

Syndicat Mixte du Lac d'Annecy

7, rue des terrasses B.P. 39, 74 962 CRAN-GEVRIER
Tel : 04 50 66 77 77 – Fax : 04 50 66 77 88



l'oxygène
à la source

Schéma général d'assainissement des eaux usées et des eaux pluviales

Schéma général d'assainissement des eaux pluviales

Guide pour une gestion intégrée des eaux
pluviales à destination des aménageurs privés

Volet 3 – Fiches thématiques



SAFEGE
Bâtiment Universaône - 18 rue Félix Mangini, 69009,
Tel : 04 72 19 89 70



19 rue de Lac Saint-André, 73370 Le Bourget-du-
Lac
Tel : 04 79 84 54 96



TABLE DES MATIERES

1. FICHE-OUTILS « REGLEMENTATION ET INSTRUCTION »	3
1.1. LE CADRE REGLEMENTAIRE GENERAL DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES URBAINES	3
1.2. LE ZONAGE PLUVIAL DU SILA	10
2. FICHE-OUTILS « AIDE AU CHOIX DES AMENAGEMENTS ADAPTES »	13
2.1. LA GESTION DES PLUIES COURANTES : VERS UNE VILLE PLUS « PERMEABLE »	13
2.2. LA GESTION DES PLUIES MOYENNES A FORTES : VERS UNE GESTION MIEUX « INTEGREE », EFFICACE ET PERENNE	14
2.3. TROUVER LA BONNE ARTICULATION ENTRE GESTION DES PLUIES COURANTES ET GESTION DES PLUIES MOYENNES A FORTES	17
2.4. LA GESTION DES PLUIES EXCEPTIONNELLES : VERS UNE VILLE PLUS « RESILIENTE »	20
3. FICHE-OUTILS « POLLUTION »	21
3.1. IDENTIFIER LES PROJETS PRESENTANT DES RISQUES PARTICULIERS	21
3.2. CHOISIR DES DISPOSITIFS ADAPTES	21
4. FICHE-OUTILS « ETUDES PREALABLES »	24
4.1. QUELLES REGLES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES S'APPLIQUENT A MON PROJET ?	24
4.2. COMMENT LES ECOULEMENTS S'ORGANISENT-ILS AUJOURD'HUI, AU DROIT DU SITE ET EN PERIPHERIE ?	24
4.3. QUE VA-T-ON FAIRE A PRIORI DES EAUX PLUVIALES ?	25
5. FICHE-OUTILS « EVALUATION DES CAPACITES D'INFILTRATION »	30
5.1. FAVORISER AU MAXIMUM L'INFILTRATION, MAIS AVEC PRECAUTIONS	30
5.2. Y A-T-IL UN CONTEXTE PARTICULIER VIS-A-VIS DE L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES SUR MON PROJET ?	31
5.3. RECONNAISSANCES PREALABLES DES SOLS	33
5.4. AIDE AUX CHOIX DU TYPE DE TEST A REALISER	34
5.5. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE EN ŒUVRE DES TESTS	37
5.6. RECOMMANDATIONS POUR L'EXPLOITATION DES MESURES	40
5.7. ORDRE DE GRANDEUR DES VITESSES D'INFILTRATION ET TENDANCES POUR LA FAISABILITE DE L'INFILTRATION DES EAUX PLUVIALES	43
5.8. PEUT-ON RESTER SUR LES PREMIERES ORIENTATIONS ENVISAGEES POUR LES PLUIES MOYENNES A FORTES, OU DOIT-ON LES AJUSTER ?	44
6. FICHE-OUTILS « DIMENSIONNEMENT »	45
6.1. RAPPEL DES REGLES DU ZONAGE PLUVIAL	45
6.2. MODELISATION	46
7. FICHE-OUTILS « CONCEPTION »	47
7.1. ETUDIER FINEMENT LE NIVELLEMENT DU PROJET	47
7.2. PRESERVER LES CAPACITES D'INFILTRATION DES DISPOSITIFS	47
7.3. TENIR COMPTE DE DISTANCE DE REcul NECESSAIRE	48
7.4. FAVORISER LA BIODIVERSITE AU SEIN DES DISPOSITIFS	48
7.5. ASSURER LA SECURITE DES USAGERS	49
7.6. VERIFIER LE BON FONCTIONNEMENT DES DISPOSITIFS EN CASCADE	49
7.7. ANTICIPER LES CONSEQUENCES DE PLUIES EXCEPTIONNELLES	50
8. FICHE-OUTILS « ENTRETIEN, CHANTIER, INTEGRATION, SECURITE »	51
8.1. A QUOI FAIRE ATTENTION LORS DE LA MISE EN ŒUVRE DES DISPOSITIFS ?	51
8.2. A QUOI FAIRE ATTENTION LORS DE L'EXPLOITATION DES DISPOSITIFS ?	51

1. Fiche-Outils « Règlementation et Instruction »

1.1. Le Cadre réglementaire général de la gestion des eaux pluviales urbaines

1.1.1. Le contexte national et européen

1.1.1.1. Le Code civil (1804)

Les articles L640 et L641 du Code civil de 1804 ont introduit les principes de base de transparence hydraulique et de non aggravation à respecter entre propriétés voisines :

- × Obligations du propriétaire du terrain en contrebas : **Il doit recevoir les eaux qui s'écoulent naturellement des fonds supérieurs.** Il doit supporter la servitude sans aucune contrepartie quelle que soit la gêne ou les dégâts occasionnés par le ruissellement de l'eau. Il ne doit mettre aucun obstacle à l'écoulement de l'eau : il ne peut pas boucher les évacuations d'eau du terrain surélevé, ni élever un mur ou une digue entravant ou empêchant l'écoulement de l'eau. A défaut, il serait condamné à remettre les lieux en l'état. Il peut toutefois faire des travaux qui auraient pour simple but de réduire les inconvénients dus à l'écoulement des eaux : mettre en place une dérivation de l'eau permettant un meilleur écoulement de l'eau dans la limite des nuisances éventuellement occasionnées à autrui. Ces aménagements resteront dans tous les cas à ses frais. En cas de vente du terrain, le vendeur ne met pas en cause sa responsabilité s'il ne précise pas que le terrain vendu est soumis à la servitude d'écoulement des eaux.

- × Obligations du propriétaire du terrain en contre-haut : **Le propriétaire du fonds supérieur ne peut rien faire qui aggraverait la servitude du fonds inférieur** : installer des gouttières évacuant les eaux de toiture sur un fonds voisin mettrait en jeu sa responsabilité. Il est, en ce sens, interdit de modifier la disposition naturelle des lieux, par le creusement d'un puisard ou l'établissement d'une buse pour diriger les eaux de ruissellement vers le fonds voisin. En cas d'aggravation de la servitude, une indemnité doit être versée au propriétaire du fonds inférieur, victime de préjudices et les juges peuvent imposer la remise en état des lieux de manière à faire cesser l'aggravation litigieuse. **Il en est ainsi de tous travaux réduisant la capacité d'absorption du sol du fait de l'augmentation du volume d'eau qui s'écoule** ou lorsque des travaux de remblai du terrain supérieur peuvent provoquer une inondation du terrain en contrebas.

1.1.1.2. La Loi sur l'eau (1992)

La Loi sur l'eau du 3 janvier 1992, codifiée dans le Code de l'Environnement, a consacré l'eau en tant que « patrimoine commun de la Nation ». Elle a en particulier :

- × renforcé l'impératif de protection de la qualité et de la quantité des ressources en eau ;
- × mis en place de nouveaux outils de la gestion des eaux par bassin : les SDAGE et les SAGE ;
- × **organisé le contrôle de la gestion des eaux pluviales des projets les plus impactants, notamment au travers des dossiers Loi sur l'eau** (Articles R.214-6 à R.214-56 du code de l'environnement, relatifs aux procédures d'autorisation et de déclaration et Article R.214-1 du code de l'environnement, relatif à la nomenclature des installations, ouvrages, travaux ou activités soumis à autorisation ou déclaration).

1.1.1.3. Le Code Général des Collectivités Territoriales

L'article L2224-10 de 1996 du Code Général des Collectivités Territoriales a introduit l'obligation pour les communes ou EPCI d'établir les zonages d'assainissement avec un volet pluvial :

« En amont de l'exercice de la compétence assainissement, les communes ou les EPCI délimitent :

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

1.1.1.4. La Directive Cadre Européenne (2000)

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE), adoptée en octobre 2000 par le parlement européen, a introduit l'objectif de « bon état » des milieux aquatiques, à atteindre en 2015.

La notion de bon état correspond d'abord à des milieux aquatiques dont les peuplements vivants sont diversifiés et équilibrés. Dans un second temps, le bon état doit permettre la plus

large panoplie d'usages possible et notamment l'irrigation, les usages économiques, la pêche, etc.

1.1.1.5. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (2006)

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006, qui découle de la Directive Cadre sur l'Eau, a rénové le cadre global défini par la Loi sur l'eau de 1992. Elle avait notamment pour objectif d'apporter **des outils en vue d'atteindre en 2015 l'objectif de « bon état » des eaux** fixé par la Directive Cadre sur l'Eau. Elle prend également en compte **l'adaptation au changement climatique** dans la gestion des ressources en eau.

Concernant plus particulièrement les eaux pluviales, elle a introduit la **possibilité d'avoir recours à la taxe pluviale (abrogée fin 2014)**.

1.1.2. Le contexte « régional » : le SDAGE Rhône Méditerranée

1.1.2.1. Vocation et portée du SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) définit la politique à mener pour stopper la détérioration et retrouver un bon état de toutes les eaux : cours d'eau, plans d'eau, nappes souterraines et eaux littorales.

Document de planification pour l'eau et les milieux aquatiques du bassin Rhône-Méditerranée, il fixe, pour 6 ans, les grandes priorités, appelées « orientations fondamentales », de gestion équilibrée de la ressource en eau.

Un programme de mesures accompagne le SDAGE. Il rassemble les actions par territoire nécessaires pour atteindre le bon état des eaux. Ces documents permettent de respecter les obligations définies par la directive cadre européenne sur l'eau pour atteindre un bon état des eaux.

Le SDAGE a vocation à encadrer les choix de tous les acteurs du bassin dont les activités ou les aménagements ont un impact sur la ressource en eau. **Ainsi, les programmes et décisions administratives dans le domaine de l'eau et de l'urbanisme doivent être « compatibles, ou rendus compatibles » avec les dispositions des SDAGE.**

L'Agence de l'Eau est chargée, pour le compte de l'Etat et du Comité de bassin, de planifier la mise en œuvre du SDAGE dans le bassin.

Le SDAGE 2016-2021 est entré en vigueur le 21 décembre 2015.

