des méthodes simplifiées suffisent.

Pour des bassins versants de taille supérieure, les estimations issues des méthodes simplifiées sont insuffisantes. Elles doivent être affinées par des méthodes élaborées lorsque la faisabilité du projet est confirmée. La méthode des débits est couramment utilisée : elle simule les écoulements au moyen de modèles mathématiques, soit sur la base de pluies de projet d'occurrence donnée et de différentes durées, soit sur la base de pluies observées sur le bassin versant ou d'autres bassins versants de climat sensiblement identique.



La dernière étape consiste à estimer les dimensions finales de l'ouvrage en fonction d'autres contraintes telles que la protection du milieu récepteur ou les usages du site.

Les débits de fuite à prendre dans les volumes de stockage peuvent :

- être imposés réglementairement (à BORDEAUX, le débit de fuite est imposé à 3 l/s/ha)
- être imposés par la capacité hydraulique de l'exutoire telle que la débitance d'un collecteur ou du milieu récepteur ou la capacité d'infiltration du sol
- être déduits de simulations hydrauliques
- résulter d'exigences de fonctionnement (par exemple, vidange en un temps spécifié).

Infiltration

Le tableau ci-dessous donne une idée des pertes par infiltration et des durées de vidange d'un plan d'eau en fonction de la perméabilité du sol.

NATURE DES TERRAINS	PERMÉABILITÉ VERTICALE m/s	DÉBIT DE FUITE m ³ /jour/ha D'INFILTRATION	DURÉE DE VIDANGE TOTALE D'UNE LAME D'EAU DE 1,50 m
Argiles	10 ⁻⁹	0,86	> 45 ans
Marnes	10 ⁻⁸	8,64	> 45 mois
	10 ⁻⁷	86,40	< 6 mois
Limons	10 ⁻⁶	864	> 20 jours
Sables fins	10 ⁻⁵	8640	> 2 jours
Sables grossiers	10 ⁻⁴	86400	> 4 heures
Roches fissurées	10 ⁻³	864000	< 20 minutes

QUESTIONS SUR L'ENTRETIEN

- *Un bassin temporaire a-t-il besoin d'un entretien régulier ?*

Un bassin sec peut très vite devenir inesthétique dans le paysage urbain, dès lors qu'il est laissé à l'abandon. La végétation de ses abords ou de ses parois en est souvent la cause. Une tonte régulière ainsi qu'un fauchage sont à prévoir pour le bassin enherbé ; un nettoyage type balayage pour racler la surface du bassin revêtu est recommandé.

L'entretien n'est donc pas quotidien mais en rapport direct avec la période de retour pour laquelle le bassin est sollicité, avec l'utilisation de sa surface, et enfin, avec l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie. Dès lors que le bassin n'a d'autre utilité que de stocker l'eau, il se dégrade visuellement très vite. D'où l'importance d'un usage secondaire, en veillant toutefois à ce que celui-ci ne soit pas au détriment de l'usage premier de régulation des eaux pluviales.



Bassin sec à Ille sur Tet (66)
Source DDE 66



Bassin sec à Pollestres (66)
Source DDE 66

- *Comment entretenir un bassin en eau ?*

- En ramassant régulièrement les flottants et en entretenant les berges.
- En contrôlant la végétation :
 - . en favorisant l'ombrage,
 - . en limitant les arrivées de fertilisants dans le bassin,
 - . en réalisant chaque année un faucardage avec enlèvement des végétaux,
 - . en vidant périodiquement le bassin (tous les dix ans environ) pour entretenir les ouvrages habituellement noyés, pour éventuellement curer le bassin et pour le renouvellement de la masse d'eau.

- *Que faire des dépôts résiduels ?*

Une vérification de l'épaisseur des boues accumulées peut se faire après quelques années de mise en service, puis tous les cinq ans.

L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec. Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

LES CHAUSSEES A STRUCTURE-RESERVOIR

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPECIFIQUES



Parking réservoir et pavés drainants
de la zone d'activités du Phare (33)
Source CETE du Sud-Ouest

Une chaussée à structure réservoir supporte, comme toute chaussée, la circulation ou le stationnement de véhicules ; elle est aussi un réservoir pour les eaux de ruissellement : la rétention d'eau se fait à l'intérieur du corps de la chaussée, dans les vides des matériaux.

L'eau est collectée, soit localement par un système d'avaloirs et de drains qui la conduisent dans le corps de chaussée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface, enrobé drainant ou pavé poreux.

L'évacuation peut se faire vers :

- un exutoire prédéfini
- un réseau d'eau pluviale ou par infiltration dans le sol support.



Contraste entre une chaussée classique
et une chaussée drainante
Source INSA de Lyon

Les avantages spécifiques à cette solution concernent principalement :

- l'insertion très facile en milieu urbain sans consommation d'espace
- diminution du bruit de roulement si le revêtement de surface est un enrobé drainant
- amélioration de l'adhérence
- piégeage de la pollution
- alimentation de la nappe.

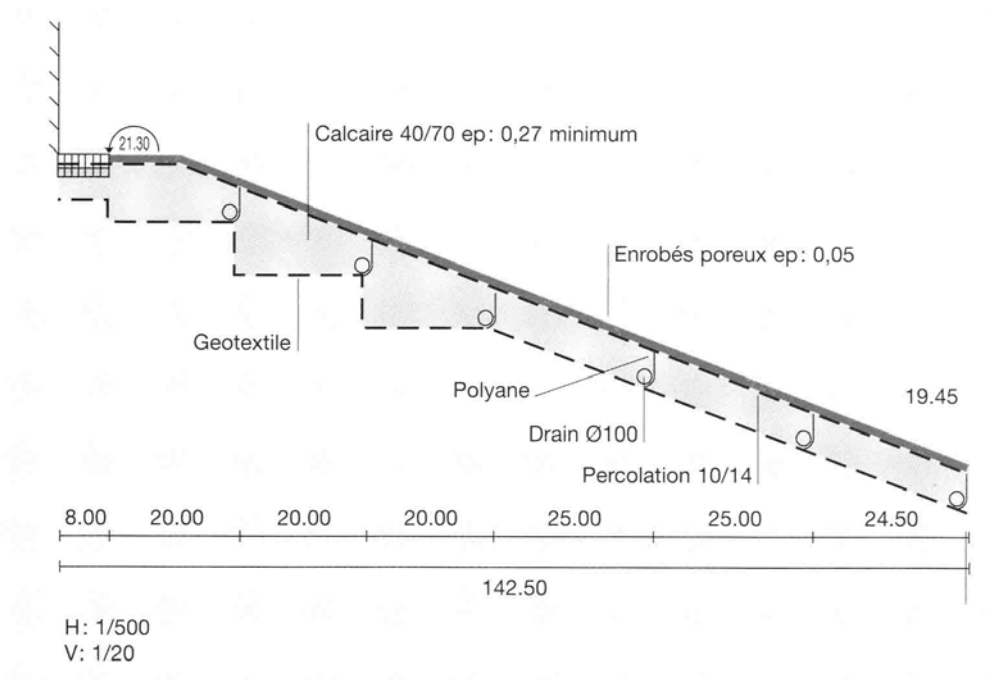
Les inconvénients sont surtout liés au risque de pollution de la nappe (pollution accidentelle) et au colmatage lorsque l'on utilise des enrobés drainants.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