1.1.2.2. Principaux éléments spécifiques sur la gestion des eaux pluviales

Orientation fondamentale n° 0 - S'adapter aux effets du changement climatique

Introduction :

« La gestion des eaux pluviales devra (...) faire face à l'augmentation de l'intensité des pluies susceptible d'aggraver les problèmes de ruissellement et ses conséquences sur les pollutions par débordement des réseaux d'eau usées et sur l'aggravation des crues.

Du point de vue des risques d'inondation, le changement climatique réclame une gestion prudentielle du fait de l'intensification attendue des précipitations (...). »

Orientation fondamentale n° 3 : Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement

Disposition 3-08 : Assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement

« Le SDAGE encourage les collectivités à établir ces zonages¹ en privilégiant les modes d'assainissement permettant de limiter les coûts des investissements et de leur gestion patrimoniale, comme par exemple l'assainissement autonome dans les zones d'habitat dispersé et la réduction du ruissellement des eaux pluviales à la source (techniques alternatives : stockage, infiltration des eaux pluviales...). »

Orientation fondamentale n° 4 : Renforcer la gestion de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau

Disposition 4-09 : Intégrer les enjeux du SDAGE dans les projets d'aménagement du territoire et de développement économique

« Pour ce qui concerne les documents d'urbanisme, les SCoT et, en l'absence de SCoT, les PLU doivent en particulier s'appuyer sur des schémas « eau potable », « assainissement » et « pluvial » à jour, dans la mesure où les évolutions envisagées ont des incidences sur les systèmes d'eau et d'assainissement (cf. orientations fondamentales n° 3 et 5A) »

¹ En référence aux zonages prévus à l'article L. 2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales

Orientation fondamentale n°5A : Poursuivre les efforts de lutte contre les pollutions d'origine domestique et industrielle

Introduction

« En ruisselant sur les surfaces imperméabilisées des agglomérations, **les eaux de pluie se chargent en polluants, en particulier en micropolluants (HAP, métaux lourds) et en matières en suspension** sources de pollution microbiologique, voire parasitaire. Cette pollution par les eaux pluviales **pose problème pour l'atteinte du bon état des eaux** et pour l'exercice d'usages sensibles (production d'eau potable, baignade, conchyliculture...).

La priorité est aujourd'hui de favoriser la rétention à la source et l'infiltration pour limiter préventivement les ruissellements des eaux de pluie qui se chargent en polluants. Ce type d'actions est à bénéfices multiples : limitation des pollutions, mais aussi du risque d'inondation lié au ruissellement, intégration dans des projets d'urbanisme visant le retour de la nature en ville et la lutte contre la chaleur urbaine... En outre, ces actions constituent des mesures d'adaptation au changement climatique qui devrait conduire à des étés plus chauds et secs et à des régimes de précipitations plus violents. »

Disposition 5A-03 : Réduire la pollution par temps de pluie en zone urbaine

« L'objectif est de réduire les déversements d'eaux usées non traitées au niveau des déversoirs d'orage des systèmes d'assainissement. Le SDAGE souligne que pour réduire ces déversements d'eaux usées non traitées, les communes ou les **établissements publics de coopération intercommunale compétents en matière d'assainissement intègrent a minima la gestion des études sur les eaux pluviales** à l'échelle des sous bassins pertinents. (...) Par ailleurs, le SDAGE recommande que **les rejets des réseaux séparatifs en eau pluviale et des déversoirs d'orage donnent lieu à un traitement avant rejet au milieu en cas d'enjeu sanitaire** (impact sur les captages d'eau potable, les zones de baignade ou les eaux conchylicoles par exemple). L'opportunité de mettre en œuvre un tel dispositif est évaluée dans le cadre du plan d'actions évoqué au paragraphe ci-dessus pour les collectivités concernées. »

Disposition 5A-04 : Eviter, réduire et compenser l'impact des nouvelles surfaces imperméabilisées

« L'imperméabilisation augmente le ruissellement des eaux de pluie au détriment de leur infiltration dans le sol. Les conséquences sur les milieux aquatiques et les activités humaines peuvent alors être importantes : augmentation des volumes d'eaux pluviales ruisselés et de leur charge en polluant, accélération des écoulements en surface, moindre alimentation des nappes

souterraines, perturbations des réseaux d'assainissement, augmentation des catastrophes naturelles (inondation, coulée de boue etc.).

Aussi, le SDAGE fixe trois objectifs généraux :

- × **limiter l'imperméabilisation nouvelle des sols.** Cet objectif doit devenir une priorité, notamment pour les documents d'urbanisme lors des réflexions en amont de l'ouverture de zones à l'urbanisation. La limitation de l'imperméabilisation des sols peut prendre essentiellement deux formes : soit une réduction de l'artificialisation, c'est-à-dire du rythme auquel les espaces naturels, agricoles et forestiers sont reconvertis en zones urbanisées, soit l'utilisation des terrains déjà bâtis, par exemple des friches industrielles, pour accueillir de nouveaux projets d'urbanisation ;
- × **réduire l'impact des nouveaux aménagements.** Tout projet doit viser a minima la transparence hydraulique de son aménagement vis-à-vis du ruissellement des eaux pluviales en favorisant l'infiltration ou la rétention à la source (noues, bassins d'infiltration, chaussées drainantes, toitures végétalisées, etc.). **L'infiltration est privilégiée dès lors que la nature des sols le permet et qu'elle est compatible avec les enjeux sanitaires et environnementaux du secteur** (protection de la qualité des eaux souterraines, protection des captages d'eau potable...), à l'exception des dispositifs visant à la rétention des pollutions. Par ailleurs, **dans les secteurs situés à l'amont de zones à risques naturels importants (inondation, érosion...), il faut prévenir les risques liés à un accroissement de l'imperméabilisation des sols.** En ce sens, les nouveaux aménagements concernés doivent limiter leur débit de fuite lors d'une pluie centennale à une valeur de référence à définir en fonction des conditions locales ;
- × **désimperméabiliser l'existant.** Le SDAGE incite à ce que les documents de planification d'urbanisme (SCoT et PLU) prévoient, en compensation de l'ouverture de zones à l'urbanisation, la désimperméabilisation de surfaces déjà aménagées. Sous réserve de capacités techniques suffisantes en matière d'infiltration des sols, la surface cumulée des projets de désimperméabilisation visera à atteindre **150%** de la nouvelle surface imperméabilisée suite aux décisions d'ouverture à l'urbanisation prévues dans le document de planification. (...). Par exemple, dans le cas de projets nouveaux situés sur du foncier déjà imperméabilisé, un objectif plus ambitieux que celui d'une simple transparence hydraulique peut être visé en proposant **une meilleure infiltration ou rétention des eaux pluviales par rapport à la situation précédente.**

Des règles visant ces trois objectifs et adaptées aux conditions techniques locales (notamment capacité d'infiltration des sols, densité des zones urbaines) sont définies en ce sens par les documents d'urbanisme, les SAGE et les doctrines d'application de la police de l'eau. »

Notons que de nombreux textes législatifs et réglementaires concourent également à la limitation de l'imperméabilisation des sols ou de ses effets. Citons parmi les textes récents la loi Alur du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové, le décret de modernisation du contenu du PLU du 29 décembre 2015, et la loi 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages.

Disposition 8-05 : Limiter le ruissellement à la source

« En milieu urbain comme en milieu rural, des mesures doivent être prises, notamment par les collectivités **par le biais des documents et décisions d'urbanisme et d'aménagement du territoire**, pour limiter les ruissellements à la source, y compris dans des secteurs hors risques mais dont toute modification du fonctionnement pourrait aggraver le risque en amont ou en aval. Ces mesures qui **seront proportionnées aux enjeux du territoire** doivent s'inscrire dans une démarche d'ensemble assise sur un diagnostic du fonctionnement des hydrosystèmes prenant en compte la totalité du bassin générateur du ruissellement, dont le territoire urbain vulnérable (« révélateur » car souvent situé en point bas) ne représente couramment qu'une petite partie. La limitation du ruissellement contribue également à favoriser l'infiltration nécessaire au bon rechargement des nappes.

Aussi, en complément des dispositions 5A-03, 5A-04 et 5A-06 du SDAGE, il s'agit, notamment au travers des documents d'urbanisme, de :

- × **limiter l'imperméabilisation des sols** et l'extension des surfaces imperméabilisées ;
- × **favoriser ou restaurer l'infiltration des eaux ;**
- × **favoriser le recyclage** des eaux de toiture ;
- × favoriser les techniques alternatives de gestion des eaux de ruissellement (chaussées drainantes, parking en nid d'abeille, toitures végétalisées...)
- × maîtriser le débit et l'écoulement des eaux pluviales, notamment en limitant l'apport direct des eaux pluviales au réseau ;
- × **préserver les éléments du paysage déterminants dans la maîtrise des écoulements**, notamment au travers du maintien d'une couverture végétale suffisante et des zones tampons pour éviter l'érosion et l'aggravation des débits en période de crue ;
- × **préserver les fonctions hydrauliques des zones humides ;**
- × **éviter le comblement, la dérivation et le busage des vallons dits secs** qui sont des axes d'écoulement préférentiel des eaux de ruissellement.

Dans certains cas, l'infiltration n'est pas possible techniquement ou peut présenter des risques (instabilité des terrains, zones karstiques...). Il convient alors de favoriser la rétention des eaux. »

1.2. Le zonage pluvial du SILA

1.2.1. Objectifs et portée du zonage

Le zonage pluvial expose **les prescriptions (règles et recommandations)** données sur le territoire en matière de gestion des eaux pluviales urbaines, pour répondre aux enjeux et orientations présentées précédemment. Celles-ci sont **volontairement ambitieuses, pour une véritable évolution** du territoire vers cette nouvelle approche de la gestion des eaux pluviales.

Le zonage pluvial est **opposable aux tiers**, suite à l'enquête publique et l'approbation par l'assemblée délibérante. Il sera à terme intégré comme annexe sanitaire dans les documents d'urbanisme.

1.2.2. Les différentes pièces du zonage pluvial

Le zonage pluvial est constitué des pièces suivantes :

- × une **notice, qui présente les règles et recommandations** en matière de gestion des eaux pluviales urbaines, avec des prescriptions générales par niveaux de pluie et des prescriptions particulières vis-à-vis d'enjeux particuliers : les risques de pollution, l'infiltration, les zones humides ;
- × **6 cartographies de zonage pour :**
 - les règles de débit de rejet maximal autorisé (pluies moyennes à fortes) ;
 - les règles de période de retour d'insuffisance minimale à assurer (pluies moyennes à fortes) ;
 - les statistiques pluviométriques de référence à retenir pour le dimensionnement des dispositifs de rétention (pluies moyennes à fortes) ;
 - les règles et recommandations vis-à-vis de l'infiltration ;
 - les règles et recommandations vis-à-vis des zones humides ;
 - les principaux axes d'écoulements potentiels à prendre en compte dans l'aménagement du territoire.

L'identification de toutes les règles et recommandations qui s'appliquent à un projet d'aménagement urbain passe donc par le positionnement de l'emprise du projet sur les 6 cartes de zonage et, bien entendu, par la prise de connaissance de l'intégralité de la notice.

1.2.3. Synthèse des principales règles du zonage pluvial

Attention : Ce chapitre présente une synthèse des règles les plus générales de gestion des eaux pluviales. Il est indispensable de consulter l'ensemble des documents du zonage pluvial (notices et cartographies) pour connaître l'ensemble des règles qui s'appliquent au projet. Le zonage pluvial contient également un certain nombre de recommandations utiles pour une gestion intégrée et appropriée des eaux pluviales.

Niveau de pluie	Thème	Règles	Chapitres de la notice du zonage et autres pièces à consulter
Tous niveaux de pluie	Séparation des réseaux	Au sein de tout projet d'aménagement, les dispositifs et réseaux d'eaux pluviales doivent être totalement indépendants (sans aucune connexion) : - des réseaux d'eaux usées ; - des réseaux d'eau potable.	Chapitre 9
Pluies courantes	Gestion à la parcelle des pluies courantes	Tout aménagement doit favoriser l'infiltration et/ou l'évapotranspiration des pluies courantes, en mettant en œuvre : - des surfaces perméables et/ou végétalisées (maintien en pleine terre, toitures végétalisées, voies carrossables végétalisées ou perméables, parkings végétalisés ou perméables, cheminements piétons, terrasses et cours perméables) ; - pour les surfaces imperméabilisées, une rétention d'une capacité au moins égale à 15 litres/m ² de surface imperméabilisée, en vue de l'infiltration et/ou évapotranspiration des pluies courantes. On utilisera exclusivement des solutions de faible profondeur permettant d'optimiser la filtration par les sols (de type espaces verts « en creux », noues, tranchées d'infiltration et « jardins de pluie »), en privilégiant autant que possible les dispositifs à ciel ouvert. Les puits d'infiltration ne sont pas appropriés pour la gestion des pluies courantes.	Chapitre 10
Pluies moyennes à fortes	Maîtrise des écoulements	Tout aménagement doit assurer la maîtrise des écoulements d'eaux pluviales générés par les pluies moyennes à fortes, par rétention temporaire et infiltration et/ou rejet à débit contrôlé, en respectant les règles imposées en termes de : - débit de rejet maximal autorisé ; - période de retour d'insuffisance minimale à assurer ; L'infiltration doit être la première solution recherchée.	Chapitres 11.1, 11.3, 11.4 Zonage des débits de rejet et zonage des périodes de retour
	Solutions à mettre en œuvre	Les solutions retenues pour la gestion des pluies moyennes à fortes doivent, dans un souci d'efficacité et de pérennité : - assurer un fonctionnement gravitaire des dispositifs, pour limiter les contraintes d'exploitation et les risques de dysfonctionnements liés aux dispositifs de relevage ; - permettre un contrôle aisé des dispositifs. Ceux-ci doivent donc être totalement accessibles, dans tous les cas. Si le dispositif est enterré, un accès spécifique et sécurisé doit être prévu.	Chapitre 11.2
	Echelles de gestion	<u>Dans les zones à débit de rejet autorisé</u> : Si le projet est une opération d'ensemble (lotissements ou ZAC notamment), comprenant des lots de maisons individuelles, la règle de débit de rejet maximal autorisé s'applique à l'échelle de l'opération d'ensemble. La régulation des apports des maisons individuelles ne doit pas être réalisée « à la parcelle » mais au sein des espaces collectifs de l'opération, dans le cadre d'une gestion collective des eaux pluviales des tenants de l'espace public et privé, avec l'identification claire du gestionnaire et de ses responsabilités. <u>Dans les zones « zéro rejet »</u> : La gestion « à la parcelle » peut être envisagée quelle que soit la taille de la parcelle.	Chapitre 11.5

Niveau de pluie	Thème	Règles	Chapitres de cette notice et autres pièces à consulter
Pluies moyennes à fortes	Tests d'infiltration	La réalisation de tests in situ des capacités d'infiltration des sols est obligatoire dans les zones « zéro rejet » et dans les zones à débit de rejet autorisé, à l'exception des zones où l'infiltration est interdite et des zones de très fortes pentes (supérieures à 15 %).	Chapitre 11.6
	Dimensionnement des dispositifs de rétention	Les dispositifs de rétention des pluies moyennes à fortes doivent être dimensionnés à partir : <ul style="list-style-type: none"> - de la méthode des pluies ; - des statistiques pluviométriques locales ; - du débit de vidange du dispositif. C'est, au maximum, la somme du débit d'infiltration défini à partir de tests adaptés et du débit de rejet éventuellement autorisé ; - de la période de retour d'insuffisance du dispositif. C'est, au minimum, la période de retour d'insuffisance minimale imposée. 	Chapitre 11.7 Annexe 5 et Annexe 6 Zonage des données pluviométriques de référence
	Articulation avec la gestion des pluies courantes	Tout projet d'aménagement doit respecter les prescriptions données.	Chapitre 12
Pluies exceptionnelles	Ecoulements générés par les pluies précipitées au droit du projet	Tout projet d'aménagement doit : <ul style="list-style-type: none"> - anticiper les conséquences potentielles des pluies exceptionnelles, qui dépasseront la période de retour d'insuffisance des dispositifs mis en œuvre et provoqueront leur débordement ; - faire en sorte que ces débordements se fassent selon le « parcours à moindre dommage », pour le projet lui-même et pour les enjeux (personnes et biens) existants à l'aval. Les raccordements des surverses des dispositifs de gestion des pluies moyennes à fortes sur les ouvrages de collecte publics enterrés sont interdits.	Chapitre 13.1
	Ecoulements générés par les pluies précipitées sur le bassin versant amont	Se référer aux recommandations données pour préserver les principaux axes d'écoulements, limiter les risques pour les personnes et les biens au droit du projet, et éviter l'aggravation du risque en périphérie du projet.	Chapitre 13.2
Tous niveaux de pluie	Risques de pollution	Les surfaces présentant des risques particuliers de pollution chronique et/ou accidentelle des eaux pluviales doivent être équipées de dispositifs spécifiques pour gérer convenablement ces risques. Un entretien approprié des dispositifs doit être assuré, afin de garantir leur bon fonctionnement en toutes circonstances. Les unités de traitement de type débourbeurs-déshuileurs (séparateurs à hydrocarbures) sont interdites pour la gestion de la pollution chronique des eaux pluviales.	Chapitre 14
	Infiltration	Tout projet d'aménagement doit respecter les prescriptions données, en fonction de la zone dans laquelle son projet est localisé et des contraintes spécifiques des sols et sous-sols.	Chapitre 15 Zonage infiltration
	Zones humides	Tout projet d'aménagement situé dans le bassin versant d'une zone humide doit respecter les prescriptions données.	Chapitre 16 Zonage zones humides

2. Fiche-Outils « Aide au choix des aménagements adaptés »

2.1. La gestion des pluies courantes : vers une ville plus « perméable »

2.1.1. Pour préserver les ressources en eau superficielles et souterraines et lutter contre les îlots de chaleur

Pour les pluies courantes, les enjeux sont la préservation des ressources en eau superficielles et souterraines (traitement de la pollution par les sols en place, restitution de l'eau au milieu naturel) et la lutte contre les îlots de chaleur.

2.1.2. Par des solutions simples, basées sur la végétalisation et la porosité des surfaces

Il s'agit de limiter autant que possible la production des ruissellements, par une gestion « au plus près de la source », **en ayant recours à l'infiltration en surface** (permettant d'assurer la filtration) **et à l'évapotranspiration des eaux pluviales**.

Concrètement, cela passe par des solutions « à la parcelle », du type :

- × **maintien en pleine terre**, autant que possible, des espaces. C'est la solution la moins impactante pour le cycle de l'eau et l'environnement ;
- × **revêtements végétalisés ou poreux**, qui permettent d'éviter la production des ruissellements pour les pluies courantes ;
- × **aménagements simples de type espaces verts « en creux », noues, tranchées drainantes et « jardins de pluie »**, qui permettent de retenir temporairement et d'évacuer par infiltration et/ou évapotranspiration les écoulements issus des surfaces imperméables, sans consommer beaucoup d'espace. On utilisera exclusivement des solutions de faible profondeur, permettant d'optimiser la filtration par les sols et l'intégration paysagère. Les puits d'infiltration ne sont pas appropriés pour la gestion des pluies courantes.



Jardin de pluie planté (source : Cobamil)



Parking végétalisé (source : SEPIA Conseils)

Remarques :

- × D'une manière générale, toutes les solutions évoquées ici sont simples, efficaces et durables, si elles sont adaptées au contexte et si toutes les précautions nécessaires sont prises aux phases de conception, de réalisation et d'exploitation².
- × Ces solutions de gestion des pluies courantes sont complémentaires des solutions de gestion des pluies moyennes à fortes.
- × Ces solutions contribuent également à la qualité du cadre de vie, à la biodiversité et à l'adaptation au changement climatique.

2.1.3. Une gestion « à la parcelle »

Ces principes doivent nécessairement être mis en œuvre « **au plus près de la source** », autrement dit **au plus près des bâtiments et des différentes surfaces aménagées**. Le terme de gestion « à la parcelle » est à ce titre approprié.

Les volumes en jeu étant relativement limités, les capacités d'infiltration et les emprises nécessaires à la gestion le sont également.

2.2. La gestion des pluies moyennes à fortes : vers une gestion mieux « intégrée », efficace et pérenne

2.2.1. Des enjeux multiples

Pour les pluies moyennes à fortes, l'enjeu, en plus de la préservation des ressources en eau, est de protéger les biens et les personnes vis-à-vis des inondations, tout en valorisant l'aménagement urbain et en maîtrisant les coûts.

² A titre d'exemple : les enrobés drainants ne se colmatent pas et ne se dégradent pas de manière accélérée s'ils sont utilisés à bon escient, et la question de la viabilité hivernale n'est pas un frein à leur utilisation.