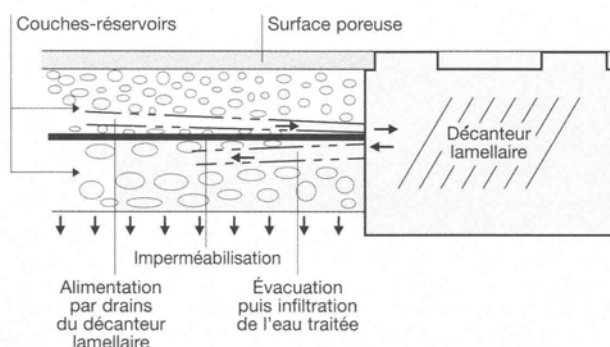
PARTIES ET FONCTIONS DE LA CHAUSSEE	CRITÈRES À VÉRIFIER
LA STRUCTURE-RÉSERVOIR	• La pente du terrain : - Trop importante, elle peut provoquer une accumulation de l'eau dans les points bas et son débordement sur la chaussée ; elle réduit aussi la capacité de stockage dans le matériau poreux ; on peut mettre en place des cloisons ou augmenter l'épaisseur du matériau pour améliorer cette capacité de stockage [réf.14], (schéma p.41). - La pente est dite « importante » à partir de 1 %. On retiendra qu'il est possible de réaliser des chaussées à structure réservoir jusqu'à des pentes de 10 % (ZAC de Verneuil-sur-Seine – 78). - Inversement, sur terrains plats, il n'y a pas de risque de débordement, mais la durée de vidange peut être trop longue ; il est souhaitable de donner de légères pentes ($\leq 1\%$) au fond de la structure poreuse pour éviter les stagnations locales d'eau.
LA COLLECTE Revêtement compact Revêtement drainant	• Il n'y a pas de contrainte particulière à la mise en place d'avaloirs et de drains. • Le trafic : les expériences : - rocade bordelaise, - boulevard périphérique parisien et autres rocales, montrent que l'enrobé drainant peut supporter un trafic lourd s'il est correctement dimensionné. A l'opposé, pour les faibles trafics, où la capacité d'autocurage est limitée, des compositions d'enrobé drainant très ouvertes permettront un entretien efficace. - L'enrobé drainant est à proscrire dans les virages serrés et giratoires à cause d'efforts de cisaillement trop importants.
L'ÉVACUATION	• La perméabilité du sol : de 10^{-5} à 10^{-3} m/s, elle permet la sortie de l'eau par infiltration dans le sol support. Avec une perméabilité plus faible que 10^{-5} m/s, il est préférable de rechercher des horizons plus perméables, avec un puits infiltrant par exemple. • La sensibilité du sol support à l'eau : le sol peut perdre ses caractéristiques mécaniques en présence d'eau dans certains cas, le dimensionnement de la structure de la chaussée pourra pallier ce défaut (voir le chapitre « dimensionnement »). • La profondeur de la nappe : le sol situé entre le réservoir et la nappe jouant le rôle de filtre, une épaisseur minimale peut être fixée par les services d'hygiène locaux. Une infiltration avec une nappe affleurante nécessite des mesures de protection supplémentaires. • Lorsque le risque de pollution accidentelle ou diffuse existe, il faudra prévoir des dispositifs d'épuration en amont de l'infiltration dans le sol. Lorsque le risque de pollution est fort, l'infiltration est à proscrire ; la sous-couche sera protégée par une géomembrane et l'évacuation de l'eau se fera vers un autre exutoire (schéma p.42). • Le règlement qui limite ou interdit l'infiltration : périmètre de protection des eaux pour baignade ou alimentation en eau potable.

Enfin, pour en assurer la pérennité, il est important d'informer les usagers des principes de fonctionnement de la chaussée à structure réservoir et des règles minimales à respecter, telles que :

- ne pas rejeter d'eaux usées ni polluées dans des avaloirs assurant la diffusion des eaux de pluie dans ces structures,
- ne pas entreposer de terre ou de matériaux pulvérulants sur des revêtements drainants.



Pour augmenter la capacité de stockage dans le matériau poreux, on pourra mettre en œuvre une chaussée à structure réservoir en cascade à l'aide de cloisons et de surépaisseur.



Face au risque de pollution accidentelle, des dispositifs d'épuration et de prétraitement doivent être installés. Par exemple, une géomembrane permet d'isoler la structure réservoir du sol : une série de drains collecte les eaux en fond de réservoir et les conduit vers des décanteurs, une autre série part de ces décanteurs pour amener l'eau sous la géomembrane, à débit régulé, afin qu'elle s'infilte dans le sol.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Calcul du volume de rétention nécessaire

Après avoir rassemblé les principaux éléments nécessaires à la conception du projet :

- topographie ,
- délimitation des bassins versants,
- caractéristiques mécaniques et hydrauliques des sols,
- caractéristiques de la nappe ...).

il faut déterminer le volume de rétention nécessaire.

La structure réservoir de la chaussée se dimensionne selon deux aspects :

- hydraulique et mécanique.

Le dimensionnement mécanique des chaussées à structure réservoir est le même que celui des chaussées classiques. On peut appliquer les règles disponibles dans :

- Chaussées neuves à faible trafic. Manuel de conception (SETRA – LCPC – 1981).
- Catalogue de structures types de chaussées neuves. (SETRA – LCPC – 1988).
- Dimensionnement des renforcements de chaussées souples. Guide technique. (SETRA – LCPC – 1984).
- Conception et dimensionnement des structures de chaussées. Guide technique. (SETRA – LCPC – 1994).

L'épaisseur de la chaussée est fonction du trafic, du sol support et des propriétés mécaniques des matériaux utilisés. Le dimensionnement se conduit donc en :

- déterminant la classe de portance du sol : de 0 (sol très déformable) à 4 (sol très peu déformable) ; dans le cas de l'infiltration, il faut déclasser la portance d'un rang si le sol est sensible à l'eau ; lorsque le sol support est protégé de l'eau par une géomembrane ou que sa portance ne dépend pas de sa teneur en eau, les règles sont appliquées sans modification :
- choisissant les matériaux
- estimant l'agressivité du trafic lourd.

Le dimensionnement hydraulique aboutit à une épaisseur de matériau à mettre en place pouvant contenir un certain volume d'eau

1 – Evaluer le volume d'eau à stocker en utilisant l'une des deux méthodes simplifiées de l'Instruction Technique de 1977 présentées en annexe, ou des méthodes de simulation.

2 – Calculer l'épaisseur de la chaussée à structure réservoir :

Epaisseur de matériau (m) =

$$\frac{\text{Volume d'eau à stocker (m}^3\text{)}}{\text{Porosité du matériau} \times \text{surface de stockage (m}^2\text{)}}$$



A l'issue de ces deux dimensionnements, on retient l'épaisseur du matériau la plus importante. C'est en général celle venant du dimensionnement mécanique.

Choix des matériaux de constitution des structures-réservoirs

En couche de surface, les matériaux utilisés peuvent être perméables ou non.

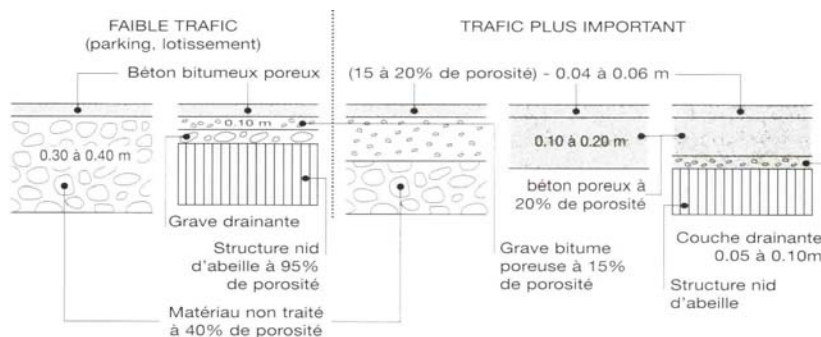
- Dans le premier cas (revêtement drainant), citons parmi les matériaux perméables, les enrobés drainants, les bétons poreux et les pavés poreux. Les enrobés drainants dont on dispose actuellement, ceux de la nouvelle génération, sont plus ouverts que les anciens enrobés, ce qui diminue la vitesse de colmatage ; l'atténuation sonore reste satisfaisante.

Les pavés poreux sont généralement constitués de béton. Ils sont posés sur une couche de sable grossier pour faciliter leur calage et pour limiter les risques d'infiltration des polluants. Un géotextile doit être placé sous le lit de sable. Leur absorption de surface est de l'ordre de 10^{-3} m/s voire 10^{-2} m/s et leur porosité varie de 20 à 25 %. Leur épaisseur varie de 6 à 12 cm.

- Dans le second cas (revêtement compact), des dispositifs d'injection des eaux dans la structure poreuse sont nécessaires. Le dimensionnement de l'enrobé étanche se fait de façon classique ; pour les drains, on utilisera les normes françaises NF U 51-101 et NF P 16-351, ainsi que, avec prudence, les documentations commerciales.

- **En couche de base**, des matériaux perméables ou non peuvent être utilisés. Les matériaux perméables ne sont nécessaires que si la couche de surface est elle-même perméable ; ce sont alors principalement des graves bitumes poreuses, des bétons poreux et des matériaux concassés sans sable.

- **En couche de fondation et en couche de forme**, les matériaux ayant les plus fortes porosités seront utilisés afin d'assurer le stockage temporaire des eaux de pluie. Les principaux matériaux disponibles sont les concassés sans sable et les plastiques alvéolaires.