2.2.2. Maîtriser les écoulements tout en assurant intégration, efficacité et pérennité

Pour une gestion des pluies moyennes à fortes mieux intégrée, efficace et pérenne, il est nécessaire de :

- × **maîtriser les écoulements** pour limiter les risques d'inondations, en assurant la **rétenion temporaire des écoulements et leur évacuation par infiltration et/ou rejet à débit contrôlé** ;
- × **assurer un fonctionnement gravitaire des dispositifs**, pour limiter les contraintes d'exploitation et les risques de dysfonctionnements liés aux dispositifs de relevage ;
- × **permettre un contrôle aisé des dispositifs**, pour s'assurer de leur pérennité ;
- × privilégier autant que possible :
 - **l'infiltration** (pour limiter les coûts des dispositifs), à **faible profondeur et avec les précautions nécessaires** (pour favoriser la filtration des polluants par les sols). S'il est identifié que l'infiltration de toutes les fortes pluies n'est pas possible, concevoir tout de même les dispositifs de manière à favoriser autant que possible l'infiltration (végétalisation et préservation de « volumes morts » sous les dispositifs de régulation) ;
 - **les solutions à ciel ouvert et intégrées au paysage urbain**, pour limiter les coûts des dispositifs, les contraintes d'exploitation et favoriser leur pérennité ;
 - **les solutions multifonctionnelles** (gestion des eaux pluviales + paysage, déplacement, agrément, biodiversité, zones humides, horticulture, sensibilisation...), pour limiter les espaces « sacrifiés » à la gestion des eaux pluviales ;
 - **l'inondation progressive des espaces** de gestion des eaux pluviales (jouer sur les pentes), pour favoriser leur intégration et leur multifonctionnalité ;
- × **optimiser les liens avec les espaces verts** :
 - **déconnecter les espaces verts**. Autrement dit, éviter tout ruissellement des espaces verts vers les surfaces imperméabilisées ou les ouvrages de collecte des eaux pluviales (espaces verts autogérés) ;
 - **à l'inverse, connecter autant que possible les surfaces imperméabilisées sur les espaces verts** (limiter les connexions directes sur les ouvrages de collecte), pour favoriser l'infiltration et l'abattement des polluants.

2.2.3. Des solutions multiples, permettant de s'adapter à des contextes et des échelles très variés

Les types de solutions pouvant être mis en œuvre pour assurer **la collecte et le transport des écoulements, sans avoir nécessairement recours à des canalisations enterrées** (et souvent profondes), sont multiples. Citons notamment les fossés, les noues, les cunettes, les simples jeux de niveaux, les caniveaux grilles...

Les types de solutions pouvant être mis en œuvre pour assurer **la régulation des écoulements générés par les pluies moyennes à fortes** (par rétention temporaire et infiltration ou rejet à débit régulé) sont également multiples. Citons notamment les toitures terrasses stockantes (qui peuvent être végétalisées), les fossés et les noues, les tranchées drainantes, les zones inondables paysagères, les espaces publics et voiries inondables, les structures réservoirs sous chaussée, les puits d'infiltration...



Jardin de pluie planté (source : Cobamil)



Toiture terrasse stockante

Remarques :

- × D'une manière générale, toutes les solutions évoquées ici sont simples, efficaces et durables, si elles sont adaptées au contexte et si toutes les précautions nécessaires sont prises aux phases de conception, de réalisation et d'exploitation³.
- × Ces solutions de gestion des pluies moyennes à fortes sont complémentaires des solutions de gestion des pluies courantes.
- × Un aménagement adapté des espaces verts (évitant tout ruissellement vers l'extérieur des espaces verts) et le choix de revêtements limitant les ruissellements (toitures végétalisés, revêtement poreux) permettent de limiter les volumes de rétention nécessaires.

³ A titre d'exemple : les solutions de type noues ou zones inondables paysagères ne favorisent pas la prolifération des moustiques, à la différence de certaines pratiques classiques.

- × Certaines de ces solutions contribuent également à la qualité du cadre de vie et à la biodiversité.

2.2.4. L'échelle de gestion : un choix qui doit être guidé par les impératifs d'efficacité et de pérennité

Dans le cas d'une opération d'ensemble, la question de l'échelle appropriée pour la maîtrise des écoulements issus des pluies moyennes à fortes n'a **pas de réponse évidente ni unique**, à la différence des pluies courantes dont l'infiltration et/ou l'évapotranspiration doivent nécessairement être réalisées « à la parcelle ».

Compte tenu de l'importance des enjeux, **les orientations en termes d'échelles de gestion doivent être guidées par les impératifs d'efficacité** (de la régulation des écoulements et de la maîtrise des pollutions) **et de pérennité des dispositifs**. Et dans tous les cas, **les gestionnaires des dispositifs doivent être bien identifiés et le contrôle aisé**.

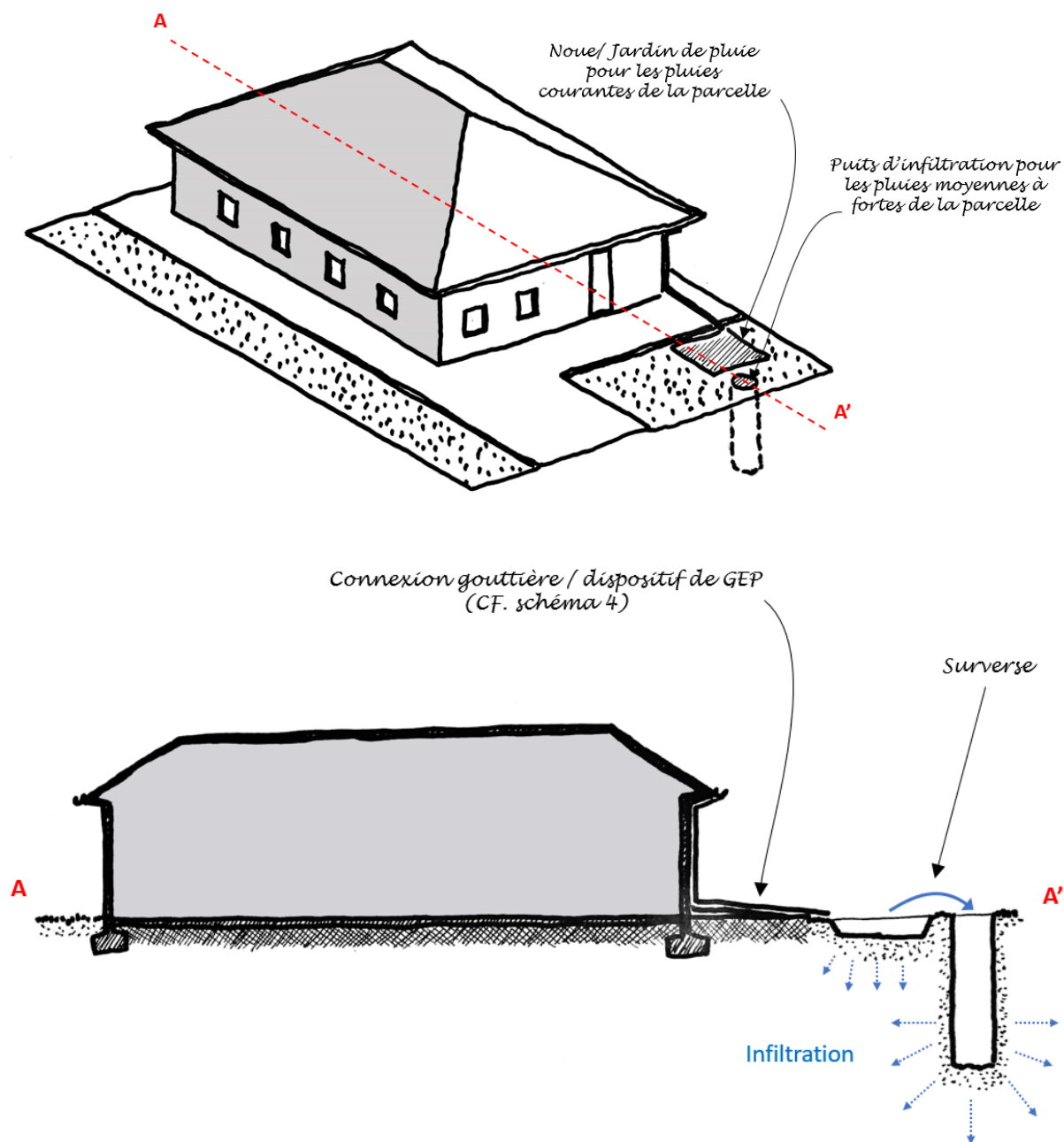
Dans le cas d'une opération d'ensemble comprenant un ensemble de projets de maisons individuelles, et dans un contexte ne permettant pas l'infiltration de la totalité des fortes pluies, la régulation des apports des maisons individuelles ne doit pas être réalisée « à la parcelle », en raison du manque de garanties que cela présente en termes d'efficacité et de pérennité. La régulation devra être réalisée au sein des espaces collectifs de l'opération, dans le cadre d'une gestion collective des eaux pluviales des tenants de l'espace public et privé, avec l'identification claire du gestionnaire et de ses responsabilités.

2.3. Trouver la bonne articulation entre gestion des pluies courantes et gestion des pluies moyennes à fortes

On distingue plusieurs cas de figure :

2.3.1. Cas d'un projet assurant l'infiltration in situ des pluies courantes à fortes

- × Si l'infiltration des fortes pluies se fait dans un dispositif de faible profondeur (type noue ou tranchée d'infiltration), le même dispositif permettra l'infiltration des pluies courantes, qui ne demandent donc pas de dispositif spécifique.
- × Si l'infiltration des fortes pluies se fait dans un puits d'infiltration ou dans un dispositif d'une certaine profondeur, la gestion des pluies courantes doit se faire à l'amont, dans un dispositif spécifique d'infiltration à faible profondeur.



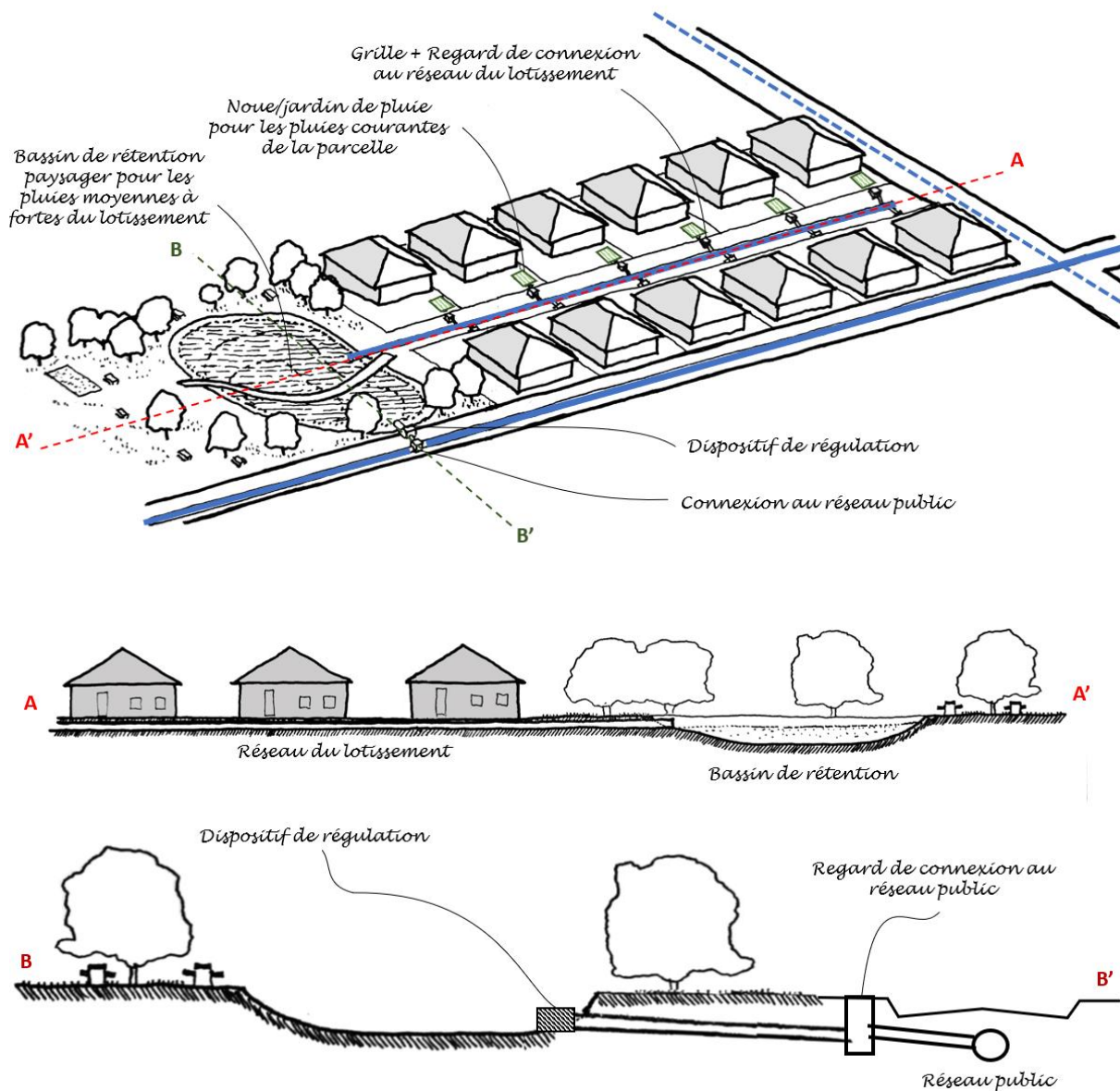
Exemples d'aménagement prévoyant l'infiltration à ciel ouvert des pluies courantes dans une noue/jardin de pluie et l'infiltration des pluies moyennes à fortes via un puits d'infiltration

2.3.2. Cas d'un projet produisant un rejet à débit régulé des pluies moyennes à fortes

La gestion des pluies courantes doit se faire dans un dispositif spécifique d'infiltration à faible profondeur :

- × soit à l'amont du dispositif de rétention-régulation des pluies moyennes à fortes ;

- × soit au fond de ce dernier, s'il reste de faible profondeur, sous forme d'un « volume mort » (se vidangeant par infiltration et/ou évapotranspiration, et non par rejet à débit régulé vers l'extérieur du site).



Exemples d'aménagement prévoyant l'infiltration à ciel ouvert des pluies courantes à la parcelle dans une noue/jardin de pluie et la gestion des pluies moyennes à fortes via une surverse vers un ouvrage de collecte ou de rétention/régulation

2.4. La gestion des pluies exceptionnelles : vers une ville plus « résiliente »

2.4.1. Pour protéger les personnes et les biens

Pour les pluies exceptionnelles, l'enjeu principal est la protection des personnes et des biens contre les inondations.

2.4.2. S'adapter au risque inondation venant de l'amont

Il s'agit, pour tout projet urbain :

- × **d'identifier l'éventuel risque d'inondation du projet par des écoulements venant de l'amont** (d'origine urbaine et/ou rurale), en cas de pluies exceptionnelles ;
- × **de prendre des précautions constructives adaptées pour s'en prémunir** (éviter les constructions dans les axes d'écoulement, rehausser les accès des constructions, y compris les entrées de rampes d'accès aux niveaux inférieurs...), **tout en évitant d'aggraver le risque en périphérie.**

2.4.3. Ne pas aggraver le risque inondation à l'aval

Il s'agit, pour tout projet urbain :

- × **d'anticiper les conséquences potentielles des pluies exceptionnelles**, qui dépasseront la période de retour d'insuffisance des dispositifs de gestion des eaux pluviales mis en œuvre au droit du projet et provoqueront leur débordement ;
- × **de faire en sorte que ces débordements se fassent selon le « parcours à moindre dommage »**, pour le projet lui-même et pour les enjeux (personnes et biens) existants à l'aval. Cela passe par des précautions constructives au droit du projet, afin de limiter la vulnérabilité de celui-ci vis-à-vis des débordements, et par une localisation et une orientation judicieuses des dispositifs de surverse.

3. Fiche-Outils « Pollution »

Dans le cadre d'un projet d'aménagement, il est nécessaire de bien identifier et maîtriser les risques de pollution.

3.1. Identifier les projets présentant des risques particuliers

Les orientations retenues pour la gestion des pluies courantes permettent de préserver les milieux récepteurs vis-à-vis des pollutions chroniques liées aux eaux pluviales ruisselant sur des surfaces « classiques ».

Des précautions ou mesures spécifiques sont à prendre **pour les surfaces présentant, par leurs activités, des risques particuliers de pollution chronique et/ou accidentelle des eaux pluviales**. Il s'agit notamment des routes à forte circulation (> 10 000 véhicules par jour), des voies de transit de camions, des chantiers, des surfaces de stockage et/ou de manipulation de produits polluants susceptibles d'être lessivés et emportés par les eaux pluviales (liste non exhaustive : activités industrielles, garages, stations essences, marchés...).

3.2. Choisir des dispositifs adaptés

En cas de risques avérés, des **dispositifs spécifiques** doivent être prévus pour les gérer convenablement.

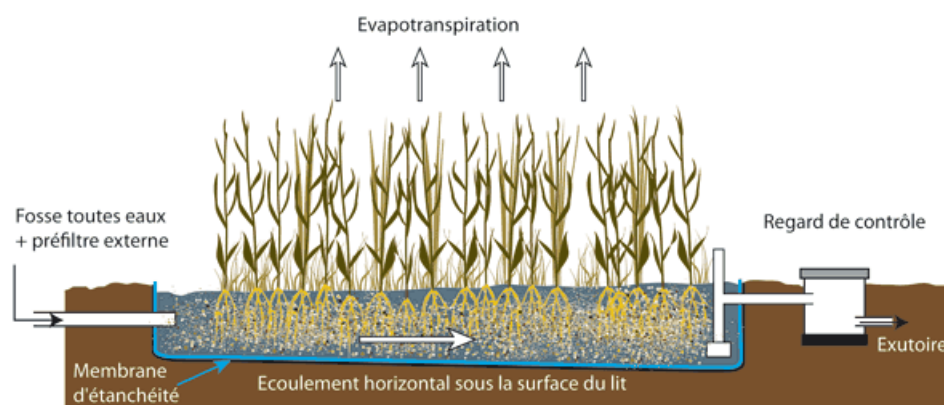
3.2.1. Pour les risques de pollutions chroniques

Il s'agit de mettre en œuvre **un abattement suffisant** de ces pollutions, afin d'assurer des rejets (vers des ouvrages publics ou directement vers le milieu naturel, superficiel ou souterrain) compatibles avec les enjeux existants à l'aval : objectif de bon état des milieux naturels⁴ et usages associés (baignage, alimentation en eau potable...).

Les principes de traitement les plus efficaces sont **la décantation et la filtration des polluants au travers des végétaux, du sol ou de massifs filtrants**. Les techniques de gestion des eaux pluviales qui assureront le meilleur traitement de ce type sont **les fossés, les noues et les zones inondables paysagères**.

Ce traitement peut être complété de manière efficace, lorsque nécessaire, par les **filtres à sable plantés de roseaux**. Le traitement réalisé par ces filtres associe la filtration à travers le substrat sableux et la dégradation des polluants par les micro-organismes. Les roseaux permettent, par leurs racines, de limiter le colmatage du substrat.

⁴ Pour donner des ordres de grandeur, on peut ici rappeler quelques valeurs seuils pour le bon état des masses d'eau de surface : MES : 50 mg/l ; DCO : 30 mg/l ; DBO5 : 6 mg/l ; Hc totaux : 0,5 mg/l ; Pb : 0,0072 mg/l



Exemples d'aménagement adaptés à la gestion des pollutions chroniques

3.2.2. Pour les risques de pollutions accidentelles

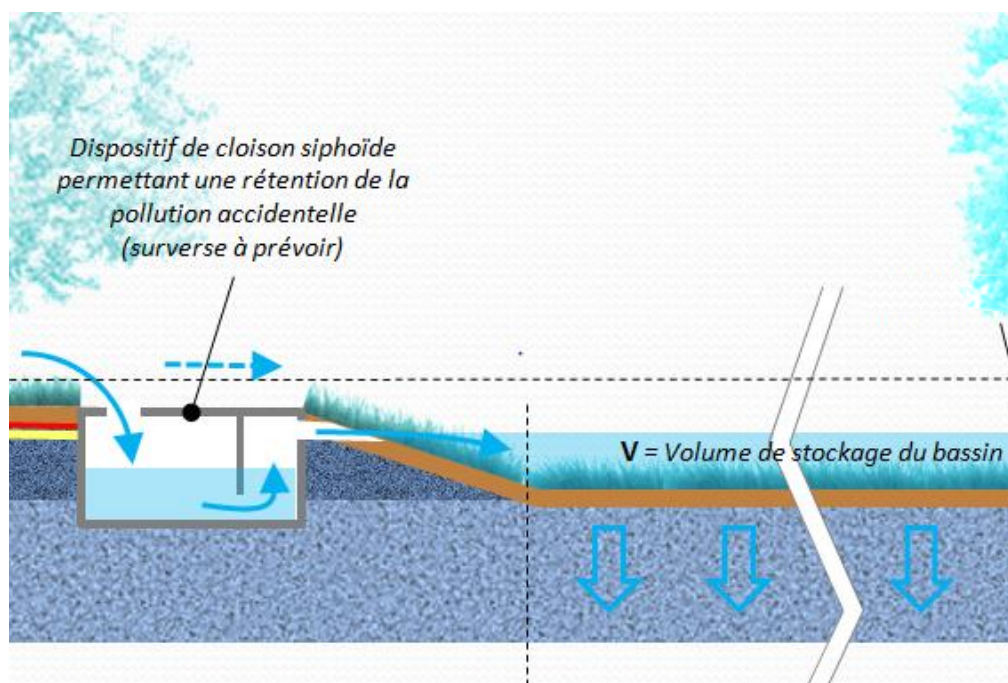
Les pollutions accidentelles, potentiellement lessivées par les eaux pluviales, sont essentiellement liées aux accidents routiers, aux extinctions d'incendies et aux déversements divers et non appropriés en surface ou directement dans les avaloirs d'eaux pluviales.