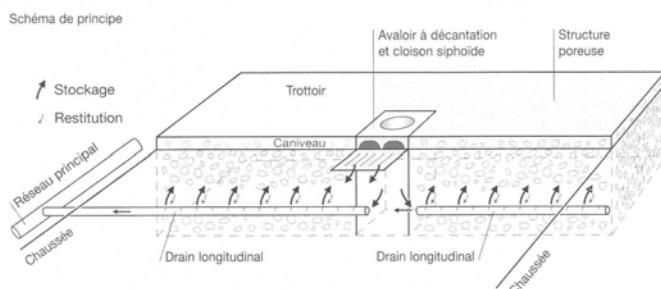
Dimensionnement de chaussées à structure réservoir avec enrobé drainant.
Source CETE du Sud-Ouest



Préparation de la structure-réservoir à St Mathieu de Tréviers (34)
Source DDE 34

Évacuation

Les drains classiques d'évacuation en fond de tranchée doivent fonctionner en charge et en décharge comme expliqué sur le schéma ci-dessous, pour éviter qu'ils ne se colmatent. Il faut réguler et limiter le débit d'évacuation vers le réseau par la capacité des drains, avec un système d'ajustage, d'orifice ou de vanne.



Fonctionnement des drains en charge et en décharge.
Source CETE du Sud-Ouest



Vue de la structure de St Mathieu de Tréviers (34)
avec les drains Ø 300 mm
Source DDE 34

ENTRETIEN

Entretien du revêtement

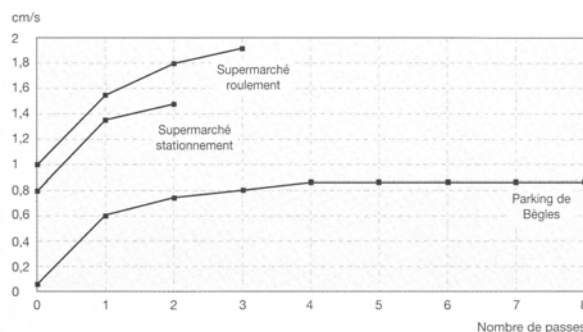
Revêtement perméable

En préventif, on nettoiera la chaussée par une simple aspiration sur toute sa largeur. Ces matériels d'inspiration en grande largeur sont encore peu répandus, mais des adaptations de matériels existants sont possibles. L'usage du balayage est déconseillé, car il entraîne un colmatage plus rapide des vides du matériau.

En curatif, le lavage à l'eau sous haute pression combiné à l'aspiration donne des résultats satisfaisants : l'enrobé retrouve des niveaux d'absorption d'origine, 10^{-2} m/s. L'expérience bordelaise montre que deux passes suffisent et que la très haute pression ($P > 400$ bars) n'est pas nécessaire. Sur l'agglomération bordelaise, les coûts de cette technique ont été évalués entre 2 et 5 F/m².



Machine de décolmatage.
Source CETE du Sud-Ouest



Evolution de la vitesse d'infiltration en fonction du nombre de passes (haute pression + aspiration)
Source CETE du Sud-Ouest

Revêtement imperméable

Les techniques classiques d'entretien de chaussées conviennent : balayage, aspiration. Nettoyer fréquemment la surface réduira les risques de pollution de la couche de stockage en matériaux poreux.

Entretien de la structure réservoir

Compte tenu de la nature des matériaux constituant la structure réservoir - matériaux concassés, quelques précautions doivent être prises en cas de travaux : notamment, les parois latérales des tranchées ne seront pas verticales et lors du remblayage, il faudra reconstituer la structure poreuse à l'identique ou au moins assurer les écoulement à sa base. D'autre part, afin d'éviter la migration d'éléments fins vers les matériaux poreux de la structure réservoir, il faut éviter de mettre celle-ci en contact avec des matériaux constitués de tels éléments ; pour cela, on peut éventuellement protéger les matériaux poreux par un géotextile.

Entretien des ouvrages hydrauliques

On utilisera les matériels classiques employés pour le curage des réseaux d'assainissement : hydrocureuses, aspiratrices.

LES NOUES

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES



Noue le long d'une voirie créant un habitat aéré
Source CETE du Sud-Ouest

Une noue est un fossé large et peu profond, avec un profil présentant des rives en pente douce. Sa fonction essentielle est de stocker un épisode de pluie retenu (décennal par exemple), mais elle peut servir aussi à écouler un épisode plus rare (centennal par exemple).

Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur de la noue. L'eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'eau est évacuée vers un exutoire - réseau, puits ou bassin de rétention - ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est limité, l'infiltration est nécessaire, à condition qu'elle soit possible.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- l'utilisation en un seul système des fonctions de rétention, de régulation, d'écêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval ainsi que le drainage des sols
- la création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site
- sa réalisation par phases, selon les besoins de stockage
- son coût peu élevé.

Cette technique comporte deux inconvénients majeurs :

- la nécessité d'entretenir régulièrement les noues
- les nuisances dues à la stagnation de l'eau.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

PARTIES ET FONCTIONS DE LA NOUE	CRITÈRES À VÉRIFIER
LA ZONE DE STOCKAGE	- La pente du terrain naturel, qui indique la variation de profondeur du fond de noue par rapport au terrain naturel et le nombre de biefs. A la conception, l'existence d'une pente n'est pas un facteur rédhibitoire. Dans le cas d'une pente forte, des cloisons peuvent être mises en place afin d'augmenter le volume de stockage et réduire les vitesses d'écoulement. Dans le cas d'une pente très faible, inférieure à 2 ou 3‰, une cunette en béton devra être réalisée au fond de la tranchée pour assurer un écoulement minimal. - A la réalisation, il faut surveiller que la pente du projet soit correctement exécutée tout au long de la noue pour éviter la stagnation d'eau dans les points bas. Celle-ci, source de mauvaises odeurs et de moustiques, est mal perçue par les habitants et dévalorise ce système d'assainissement. - L'érosion des sols. Elle dépend de la nature des sols et de la pente transversale de la noue. La conception et l'entretien peuvent limiter l'érosion afin d'assurer la pérennité de la noue et l'acceptation du système par les habitants (voir la question sur la stabilisation des pentes transversales au chapitre 3).
LA COLLECTE	Il n'y a pas de contrainte particulière à la mise en place d'une canalisation ou au ruissellement. Pour le ruissellement, on devra cependant vérifier que les surfaces de ruissellement sont orientées vers la noue.
L'ÉVACUATION Solution classique Infiltration	Le critère déterminant pour rejeter dans un exutoire est la capacité de ce dernier. Les critères à vérifier pour l'infiltration sont les mêmes que pour une chaussée à structure réservoir.



Noue et cunette en béton à Villaboïs Bruges (33)
Source CETE du Sud-Ouest

DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION

Dimensionnement

La première étape du dimensionnement consiste à découper le projet en sous-bassins versants, c'est-à-dire à diviser la longueur de la noue en biefs. Les biefs sont des tronçons de noue entre deux points singuliers qui peuvent être des accès à la parcelle, des busages, des croisements.

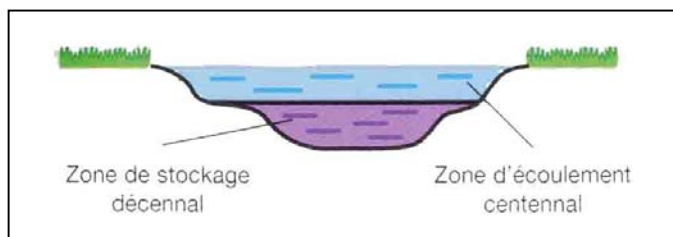
Le dimensionnement des busages (accès à la parcelle ...) réglera l'évacuation d'un bief dans un autre.

La méthode qui suit sera appliquée d'abord au bief amont. Celui-ci reprend les eaux de son sous-bassin versant. Il admet un débit de fuite vers le bief à l'aval.

On appliquera ensuite la méthode au bief à l'aval en prenant en compte les eaux de son sous-bassin versant mais aussi le débit de fuite du bief à l'amont. Tous les biefs de la noue sont ainsi dimensionnés les uns après les autres.

En général, le dimensionnement d'un bief se ramène à la définition de la section (profil en travers) lorsque la longueur est imposée par la taille du projet. Sa cote de fond est souvent imposée par le niveau de drainage des sols que l'on souhaite stocker et écouler.

Ce volume, tout comme le dimensionnement qui suit, se scinde en deux pour répondre à la double fonction hydraulique de la noue de stockage d'un événement pluvial retenu et d'écoulement d'un événement plus rare.



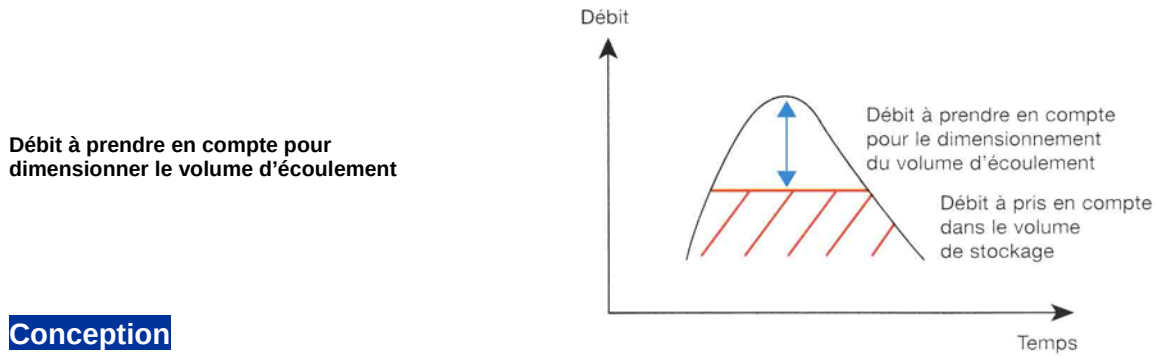
Découpage d'une noue en zone de stockage et d'écoulement

Dimensionnement d'un volume de stockage

En assimilant le bief à un bassin de retenue et en considérant le débit de fuite constant, on peut appliquer une des méthodes traditionnelles de calcul : la méthode de volume ou la méthode des pluies.

Dimensionnement du volume d'écoulement

Il s'agit d'écouler un épisode de pluie plus rare que celui pouvant être stocké dans la noue. Si le stockage est dimensionné pour une période de retour des pluies décennale et que l'on souhaite pouvoir évacuer par la noue des pluies de période de retour centennale, le débit de pointe à prendre en compte (pour la surface de la « zone d'écoulement centennal » Cf. schéma au-dessus) correspond au débit de pointe centennal auquel on soustrait le débit décennal (déjà compté dans la « zone de stockage décennal »). Cela s'explique par le schéma :



Conception

Une fois la noue dimensionnée, il est possible de mettre hors d'eau (pour le risque centennal) des aménagements souhaités en calant leur cote NGF au-dessus de la noue.

La section peut être triangulaire, trapézoïdale. Mais, elle peut aussi prendre toute autre forme qui suit les lignes de niveaux, qui s'intègre davantage dans la nature. Sa section n'a pas forcément une forme fixe sur toute la longueur. Elle peut s'évaser par endroits pour inclure un espace vert ou se rétrécir ponctuellement par manque de place.



Noue engazonnée
Opération Belbeuf – 76
Source Foncier Conseil



Noue en construction à Alénia
Lotissement « les Vignes »
Source DDE 66

On peut également faire varier « l'habillage de surface », son environnement pour créer tantôt un paysage à caractère végétal (pelouses, arbustes et arbres), tantôt à caractère minéral (revêtement de galets).

La forme de la section, les pentes transversales, l'environnement immédiat de la noue peuvent être conçus afin de la rendre accessible aux jeux d'enfant ou tout autre usage de loisir.

Cette forme évolutive des noues fait qu'elles sont adaptées le long des routes, mais aussi dans un lotissement (exemple de Villaboiss à Bruges - 33) où leur valeur esthétique est davantage exprimée.

Si les accès aux parcelles sont trop distants, il faudra mettre en place d'autres systèmes en travers pour réduire les vitesses d'écoulement.

Interrogations et problèmes survenant à la conception

- *Comment éviter la stagnation de l'eau au fond de la noue ?*

Au niveau de la réalisation, il convient de vérifier que la pente de projet a correctement été mise en œuvre pour éviter les points bas. Aussi, dès la conception, on peut prévoir la réalisation d'une cunette en béton, qui accélérera la fin de la vidange.

- *Comment limiter les risques d'accidents en période de remplissage ?*

Il faut adapter la profondeur de la noue en fonction des usagers de la zone (enfants ...) et peut-être les avertir de la fonction hydraulique du système. Ainsi celui-ci sera mieux compris, ce qui limitera les accidents.

- *Peut-on planter des arbres dans les noues ?*

Oui, pour aménager la noue en espace vert. Les arbres permettront une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre ; ils joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans la noue est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides.

- *Comment stabiliser les pentes transversales si elles sont trop fortes ?*

On pourra engazonner les berges en ayant pu au préalable disposer un géotextile, ou réaliser localement des enrochements qui contribueront à donner un caractère minéral à la noue, ou encore installer des dalles de béton-gazon.

- *Que faire en cas de risque de pollution ?*

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une autoroute, l'infiltration est prohibée. La noue ne sera utilisée que pour sa fonction de rétention. A la réalisation, on mettra en place une géomembrane qui isolera le sol et le protégera de toute pollution. Par-dessus, on placera du gazon pour conserver la valeur esthétique de la noue.

- *Une noue peut-elle se colmater ?*

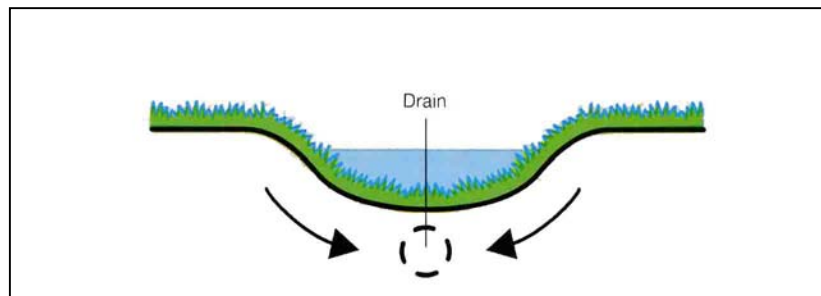
A long terme, la terre végétale constituant la partie superficielle des noues se tasse et diminue ainsi l'infiltration. Mais ce phénomène est très limité et l'infiltration reste toujours possible, comme le rejet dans l'exutoire naturel s'il a été prévu dès le début du projet, ou l'exutoire artificiel s'il a été créé.

QUESTIONS SUR L'ENTRETIEN

- *Comment entretenir une noue ?*

Une noue a besoin d'un entretien préventif régulier pour éviter qu'elle ne se transforme en mare ou en égout à ciel ouvert ; de la fréquence de cet entretien dépend fortement l'image d'environnement de qualité que constitue la noue. Il consiste à tondre la pelouse, assez souvent en été, à arroser quand les sols sont secs pour que la végétation ne dépérisse pas, à ramasser les feuilles à l'automne et les débris d'origine humaine, et à curer les orifices.

Pour pallier le risque de bouchage des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue ; l'eau s'infiltre dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.



Drain placé sous une noue

- *Que faire en cas de pollution accidentelle ?*

En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les biefs (fermeture des orifices) et en pompant la pollution déversée.

LES PUITES

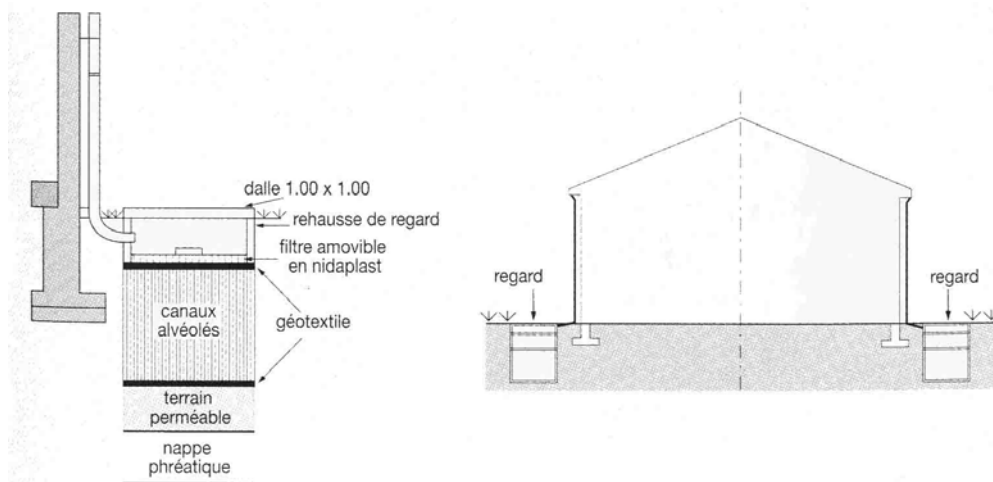
PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels. Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement. Les puits sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- sa simplicité de conception et son coût peu élevé
- sa large utilisation, de la simple parcelle aux espaces collectifs.