Il s'agit d'assurer le confinement de ces pollutions. Les solutions sont :

- × les mesures préventives pour limiter les risques de déversements de produits polluants, en particulier sur les chantiers et les sites d'activités potentiellement polluantes (aires spécifiquement prévues pour le stockage et la manipulation des produits et équipées de dispositifs de confinement spécifiques) ;
- × les ouvrages de type cloisons siphonides permettant de retenir les polluants flottants ;
- × les vannes d'arrêt permettant d'assurer le confinement des pollutions en amont des exutoires, en cas de détection d'un risque.

Les unités de traitement de type débourbeurs-déshuileurs (séparateurs à hydrocarbures) sont interdits pour la gestion de la pollution chronique des eaux pluviales. Elles sont en effet inefficaces pour l'abattement de la pollution chronique contenue dans les eaux pluviales, dont

les concentrations en polluants sont trop faibles. En cas de défaut d'entretien, elles peuvent même générer des pollutions concentrées par relargage. L'usage de ce type de dispositif doit se limiter à des aménagements très particuliers qui génèrent de fortes concentrations en hydrocarbures flottants, comme les stations-services ou les aires d'entretien des véhicules.



Fonctionnement d'un dispositif de cloison siphonoïde

4. Fiche-Outils « Etudes préalables »

4.1. Quelles règles de gestion des eaux pluviales s'appliquent à mon projet ?

4.1.1. Consulter le zonage pluvial

La consultation du zonage pluvial est nécessaire pour **identifier les règles et recommandations applicables au projet**, en termes de :

- × **gestion des pluies courantes** (règles générales, types de solutions envisageables, dimensionnement) ;
- × **gestion des pluies moyennes à fortes** (règles générales, types de solutions envisageables, échelle de gestion, débit de rejet maximal autorisé, période de retour d'insuffisance minimale imposée...) ;
- × **gestion des pluies exceptionnelles** ;
- × **contraintes et précautions vis-à-vis de l'infiltration** ;
- × le cas échéant, dispositions particulières à prendre vis-à-vis des risques de pollution, des zones humides...

4.1.2. Consulter le document d'urbanisme

La consultation du document d'urbanisme (PLU ou PLUi) est nécessaire pour identifier :

- × **les règles complémentaires en relation avec la gestion des eaux pluviales** (notamment sur les types de revêtements à adopter) ;
- × l'éventuelle existence d'un **risque pluvial particulier** au droit du site (mis en évidence par la cartographie des écoulements exceptionnels) **et les règles et recommandations associées** (précautions constructives).

4.2. Comment les écoulements s'organisent-ils aujourd'hui, au droit du site et en périphérie ?

L'analyse du fonctionnement hydraulique initial (avant réalisation du projet) consiste, à **partir d'analyses cartographiques et d'observations de terrain**, à :

- × **identifier les écoulements pouvant venir de l'amont**. Il s'agit d'identifier les éventuels bassins versants à l'amont du site, pouvant générer des écoulements au droit du site. Si c'est le cas, une réflexion spécifique est nécessaire sur la gestion de ces écoulements (cf. 4.3.2). La cartographie des écoulements exceptionnels peut fournir des informations

sur la présence potentielle d'écoulements importants au droit du site. Des analyses complémentaires sont toutefois nécessaires pour bien identifier les bassins versants (analyse fine de la topographie et des plans des réseaux et observations de terrain) ;

- × **comprendre l'organisation des écoulements d'eaux pluviales au droit du site.** Il s'agit de bien identifier les sous-bassins versants, les principaux axes d'écoulements (talwegs, fossés, cours d'eau), les éventuelles zones de stagnation et les éventuels ouvrages hydrauliques déjà existants au droit du site. Des données topographiques précises sont utiles voire nécessaires à ce stade ;
- × **identifier les exutoires des eaux pluviales à l'aval du site.** Il s'agit d'identifier les réseaux, ouvrages hydrauliques, fossés, talwegs, cours d'eau et/ou zones humides exutoires des eaux pluviales du site, à son aval immédiat mais également plus loin à l'aval. Il s'agit également de collecter les informations disponibles sur les propriétaires et gestionnaires de ces exutoires, ainsi que sur leurs caractéristiques et leur fonctionnement.

4.3. Que va-t-on faire a priori des eaux pluviales ?

4.3.1. Un travail itératif

La définition des principes et caractéristiques des dispositifs de gestion des eaux pluviales d'un projet relève d'un processus itératif :

- × Il est nécessaire de **définir en première approche, avant même de réaliser les tests d'infiltration, de premières orientations sur les principes de gestion des eaux pluviales** (écoulements amont et eaux pluviales produites par le projet). Cela permettra à la fois :
 - d'adapter si besoin la forme du projet au risque inondation lié aux écoulements amont ;
 - d'orienter au mieux les tests d'infiltration.
- × Les résultats des tests d'infiltration permettront ensuite de confirmer ou non la faisabilité des principes envisagés en première approche, de réaliser les éventuels ajustements nécessaires et de définir ainsi les principes et les emprises avec plus de précision.

4.3.2. Que va-t-on faire des écoulements venant de l'amont ?

Si l'on a identifié, au stade de l'analyse du contexte, que des écoulements conséquents venant de l'amont pouvaient atteindre le site, **une réflexion sur la gestion de ces écoulements est à**

mener en premier lieu, avant même la réflexion sur la gestion des eaux pluviales du projet lui-même.

Si un **risque d'inondations particulier a été identifié** (par consultation de la cartographie des écoulements exceptionnels, ou par des informations collectées sur des inondations passées), il s'agit de **prendre des précautions constructives**, en accord avec les règles et recommandations énoncées dans le zonage pluvial et dans le document d'urbanisme. Ces précautions **peuvent être très structurantes** pour le projet. Elles peuvent avoir un impact sur son organisation générale (pour laisser libre les principaux axes d'écoulement) et sur les formes urbaines (pour mettre en sécurité les personnes et les biens ou assurer la transparence vis-à-vis des écoulements).

Dans le cas où **aucun risque d'inondations particulier n'a été identifié** mais où un **bassin versant amont**, susceptible de produire des écoulements vers le site, a été identifié, une réflexion est nécessaire sur **l'intégration ou non de ces écoulements dans les dispositifs de gestion des eaux pluviales du projet**. Cela relève d'une analyse au cas par cas. Deux options sont à étudier :

- × la « transparence » du projet vis-à-vis des écoulements du bassin versant amont : le plan masse du projet préserve l'axe d'écoulement préexistant et la gestion des eaux pluviales du projet est organisée de part et d'autre. C'est généralement l'option la mieux adaptée à l'aval d'un bassin versant conséquent ;
- × l'intégration des écoulements du bassin versant amont dans les ouvrages de gestion des eaux pluviales du projet, et donc dans leur conception. C'est généralement l'option la mieux adaptée à l'aval d'un bassin versant limité.

4.3.3. Mon projet présente-t-il des risques particuliers de pollutions ? Si oui comment les maîtriser ?

Il s'agit d'**identifier si le projet comprend des activités présentant des risques particuliers de pollution chronique et/ou accidentelle des eaux pluviales** (routes à forte circulation, voies de transit de camions, chantiers, surfaces de stockage et/ou de manipulation de produits polluants susceptibles d'être lessivés et emportés par les eaux pluviales (liste non exhaustive : activités industrielles, garages, stations essences, marchés...)).

Si c'est le cas, il s'agit d'**identifier les dispositifs à prévoir** pour maîtriser ces risques (cf. 3.2).

4.3.4. Que va-t-on faire des pluies courantes précipitées sur mon projet ?

Il s'agit d'identifier :

- × **les mesures qui pourront être prises pour rendre le projet le plus perméable possible** : maintien en pleine terre, revêtements végétalisés ou poreux ;
- × les surfaces qui devront tout de même être imperméabilisées ;
- × **les types de solutions qui seront mises en œuvre pour infiltrer, au plus près de la source, les écoulements produits** par les pluies courantes sur ces surfaces imperméabilisées (espaces verts « en creux », jardins de pluie, tranchées d'infiltration...), et les emprises nécessaires.

Cette réflexion est nécessaire pour respecter la règle imposée vis-à-vis de la gestion des pluies courantes, mais également pour limiter autant que possible les volumes à gérer en cas de fortes pluies.

4.3.5. Que va-t-on faire des pluies moyennes à fortes précipitées sur mon projet ?

4.3.5.1. Comment va-t-on a priori les évacuer ?

Il s'agit à ce stade, avant même d'avoir réalisé des tests d'infiltration :

- × d'identifier s'il est envisageable, en supposant des capacités d'infiltration suffisantes, d'infiltrer toutes les pluies moyennes à fortes au sein du projet. Autrement dit d'identifier, compte tenu des analyses préalables réalisées (cf. 5.2), s'il y a ou non des obstacles rédhibitoires à l'infiltration ;
- × d'identifier le ou les exutoire(s) envisageables des pluies moyennes à fortes à l'aval du projet (un cours d'eau, un fossé, un réseau), si l'on devait prévoir un rejet à débit régulé. Cette analyse est à réaliser même en l'absence d'obstacles rédhibitoires, au cas où les capacités d'infiltration devaient s'avérer insuffisantes, sur la base des analyses préalables réalisées (cf. 4.2).

4.3.5.2. Pour les opérations d'ensemble, où va-t-on assurer leur régulation ?

La question de l'échelle de gestion des pluies moyennes à fortes se pose dans le cadre des opérations d'ensemble (permis d'aménager d'un lotissement, ZAC, OAP d'une zone urbanisable notamment).

➤ Lorsqu'il y a un débit de rejet

Lorsqu'un débit de rejet à l'aval de l'opération est autorisé et retenu, la règle de débit de rejet maximal autorisé s'applique à l'échelle de l'opération d'ensemble.

Si le projet comprend des lots de maisons individuelles, la régulation des apports des maisons individuelles ne doit pas être réalisée « à la parcelle »⁵. Le zonage impose que la régulation soit réalisée au sein des espaces collectifs de l'opération, dans le cadre d'une gestion collective des eaux pluviales des tenants de l'espace public et privé, avec l'identification claire du gestionnaire et de ses responsabilités.

Cela ne retire pas aux projets de maisons individuelles tout rôle à jouer :

- × Les règles de gestion des pluies courantes sont à respecter.
- × Pour les pluies moyennes à fortes, il s'agit tout de même d'assurer le transport des écoulements et leur connexion aux dispositifs situés au sein des espaces communs, dans le respect des conditions imposées, d'altimétrie en particulier.

➤ Lorsqu'il n'y a pas de débit de rejet

Lorsqu'il n'y a pas de débit de rejet à l'aval de l'opération, c'est-à-dire lorsque les pluies moyennes à fortes sont infiltrées au sein de l'opération, la gestion « à la parcelle » peut être envisagée quelle que soit la taille de la parcelle.