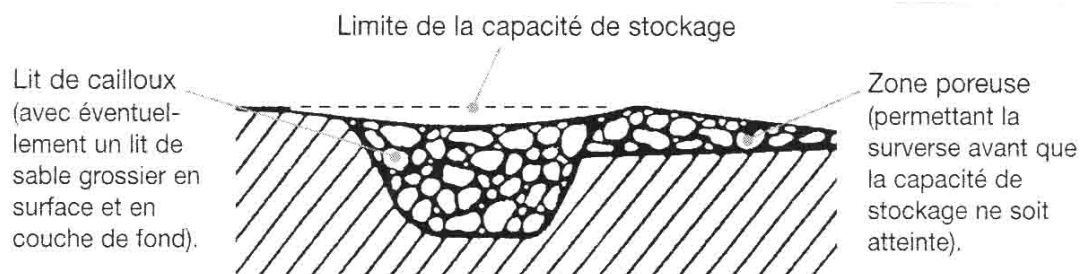
Exemple : Le stockage est adapté aux réalisations individuelles (dans ce cas, les puits sont généralement peu profonds). Ils sont souvent utilisés dans des zones pavillonnaires.



Exemple de puits d'infiltration de la Communauté Urbaine de BORDEAUX (CUB)
Source STU

- son entretien relativement faible
- il convient à tous types d'usages, sauf usages industriels ou présence de fines
- elle complète les autres techniques.

Exemple : dans le cas de fossés à ciel ouvert, il est possible d'accroître l'infiltration en jalonnant le parcours du fossé de puits filtrants.



*Puits d'infiltration disposé dans le lit d'un fossé.
Source Lyonnaise des Eaux.*

- son intégration dans le tissu urbain et la possibilité de réutiliser la surface en parking ou en aire de jeu par exemple
- elle est bien adaptée aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre.

Cette technique comporte 2 inconvénients majeurs :

- le risque de pollution de la nappe
- le colmatage.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

CRITÈRES À VÉRIFIER ils concernent tous l'infiltration	COMMENTAIRES
LA COMPOSITION DES EAUX À INFILTRER, LES USAGES DE SURFACES DRAINÉES, LES USAGES DE LA NAPPE.	Ne pas implanter de puits sur des surfaces très polluées ou pouvant l'être par des pollutions accidentelles (parking poids lourds, station d'essence, certaines zones agricoles, aire de stockage de produits chimiques). Il est conseillé de conserver une épaisseur de 1 m à 1,50 m de matériaux non saturés au-dessus de la nappe. Les matières en suspension peuvent entraîner à long terme le colmatage et imposent alors le nettoyage voire le remplacement du massif poreux de surface. L'emploi d'un géotextile à faible profondeur permet de retenir ces matières. Dans le cas d'un puits comblé, même si le colmatage est plus « réparti », le matériau de remplissage lui-même peut être chargé en fines. Un prétraitement peut être mis en place ; on peut aussi profiter d'une mixité de solutions, chaussée réservoir par exemple, cette dernière jouant alors le rôle de filtre préalable.
LE NIVEAU DE LA NAPPE peut limiter l'utilisation des puits	Plusieurs puits sur un même site peuvent augmenter localement le niveau de la nappe et les transformer en puits d'injection.
LA PERMÉABILITÉ DU SOUS-SOL doit être suffisante (supérieure à 10^{-6} m/s), ou bien celui-ci ne doit pas être imperméable sur une trop grande profondeur, ce qui obligerait à implanter des puits trop profonds. Il faut disposer d'un HORIZON PERMÉABLE à une profondeur accessible par les engins de chantier.	En terrain karstique, les puits sont fortement déconseillés, voire dangereux : ils peuvent provoquer des effondrements, des fuites d'eau – donc des transferts de pollution – à travers les diaclases ; un risque de dissolution existe aussi par exemple en terrain gypseux.
Le projet ne doit pas être situé à l'intérieur d'une ZONE À INFILTRATION RÉGLEMENTÉE (périmètre de protection des zones de captage d'eau potable) OU SENSIBLE sur le plan de la qualité et des usages.	L'avis préalable du conseil départemental d'hygiène ou de la police de l'eau est requis.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Conception

Il ne faut pas s'attacher à donner une forme précise au puits qui peut le plus souvent être assez quelconque, il vaut mieux être attentif au respect des consignes précitées pour éviter les dysfonctionnements.

L'étude du projet doit analyser la nature et la perméabilité du sol et du sous-sol, le débit de rejet autorisé, les études des pluies de projet, ainsi que la qualité et la nature des matériaux utilisés.

Dimensionnement

Il dépend presque uniquement de la perméabilité du sol et du débit d'apport pour la pluie de projet. L'optimisation sera souvent le résultat d'un stockage préalable avec un débit de fuite limité, on est alors ramené à un calcul classique.

L'étude hydraulique permet de déterminer les caractéristiques principales du puits. Un prédimensionnement permet d'étudier les dimensions acceptables, la capacité d'absorption suffisante et la profondeur. Le dimensionnement définitif déterminera son rayon et les dimensions des zones éventuelles de stockage. La démarche à suivre pour le dimensionnement des puits consiste à :

- Déterminer le volume à stocker, en utilisant l'une des méthodes simplifiées de l'Instruction Technique de 1977 présentées en annexe, en ayant au préalable choisi le risque hydrologique et déterminé le débit de fuite de l'ouvrage (dans le cas d'un puits d'infiltration, il est fonction des capacités d'infiltration du sol).

- Calculer le volume géométrique en fonction des dimensions du puits (rayon et profondeur) et de la porosité du matériau dans le cas d'un puits comblé.

- Comparer ces deux volumes :

- . si le volume nécessaire de stockage est supérieur au volume géométrique, alors il faudra augmenter le rayon ou la profondeur du puits, ou la porosité du matériau, ou le nombre de puits, ou encore créer un stockage supplémentaire.

- . si le volume nécessaire de stockage est inférieur au volume géométrique, alors on peut diminuer le rayon ou la profondeur du puits, ou la porosité du matériau.

- *Comment augmenter la capacité de stockage des puits ?*

En associant au puits d'autres types de techniques alternatives (bassin de rétention, chaussée à structure réservoir, tranchée, noue ...). Cette association est intéressante dans le cas d'un sol superficiel imperméable au-dessus d'une couche plus profonde perméable.

QUESTIONS SUR L'ENTRETIEN

- *Quelle est la fréquence d'entretien ?*

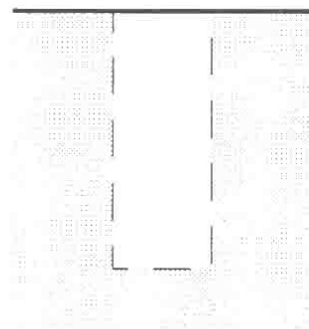
En préventif : environ tous les mois pour minimiser le colmatage :

- vider les chambres de décantation
- nettoyer les dispositifs filtrants
- vérifier le système de trop plein (puits creux) ou le tassement de la terre végétale (puits comblé)
- nettoyer les surfaces drainées.

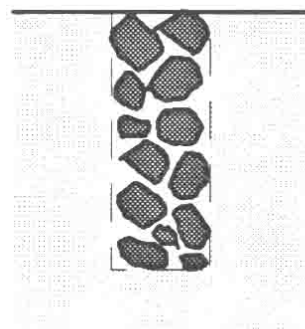
En curatif : de deux fois par an à une fois tous les cinq ans lorsque le puits ne fonctionne plus et déborde fréquemment. Il consiste en un curage ou un pompage.