Deux options sont donc schématiquement envisageables pour l'aménageur :

- × soit le « zéro rejet » décliné à l'échelle de chaque « parcelle » (lots privés et espaces collectifs) ;
- × soit le « zéro rejet » respecté par le projet d'ensemble, avec une mutualisation de la rétention et de l'infiltration des eaux pluviales au niveau des espaces collectifs.

Il est toutefois indispensable que le choix entre ces deux options soit effectué par l'aménageur dès le démarrage de l'opération (au stade du permis d'aménager).

En outre, les modes de gestion présentant les meilleures garanties en termes d'efficacité et de pérennité sont à privilégier autant que possible. Si le choix d'une gestion à la parcelle est retenu, il est nécessaire de s'assurer de la faisabilité, de l'efficacité et de la pérennité de ce type de gestion au sein de chaque parcelle.

4.3.5.3. Quels types de dispositifs va-t-on mettre en place ?

Il s'agit :

- × d'identifier l'**organisation générale des écoulements** (principaux axes d'écoulement) au sein du projet, en s'appuyant autant que possible sur le fonctionnement hydraulique naturel du site ;

⁵ Pour tenir compte des limites de la régulation des débits à cette échelle : efficacité technique limitée, difficultés de contrôle, manque de garanties de pérennité

- × de définir en première approche **les principes et les emprises des dispositifs de collecte, de transport et de rétention des eaux pluviales**. Les scénarios envisageables sont généralement multiples. Il s'agit d'envisager ces différents scénarios, d'évaluer les emprises associées et de réaliser une analyse multicritère permettant un choix pertinent. Les critères à considérer sont notamment l'efficacité, la pérennité, les coûts de réalisation, les conditions et coûts d'entretien, l'intégration paysagère, la contribution à la lutte contre les îlots de chaleur, la multifonctionnalité des dispositifs, l'adaptabilité des dispositifs vis-à-vis des évolutions dans le temps du projet urbain. Le choix doit être réalisé en concertation avec les différents services impliqués à l'avenir dans l'utilisation et l'entretien des installations et des espaces.

4.3.6. Que va-t-on faire des pluies exceptionnelles précipitées sur mon projet ?

Il s'agit :

- × d'**anticiper les conséquences potentielles des pluies exceptionnelles**, qui dépasseront la période de retour d'insuffisance des dispositifs mis en œuvre et provoqueront leur débordement ;
- × de faire en sorte que ces débordements se fassent selon le « **parcours à moindre dommage** », au sein du projet lui-même et pour les enjeux (personnes et biens) existants à l'aval ;
- × de prévoir, si besoin, des **précautions constructives** au sein du projet vis-à-vis de ces écoulements exceptionnels (dans la conception des espaces publics et des constructions).

5. Fiche-Outils « Evaluation des capacités d'infiltration »

5.1. Favoriser au maximum l'infiltration, mais avec précautions

5.1.1. Pourquoi favoriser au maximum l'infiltration des eaux pluviales ?

L'infiltration des eaux pluviales présente de nombreux avantages. Elle permet de limiter les conséquences de l'imperméabilisation à plusieurs titres :

- × en respectant l'alimentation des nappes d'eaux souterraines et des cours d'eau ;
- × en limitant les impacts sur le régime et la qualité physique des cours d'eau ;
- × en limitant des impacts des rejets polluants au milieu naturel ;
- × en limitant l'extension du patrimoine d'ouvrages publics de gestion des eaux pluviales urbaines et réduisant leurs dysfonctionnements.

5.1.2. Optimiser les dispositifs pour infiltrer les eaux pluviales dans les meilleures conditions

L'infiltration des eaux pluviales peut être réalisée de multiples manières : de manière plus ou moins concentrée, à plus ou moins grande profondeur... **Deux grandes règles permettent de profiter au maximum des avantages de l'infiltration :**

- × **l'infiltration « in situ » ou « au plus près de la source ».** Cela permet à la fois :
 - de mettre à profit toutes les surfaces perméables pouvant participer à l'infiltration ;
 - de limiter autant que possible la concentration et le mélange des polluants ;
- × **l'infiltration « en surface », c'est-à-dire en minimisant la profondeur des dispositifs.** Cela permet à la fois :
 - d'assurer la filtration des eaux pluviales et de mettre à profit les capacités épuratives du sol pour protéger au mieux les milieux naturels ;
 - de mettre à profit les capacités d'infiltration et d'évapotranspiration plus importantes dans l'horizon végétalisé ;
 - de favoriser de bonnes conditions de surveillance et d'entretien des dispositifs.

5.1.3. Prendre les précautions nécessaires

D'une manière générale, **les choix réalisés vis-à-vis des dispositifs d'infiltration doivent permettre d'assurer :**

- × la protection des eaux souterraines vis-à-vis des pollutions liées aux eaux pluviales ;
- × la stabilité sur le long terme du sol et du sous-sol ;
- × l'absence d'impact des eaux souterraines sur le bon fonctionnement des dispositifs de rétention et d'infiltration ;
- × la compatibilité des dispositifs retenus avec les différentes réglementations existantes (vis-à-vis notamment des captages d'alimentation en eau potable, des risques de glissement de terrain...).

Une analyse préalable est donc indispensable, avant tout choix de dispositifs d'infiltration, pour identifier les éventuelles contraintes particulières existantes, les précautions à prendre en conséquence et donc les types de solutions à privilégier.

Le zonage des règles et recommandations vis-à-vis de l'infiltration des eaux pluviales, qui fait partie des pièces du zonage pluvial, est une aide précieuse dans ce sens. Il rassemble l'ensemble des informations géographiques disponibles sur les **contextes particuliers pour l'infiltration des eaux pluviales, et impliquant des interdictions, des restrictions ou des précautions** à prendre vis-à-vis de l'infiltration (périmètres de captage AEP, cavités, secteurs de nappe sub-affleurante, secteurs d'anciens marais, secteurs de nappe vulnérable, argiles gonflantes, risques de glissement de terrain et PPRN, pentes fortes, sites pollués, liquéfaction des sols).

Seuls des tests d'infiltration peuvent permettre une évaluation suffisamment solide de la capacité d'infiltration, à condition qu'ils soient adaptés et correctement réalisés.

5.2. Y a-t-il un contexte particulier vis-à-vis de l'infiltration des eaux pluviales sur mon projet ?

5.2.1. Quel est le contexte général du site (pédologique, géologique et hydrogéologique) ?

Cette analyse, sur la base notamment de la carte géologique à 1/50 000 fournie par le BRGM, peut donner des **premières tendances sur les types de sol et sous-sol et sur la présence éventuelle d'une nappe phréatique peu profonde.**

5.2.2. Quel est l'historique du site ?

Les sols urbains demandent une vigilance particulière. Ils ont pu faire l'objet de modifications lors d'aménagements passés (remaniements, apports de matériaux extérieurs de toute nature, compactage, drainage agricole...) **ayant pu entraîner une forte hétérogénéité et avec un impact parfois radical sur leurs capacités d'infiltration.** Il convient donc d'interroger les informations historiques disponibles sur le site où l'on envisage d'infiltrer les eaux pluviales,

afin de disposer des informations les plus complètes possibles sur la nature du sol et son hétérogénéité.

5.2.3. Le projet va-t-il modifier les sols en place ?

Si le projet prévoit des mouvements de sols et si ceux-ci concernent des espaces presentis pour l'infiltration des eaux pluviales, il faut bien entendu en tenir compte. Il est dans tous les cas indispensable de bien **réaliser les tests d'infiltration dans les couches de sols où l'infiltration sera réalisée une fois le projet aménagé.**

5.2.4. Le site a-t-il déjà fait l'objet d'études et/ou d'investigations utiles ?

Le site a pu faire l'objet d'autres projets par le passé et d'études associées pouvant fournir des éléments d'analyse précieux sur son historique, son contexte pédologique, géologique et hydrogéologique, voire ses capacités d'infiltration si des tests ont déjà été réalisés. Bien entendu, il s'agit de réaliser une **analyse critique de ces documents, afin de sélectionner ce qui peut être valorisé.**

Si des études géotechniques ont été menées dans le cadre du projet, les sondages réalisées pourront fournir des **informations précieuses sur la nature des sols et l'éventuelle présence d'eaux souterraines.**

5.2.5. Que m'apprend le zonage pluvial sur le sujet ?

Il s'agit a minima de consulter le **zonage pluvial, qui comprend une « cartographie des contraintes et recommandations pour l'infiltration des eaux pluviales », et une notice associée.** Cette cartographie rassemble l'ensemble des informations géographiques sur les contextes particuliers pour l'infiltration des eaux pluviales, et impliquant des interdictions, des restrictions ou des précautions à prendre vis-à-vis de l'infiltration (périmètres de captage AEP, cavités, secteurs de nappe sub-affleurante, secteurs d'anciens marais, secteurs de nappe vulnérable, argiles gonflantes, risques de glissement de terrain et PPRN, pentes fortes, sites pollués).

5.2.6. Que peut m'apprendre la visite du site ?

Il s'agit de repérer d'éventuels **indices de modifications anciennes du site, d'une accumulation d'eau à faible profondeur** (plantes hygrophiles, présence de puits...), **de désordres liés à des mouvements de sols...** Il s'agit également de **questionner les riverains et le voisinage**, qui peuvent être source d'informations précieuses sur les capacités d'infiltration tout au long de l'année et sur la présence ou non d'eaux souterraines à faible profondeur.

5.3. Reconnaissances préalables des sols

Ces reconnaissances peuvent être réalisées dans le cadre des études géotechniques ou au même moment que les tests d'infiltration.

Le choix du type de reconnaissances est à réaliser en fonction du type de test envisagé et des moyens disponibles.

Idéalement, il s'agit de réaliser des **fouilles de reconnaissance à la pelle mécanique**, jusqu'à une profondeur de 2 à 5 m selon le matériel disponible et à la tenue des terres, afin d'**identifier, en particulier au droit des secteurs pressentis pour l'infiltration des eaux pluviales :**

- × **la nature des sols successifs**, de façon fiable ;
- × **la présence de venues d'eau ou d'une nappe superficielle, de manière temporaire ou intermittente** (traces d'hydromorphie). Les périodes de hautes eaux sont à privilégier autant que possible.

Le nombre de fouilles à réaliser dépend de l'hétérogénéité des sols observés. L'objectif est d'**acquérir une bonne vision de la variabilité spatiale des formations superficielles.**



Notons que la réalisation de fouilles à la pelle mécanique passe au préalable par une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) auprès des services concernés.

Des trous à la tarière peuvent également être réalisés. Ils présentent l'avantage de la simplicité et de la rapidité de réalisation. Ils n'offrent pas la même vision des sols en place que les fouilles à la pelle mécanique mais peuvent permettre de vérifier l'homogénéité des couches les plus superficielles.