- *Que faire en cas de pollution accidentelle ?*

Un système de prétraitement à l'amont du puits peut limiter ce risque. Si une pollution survient, il faudra la pomper après avoir vidé le puits de ses matériaux.



puits creux



puits comblé

LES TOITS STOCKANTS

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES

Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits le plus souvent plats, mais éventuellement en pente de 0,1 à 5 %. Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à la relâcher à faible débit. Sur toits plats, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordé au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge ; sur toits en pente, le stockage est également possible, en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

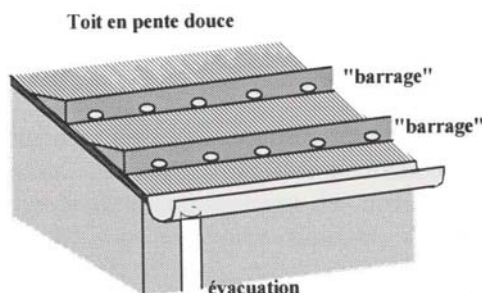
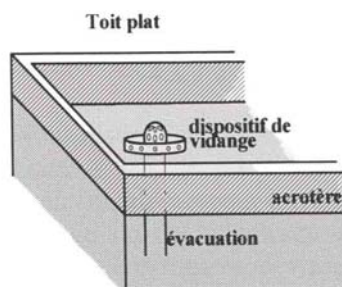
Stockage temporaire et vidanges sont assurés par un ou plusieurs organes de régulation ; elle peut être améliorée par la présence d'une protection d'étanchéité en gravillon généralement d'une épaisseur de 5 cm pour une porosité d'environ 30 %, ou par la présence de terre végétale dans le cas des toits jardins.



Toiture – terrasse
Source CERTU



Aménagement en décroché de toiture-terrasse
sur site hospitalier
Source CETE du Sud-Ouest

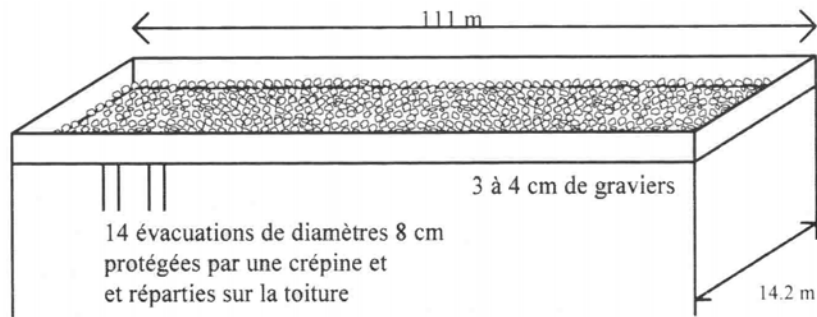


Principe de stockage d'eau en toiture

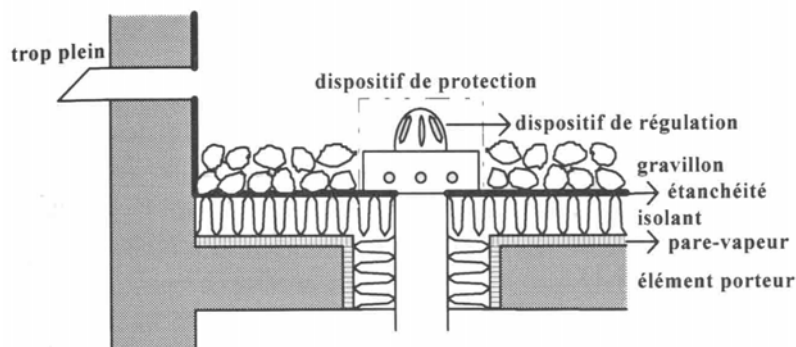
Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- l'intégration de façon esthétique à tous types d'habitats
- un procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle
- pas d'emprise foncière
- sa mise en œuvre ne demande pas de technicité particulière par rapport aux toitures traditionnelles, mais sa réalisation doit être soignée
- la diversité de traitements : en herbe, avec un matériau (bois), ...

Il faut noter que cette technique entraîne un surcoût par rapport à une toiture traditionnelle et qu'elle nécessite une réalisation très soignée, compte tenu des problèmes d'étanchéité et un entretien régulier.



Exemple d'une toiture terrasse du bassin versant d'Aix en Provence



Exemple de constitution d'une toiture terrasse stockante

POUR UNE BONNE RÉALISATION

Compte tenu notamment des problèmes d'étanchéité pouvant être provoqués par la présence d'eau sur le toit, il est impératif de respecter plusieurs conditions nécessaires à l'utilisation de cette technique :

CRITÈRES À VÉRIFIER	
LA PENTE	• Le toit doit être en faible pente, inférieure à 5 %, pour une plus grande efficacité. • Sur construction existante, la vérification de la stabilité est incontournable compte tenu de la surcharge d'eau. • La mise en œuvre de l'étanchéité doit être particulièrement soignée ; le revêtement doit être rigoureusement conforme aux prescriptions de la chambre syndicale nationale de l'étanchéité et du D.T.U. 43.1 pour les toitures-terrasses : - pas de revêtement mono couche - revêtement par gravillons préconisé. • Une grande prudence s'impose en raison du climat très variable entraînant des problèmes de gel et de surcharge notamment. En zone soumise à un climat de montagne, c'est-à-dire selon le DTU 43.1, les zones situées à plus de 900 m d'altitude, il faudra choisir une autre technique pour retenir les eaux pluviales. Notons également que « certaines toitures-terrasses de bâtiments implantés à une altitude inférieure ou égale à 900 m peuvent être considérées comme toitures sous climat de montagne en fonction des conditions micro climatiques particulières. Les documents particuliers du marché en font la mention » (DTU 43.1, chapitre 1.511). • La toiture doit être inaccessible aux piétons et aux véhicules. • Les toitures-terrasses techniques telles que définies dans l'article 1.533 du DTU 43.1 ne peuvent pas être utilisées pour la rétention des eaux pluviales.
LA STABILITÉ	
L'ÉTANCHÉITÉ	
LE CLIMAT	
L'ACCÈS	
L'USAGE	

Les toitures-terrasses pouvant comporter des installations techniques telles que chaufferies, dispositifs de ventilation mécanique contrôlée, aéroréfrigérants (conditionnement d'air), dispositifs permettant le nettoyage des façades, locaux de machineries d'ascenseurs, de monte-charge, capteurs solaires.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Si les conditions d'application vues dans la fiche précédente sont réunies, alors, le dimensionnement se fera en suivant les étapes successives présentées dans la figure ci-dessous.

1 - Choisir les éléments constituant de la toiture Les dimensionner sur le plan mécanique



2 - Réaliser l'étude hydraulique

- évaluer le nombre de descentes en se référant au DTU 60.11
- évaluer la hauteur d'eau à stocker pour permettre une bonne régulation tout en assurant la résistance mécanique de l'ouvrage. La hauteur d'eau à stocker est fonction :
 - de la période de retour choisie
 - du débit de vidange autorisé à l'exutoire du bâtiment et donné dans le permis de construire.

Elle peut se calculer avec la méthode des volumes décrite dans l'Instruction Technique de 1977 et rappelée en annexe.



3 - Dimensionner les dispositifs de vidange

Les fournisseurs de ces dispositifs donnent les débits pouvant être évacués pour telle dimension de l'équipement ; sinon, appliquer les formules classiques d'hydraulique.

- *Peut-on équiper une maison individuelle d'une toiture-terrasse ?*

Cette couverture est plutôt préconisée pour les bâtiments industriels, parfois pour les immeubles, mais il est possible de l'appliquer isolément, par exemple lorsque les règlements d'urbanisme imposent à une parcelle un débit de rejet limité. Un particulier peut hésiter à la réaliser car elle entraîne un léger surcoût (étanchéité soignée, structure pouvant supporter des surcharges), parce qu'il n'a pas l'habitude d'en voir dans son proche environnement, et peut-être aussi pour des questions d'assurance relatives aux dégâts des eaux (dus à la défaillance de l'étanchéité).

- *Pourquoi une technique alternative en hauteur ?*

Pourquoi pas ? Pour stocker l'eau le plus tôt possible et la réguler plus aisément. Parce qu'un facteur important d'imperméabilisation est l'implantation des bâtiments et que la toiture-terrasse est une possibilité supplémentaire. Aussi parce que les toitures traditionnelles, lors de fortes pluies, font souvent office de toits stockants en raison du mauvais entretien des dispositifs de descente d'eau, alors autant les concevoir initialement dans ce but, tout en se gardant la possibilité de réaliser un puits en descente de gouttière.

- *Quelles nuisances occasionnent-elles ?*

Si le stockage de l'eau est de longue durée, il faut craindre une prolifération d'insectes, et des odeurs. Les eaux reçues sont généralement peu polluées, néanmoins des risques de pollution existent soit à cause des produits chimiques utilisés pour le jardinage dans le cas de toit jardin, soit à cause du lessivage de la zone de stationnement dans le cas de toit parking.

QUESTION SUR L'ENTRETIEN

- *Quel entretien ?*

La Chambre Syndicale Nationale de l'Étanchéité recommande au minimum deux visites par an : en fin d'automne, pour vérifier que les feuilles des arbres n'ont pas obstrué les descentes, et en début d'été, afin de contrôler le bon fonctionnement des dispositifs de régulation.

LES TRANCHEES D'INFILTRATION

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES



Tranchée sous enrobé poreux
Source CETE du Sud-Ouest



Tranchée sous terre végétale
Source CETE du Sud-Ouest

La tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux tels qu'un enrobé drainant, une dalle de béton, des galets ou de la pelouse, selon son usage superficiel : parkings de centres commerciaux, trottoirs le long de la voirie, ou jardins.

L'eau est collectée soit localement par un système classique d'avaloirs et de drains qui conduisent l'eau dans le corps de la tranchée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface : enrobé drainant, pavé poreux, galets ou par des orifices entre bordures ou autres systèmes d'injection, après ruissellement sur les surfaces adjacentes.

L'évacuation se fait de façon classique vers un exutoire prédéfini : un réseau d'assainissement pluvial en général ou par infiltration dans le sol support.

Selon leur capacité, ces deux modes d'évacuation peuvent se combiner.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- l'insertion facile en milieu urbain avec faible consommation de l'espace
- bonne intégration au paysage, grâce aux diverses formes et revêtements de surface
- mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Le principal inconvénient est lié strictement comme pour toutes les techniques d'infiltration, au risque de pollution de la nappe, suite à une pollution accidentelle.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

Les principaux critères à vérifier concernent :

- la pente du terrain naturel pour bien positionner soit le cloisonnage, soit l'interception du ruissellement
- les réseaux des différents concessionnaires
- la capacité de l'exutoire
- les critères liés à l'infiltration (perméabilité, profondeur de la nappe, qualité des eaux à infiltrer, usages de la ressource).

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Les trois principaux types de tranchées



Tranchée sous-trottoir
Av de la Grande Lande - GRADIGNAN - 33
Source CETE du Sud-Ouest.

Les tranchées le long des voies circulées peuvent être placées sous le trottoir ou en limite de parking. Dans ce cas, même si l'infiltration dans le sol est possible, il faudra se donner la possibilité de rejeter l'eau retenue vers un exutoire, naturel ou artificiel, au moyen d'un drain.

En effet, l'expérience a prouvé que l'infiltration en fond de tranchée diminue à cause du phénomène de colmatage.

Pour éviter que le drain mis en place ne s'obstrue également, il fonctionnera successivement en charge et en décharge.



Tranchée drainante sous voirie
à Argelès-sur-mer
Source DDE 66



Tranchée autour d'un bâtiment
Source CETE du Sud-Ouest

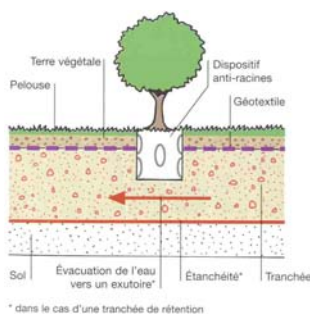
Les tranchées autour des bâtiments : aucun colmatage n'est constaté sur les tranchées suivies par le CETE du Sud-Ouest ; il ne semble pas nécessaire de concevoir le rejet vers un exutoire, l'infiltration suffit.

Les tranchées permettant de réinfiltrer les eaux, de toitures par exemple : la mise en place d'un drain permettra de répartir les eaux dans toute la tranchée et d'utiliser ainsi toute sa capacité de rétention et d'infiltration dans le sol ; ce drain est non débouchant.

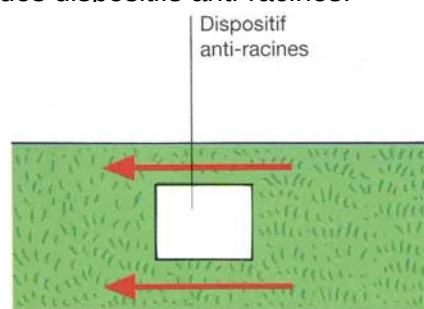
Conception

• Matériau de surface

Les matériaux peuvent être variés selon l'usage destiné en surface, ce qui facilite l'intégration de la tranchée au site : elle peut être invisible sous un parking ou un trottoir en revêtement étanche ou drainant qui sert à la circulation des voitures ou des piétons. Recouverte de galets, elle délimite deux lignes de parkings, mais n'est pas circulée. Une ambiance plus végétale peut être créée avec un tapis de gazon sur un géotextile qui empêche la migration de la terre végétale dans la structure, avec des arbres insérés dans des dispositifs anti-racines.



* dans le cas d'une tranchée de rétention



(Vue de dessus)

Réalisation d'une tranchée avec arbre et dispositif anti-racines
Source CETE du Sud-Ouest

• Matériau de remplissage

Il est choisi en fonction du rôle mécanique et hydraulique qu'on souhaite lui faire jouer.

- Le rôle mécanique dépend des charges en surface et de leur transmission à travers le matériau de surface. Dans le cas d'un parking avec une tranchée sous la dalle de béton, celle-ci répartissant les efforts, le matériau de remplissage ne requiert pas de qualités mécaniques particulières.

- Le rôle hydraulique a pour but de retenir l'eau dans les vides du matériau. En fonction du volume d'eau à stocker (voir le chapitre « dimensionnement »), on pourra choisir un matériau de type grave à 30 % de porosité ou un matériau alvéolaire en plastique à plus de 90 % de porosité.

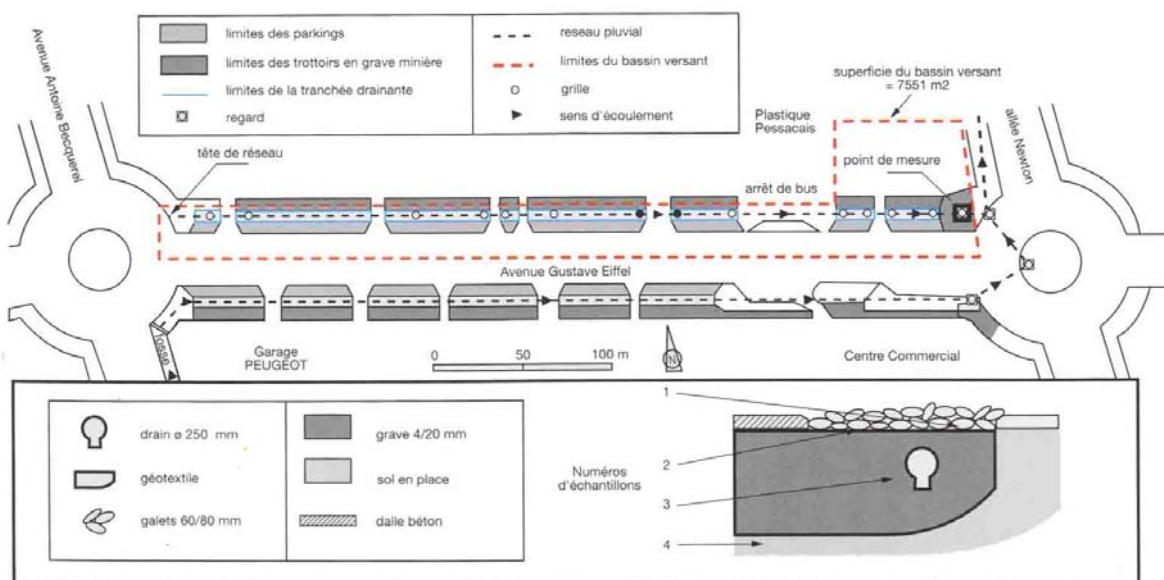
Si ce matériau est inutile pour supporter le matériau de surface remplacé par exemple par des grilles, l'intérieur de la tranchée pourra rester vide. Dans certains cas, le matériau de surface et le matériau de remplissage pourront être les mêmes.

Dimensionnement

La longueur de la tranchée est souvent imposée par le type de projet (tranchée autour d'un ensemble de bâtiments par exemple).

Le volume pourra être déterminé par l'une des méthodes simplifiées (méthode des pluies ou méthode des volumes) de l'Instruction technique de 1977 qui permettent de connaître le volume d'eau à stocker pour une période de retour retenue. Il aura fallu auparavant déterminer le débit de vidange, fonction des capacités d'infiltration du sol dans le cas d'une tranchée d'infiltration, ou des conditions hydrologiques à l'aval de la tranchée dans le cas d'une tranchée de rétention. La section sera définie à partir de ce volume, du matériau de remplissage et des contraintes d'espace. Si les contraintes d'espace sont prépondérantes et fixent les dimensions de la tranchée, le choix du matériau de remplissage permettra d'assurer le stockage du volume d'eau calculé.

Sur le site d'expérimentation Eiffel (Projet de Recherche de la Communauté Urbaine de BORDEAUX et du CETE du Sud-Ouest, Avenue EIFFEL à PESSAC – 33) a été réalisée la tranchée constituée comme suit :



Tranchée drainante.
Source CETE du Sud-Ouest

- *Quelles pollutions, en quantité et en qualité, retient cette tranchée ?*

Les résultats des analyses chimiques réalisées sur le site Eiffel sont réunis dans le tableau ci-dessous.

Au regard de la norme NFU 44-041 qui indique la teneur maximale en polluants dans le sol après épandage de boues issues de station d'épuration, on constate que :

- les échantillons les plus pollués, notamment par le plomb, et dans une moindre mesure, par le cuivre, le zinc, les hydrocarbures totaux, sont ceux prélevés sous les galets, au-dessus de la première nappe de géotextile
- le matériau de remplissage est faiblement contaminé en métaux lourds
- le sol support sous la seconde nappe de géotextile ne présente pas de pollution notable.

Le rôle de filtre du géotextile est confirmé ainsi que l'absorption sur le matériau de remplissage.

Numéro d'échantillon	M.V. en %	Pb	Cu	Cd	Cr	Ni	Zn	Fe	Al	Mn	Hc
1	8.7	459	76	1.28	39	16	298	14.2	23	189	-
2	5	420	63	0.78	37	17	232	12.2	17.5	178	284
3	2.6	80.4	20	0.34	36	23	93	15.7	46.8	220	-
4	2.6	34.8	5	0.03	26	9.2	18	4.5	46.7	21	< 0.7
Norme NFU44-041(2)	-	100	100	2	150	50	300	-	-	-	-

Valeurs données en mg/kg de matières sèches, sauf les matières volatiles en % et d'aluminium en g/kg.

L'arrêté du 29 août 1988, qui portait application obligatoire d'une partie de la norme NFU 44-041 sur les boues d'épuration considérées comme matières fertilisantes, a été abrogé par l'arrêté du 2 février 1998, suite à la parution de l'arrêté du 8 janvier 1998 qui fixe des valeurs limites deux fois plus sévères que la norme U 44-041 pour les éléments-traces dans les boues.

Les valeurs limites en éléments-traces dans les sols restent inchangées.

QUESTION SUR L'ENTRETIEN

- *Une tranchée nécessite-t-elle un entretien ?*

Oui, pour préserver son bon fonctionnement. Le travail d'entretien consiste à ramasser régulièrement les déchets d'origine humaine ou les végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordure ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface. Le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.

Pour les questions concernant le nettoyage des avaloirs et des drains, le nettoyage des revêtements drainants, l'action du gel sur le revêtement drainant et la zone de stockage, on se reportera au modèle de la chaussée à structure réservoir.

LEXIQUE

AEP	Alimentation en Eau Potable
APS	Avant-Projet Sommaire
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
CGCT	Code Général des Collectivités Territoriales
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DIG	Déclaration d'Intérêt Général
DUP	Déclaration d'Utilité Publique
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
IOTA	Installations Ouvrages Travaux ou Activités
MES	Matières en Suspension
PAZ	Plan d'Aménagement de Zone
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PPR	Plan de Prévention des Risques naturels
QMNA5	Débit moyen mensuel sec de récurrence 5 ans
SAGE	Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SEQ Eau	Système d'Evaluation de la Qualité de l'eau des cours d'eau
SIC	Site d'Intérêt Communautaire
STEP	Station d'Epuration
ZAC	Zone d'Aménagement Concerté
ZICO	Zone d'Intérêt Communautaire pour les Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique
ZPS	Zone de Protection Spéciale (Directive n°79/409/CE du 2 avril 1979) pour les oiseaux sauvages
ZSC	Zone Spéciale de Conservation (Directive n°92/43/CE du 21 mai 1992 + Directive Habitat + Réseau NATURA 2000)

DOCUMENTS DE REFERENCE

- **METLTM – DAEI.** « Fascicule Spécial n° 2003-10. Fascicule 70. Cahier des Clauses Techniques Générales. Ouvrages d'assainissement. Titre I : réseaux. Titre II : ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales ». Novembre 2003.
- **MISE des départements 11/30/34/48/66 – CETE du Sud-Ouest.** « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement. Fascicule I : constitution et instruction des dossiers d'autorisation et de déclaration au titre de la loi sur l'eau. Fascicule II : guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement. Fascicule III : les solutions compensatoires en assainissement pluvial ». 2002.
- **METL – CERTU.** « Mémento pour la gestion des projets d'assainissement. Fascicule n°3 : les eaux pluviales ». Juillet 2001.
- **AGHTM.** TSM n°4. « Dossier Eau pluviale et aménagement ». 1998.
- **AGHTM.** « Maîtrise de la pollution urbaine par temps de pluie ». 1992.
- **CEMAGREF.** « Techniques des barrages en aménagement rural ». 325 p. 1977.
- **CERTU – LCPC – Agence de l'eau.** « Les structures alvéolaires ultra légères (SAUL) en assainissement pluvial ». 1998.
- **CERTU.** « Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial – Eléments-clés pour leur mise en œuvre ». 155 p. 1998.
- **CERTU – AIVF – LCPC.** « Chaussées poreuses urbaines ». 1999.
- **CETE de Lyon.** « Guide pour l'étanchéité des bassins de retenue d'eaux pluviales ».
- **CETMEF.** « Catalogue de défenses de berges ». 1995.
- **CFG.** « Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les voies de circulation provisoire, les voies à faible trafic et les couches de forme ». 1987.
- **CFG.** « Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes ». Bagneux. 48 p. 1991.
- **CFG.** Fascicule 12. « Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géosynthétiques bentonitiques ». 1998.
- **CFG.** « Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les espaces verts, aires de sports et de loisirs ».
- **CFG.** « Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les systèmes de drainage et de filtration ».
- **CFG.** « Recommandations pour l'emploi des géotextiles dans les aires de stockage et de stationnement ».
- **CFG.** « Recommandations générales pour la réception et la mise en œuvre des géotextiles ».

- **CHOCAT Bernard.** « *Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement* ». 1997.
- **CIMBETON – FIB – CERTU – CERIB – LCPC – IVF.** « *Aménagements urbains et produits de voirie en béton. Conception et réalisation* ». 2001.
- **CIMBETON.** « *Voiries et aménagements urbains en béton. Revêtements et structures réservoirs* ».
- **COMMUNAUTE URBAINE DE BORDEAUX.** « *Les solutions compensatoires d'assainissement pluvial sur la Communauté Urbaine de Bordeaux. Guide de réalisation* ». 1999.
- **GRAIE – Agence de l'eau – LCPC – CERTU.** « *Techniques alternatives en assainissement pluvial* ». 1994.
- **GRAIE – LE GRAND LYON – EURYDICE 92.** « *Les nouvelles technologies en assainissement pluvial* ». Actes de NOVATECH. 4 volumes. 1992. 1995. 1998.
- **SETRA.** « *Aide au choix de solutions d'assainissement et de drainage sur routes existantes. Guide méthodologique et catalogue d'ouvrages* ». 1993.
- **SETRA.** « *Enrobés drainants. Note d'information* ». 1997.
- **SETRA.** « *L'eau et la route. Dispositifs de traitement des eaux pluviales. Volume 7* ». 1997.
- **SETRA – CSTR – LCPC.** « *Procédure de certification des géomembranes. Note d'information n° 107* ». 1999.
- **SETRA – LCPC.** « *Etanchéité par géomembranes des ouvrages pour les eaux de ruissellement routier. Guide technique en deux volumes* ». 2001.
- **SETRA – LCPC.** « *Exécution des chaussées en béton de ciment* ».
- **STU – Agence de l'eau.** « *Guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales* ». 1994.