5.4. Aide aux choix du type de test à réaliser

5.4.1. Présentation des différents types de tests envisageables

Les différents types de tests envisageables sont les suivants :

Type de test	Principe	Illustration
Dans un trou cylindrique réalisé à la tarière à main (type Porchet)	Mesure de l'évolution du niveau dans le trou, au cours de plusieurs cycles de remplissage	
Dans une fosse réalisée à la pelle mécanique (type Matsuo)	Mesure de l'évolution du niveau dans la fosse, au cours de plusieurs cycles de remplissage	
Dans un trou réalisé à la pelle à main	Mesure de l'évolution du niveau dans le trou, au cours de plusieurs cycles de remplissage	
Dans des cylindres concentriques (type double-anneaux)	Mesure de l'évolution du niveau dans le cylindre (ou « anneau ») central. L'anneau externe, également rempli, permet d'éviter les fuites latérales de l'anneau central et de bien mesurer l'infiltration verticale	
Dans des dispositifs existants	Mesure de l'évolution du niveau dans un dispositif existant (noue ou puits par exemple), comparable au dispositif envisagé pour le projet et situé à proximité, dans un contexte pédologique identique	

5.4.2. Forces et faiblesses des différents types de tests envisageables (représentativité, facilité de mise en œuvre)

Type de test	Représentativité en vue de l'infiltration des eaux pluviales	Facilité de mise en œuvre
Dans un trou cylindrique réalisé à la tarière à main	<p>☹ Echelle assez éloignée de celle des solutions d'infiltration des eaux pluviales. Volume échantillonné limité (diamètre maxi d'environ 25 cm et profondeur maxi comprise entre 50 cm et 1 m). Donc forte sensibilité aux caractéristiques très locales du sol. Peut être compensé par la multiplication des tests</p> <p>⚠ Ne permet de tester l'infiltration que dans des plages limitées de profondeur et de mise en charge (entre 50 cm et 1 m maxi)</p> <p>☹ Forte sensibilité aux « effets de bords » liés à la technique de sondage (en particulier risque de constitution d'un « mud-cake »). Peut être limité par la scarification des parois après la réalisation du trou</p> <p>☹ N'offre pas une bonne vision du profil pédologique</p>	<p>😊 Matériel peu encombrant, facile à transporter, et ne nécessitant pas de qualification particulière</p> <p>😊 Volume d'eau nécessaire limité (à titre d'exemple, un test dans un trou de diamètre 15 cm et de profondeur 70 cm, avec 3 remplissages, demande un volume total d'environ 37 l), qu'il est envisageable de transporter à l'aide de bidons</p> <p>😊 Peu coûteux</p> <p>☹ Risques de difficultés voire d'impossibilité de réalisation des trous si les sols sont trop durs</p>
Dans une fosse réalisée à la pelle mécanique	<p>😊 Echelle plus proche de celle des solutions d'infiltration des eaux pluviales. Donc sensibilité aux caractéristiques locales du sol plus réduite, intègre des variations pédologiques de l'ordre du mètre</p> <p>😊 Permet de tester l'infiltration dans des plages élargies de profondeur et de mise en charge (de 0 à 4 voire 5 m, selon la pelle utilisée et la tenue des sols)</p> <p>😊 Sensibilité aux « effets de bords » existante mais plus limitée. Peut être limité par la scarification des parois après la réalisation du trou</p> <p>😊 Offre une bonne vision du profil pédologique</p>	<p>☹ Nécessite une pelle mécanique, avec un chauffeur qualifié</p> <p>☹ Volume d'eau nécessaire important (peut-être de l'ordre de 3 m³ pour un seul test), nécessitant un véhicule spécifique (généralement accessible aux collectivités, notamment dans les services espaces verts), avec souvent plusieurs remplissages</p> <p>☹ Potentiellement coûteux pour un maître d'ouvrage ne disposant pas du matériel</p> <p>☹ Nécessite une DICT</p>
Dans un trou réalisé à la pelle à main	<p>😊 Sensibilité aux « effets de bords » limitée</p> <p>😊 Echelle intermédiaire. Sensibilité moyenne aux caractéristiques locales du sol</p> <p>⚠ Ne permet de tester l'infiltration que dans des plages limitées de profondeur et de mise en charge (entre 50 cm et 1 m maxi)</p>	<p>😊 Matériel peu encombrant, facile à transporter, et ne nécessitant pas de qualification particulière</p> <p>😊 Volume d'eau nécessaire limité (du même ordre de grandeur que pour les tests à la tarière à main), qu'il est envisageable de transporter à l'aide de bidons</p> <p>😊 Peu coûteux</p> <p>☹ Risques de difficultés voire d'impossibilité de réalisation des trous si les sols sont trop durs</p>
Dans des cylindres concentriques	<p>😊 Permet, contrairement aux autres tests, de mesurer la vitesse d'infiltration verticale sur un sol en place (utile en vue d'une infiltration au fond d'un espace existant)</p> <p>😊 Sensibilité aux « effets de bords » inexistante</p> <p>☹ Echelle assez éloignée de celle des solutions d'infiltration des eaux pluviales. Donc forte sensibilité aux caractéristiques très locales du sol. Peut être compensé par la multiplication des tests</p> <p>☹ Ne permet de tester l'infiltration que dans des plages limitées de mise en charge (de l'ordre de 50 cm)</p>	<p>😊 Matériel peu encombrant, facile à transporter, et ne nécessitant pas de qualification particulière</p> <p>😊 Volume d'eau nécessaire limité (du même ordre de grandeur que pour les tests à la tarière ou à la pelle à main), qu'il est envisageable de transporter à l'aide de bidons</p> <p>😊 Peu coûteux</p>
Dans des ouvrages ou espaces existants	<p>😊 Type de test le plus représentatif, « grandeur nature »</p> <p>⚠ S'assurer que les contextes, en particulier pédologiques, sont réellement identiques</p>	<p>😊 Ne nécessite aucune intervention, à part l'acheminement des volumes d'eau suffisants</p> <p>☹ Volume d'eau nécessaire important, nécessitant un véhicule spécifique (généralement accessible aux collectivités, notamment dans les services espaces verts), avec souvent plusieurs remplissages</p> <p>⚠ Nécessite l'autorisation du gestionnaire du dispositif existant</p>

5.4.3. Conclusions sur le type de test à privilégier selon le contexte

Le premier critère de choix du type de test à réaliser est la bonne représentativité du test. Le type de dispositif d'infiltration a priori envisagé est donc un facteur déterminant :

Dispositif d'infiltration envisagé a priori	Types de test adaptés (par ordre de priorité)	Explications
Puits d'infiltration	① Dans un puits d'infiltration existant à proximité	Type de test le plus représentatif, à condition de s'assurer que les contextes sont réellement identiques
	② Dans des fosses réalisées à la pelle mécanique	En l'absence de puits existant à proximité, seul ce type de test offre des plages suffisantes de profondeur et de mise en charge
Espace existant, sans toucher au sol en place	① Dans l'espace en question	Type de test le plus représentatif, à condition de s'assurer que les contextes sont réellement identiques
	② Dans des cylindres concentriques	Si le test dans l'espace en question est trop complexe à réaliser (notamment car cela demanderait des volumes d'eau trop importants), seul ce type de test permet de mesurer la vitesse d'infiltration verticale du sol en place
Dispositif d'infiltration d'envergure (collectif ou collectant des surfaces importantes)	① Dans des fosses réalisées à la pelle mécanique	Pour un dispositif d'envergure, seul ce type de test offre suffisamment de garanties de représentativité
Dispositif plus local et de profondeur limitée (1 m maxi) (noue, tranchée d'infiltration)	① Dans un dispositif de type noue existant à proximité	Type de test le plus représentatif, à condition de s'assurer que les contextes sont réellement identiques
	② Dans des fosses réalisées à la pelle mécanique, à faible profondeur	En l'absence de dispositif existant à proximité, type de test à privilégier autant que possible, car offrant les meilleures garanties de représentativité
	③ Dans des trous réalisés à la pelle à main ou à la tarière à main	En l'absence de dispositif existant à proximité, et si les tests à la pelle mécanique sont trop complexes à mettre en œuvre, ces types de tests peuvent être envisagés en dernier recours. Privilégier les tests à la pelle à main, moins sensibles aux « effets de bord » Multiplier les tests pour compenser leur trop petite échelle

Remarque :

Les tests en forages, de type Nasberg (en milieu non saturé) et Lefranc (en milieu saturé), **ne sont volontairement pas intégrés dans la liste** des différents types de tests envisageables car ils cumulent des désavantages :

- × échelle éloignée de celle des solutions d'infiltration des eaux pluviales ;
- × forte sensibilité aux effets de bords liés à la technique de sondage ;
- × complexité de mise en œuvre ;
- × complexité d'interprétation (souvent mal utilisés et mal interprétés).

Le recours à des essais en laboratoire n'est pas adapté, car ils ne permettent pas de tenir compte de l'état des sols en place.

5.4.4. Cas de mutualisation possible avec les tests éventuellement réalisés dans le cadre de l'étude de faisabilité d'une filière ANC

Des tests d'infiltration peuvent également être nécessaires dans le cadre de l'étude de faisabilité d'une filière d'Assainissement Non Collectif (ANC). Les tests réalisés sont le plus souvent de type Porchet, dans des trous réalisés à la tarière à main, avec un protocole d'essai bien défini.

Dans ce cas, **les résultats des tests réalisés pour l'ANC peuvent éventuellement être utilisés pour l'étude de la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales**, à condition :

- × **que ce type de test soit bien adapté** au contexte de la gestion des eaux pluviales, en particulier à condition que le dispositif d'infiltration envisagé a priori soit un dispositif local et de profondeur limitée (1 m maximum), de type noue ou tranchée d'infiltration ;
- × **que la localisation et la densité de ces tests soient adaptées** aux dispositifs envisagés. Il faut en particulier s'assurer que des tests soient bien réalisés au droit de l'emplacement prévu pour les futurs dispositifs de gestion des eaux pluviales envisagés. Si les tests réalisés pour l'ANC ne sont pas suffisants, des tests complémentaires doivent être réalisés.

5.5. Recommandations pour la mise en œuvre des tests

5.5.1. Période

On recherchera autant que possible des **conditions défavorables en termes de saturation des sols et de niveau des nappes phréatiques** : en période hivernale (entre la fin de l'automne et le début du printemps) ou après plusieurs jours pluvieux.

5.5.2. Localisation et densité

5.5.2.1. Cas d'une infiltration envisagée dans un secteur particulier

Si l'infiltration des fortes pluies est envisagée dans un secteur en particulier, **les tests seront concentrés dans ce secteur.**

La densité des tests sera à adapter en fonction des observations et des mesures, l'objectif étant d'acquérir une bonne vision de la variabilité spatiale des capacités d'infiltration.

A titre indicatif, on peut donner les nombres minimaux suivants :

- × pour un projet de maison individuelle :
 - si l'infiltration est envisagée dans un dispositif de faible profondeur : 2 tests à la pelle mécanique ou 3 tests à la tarière ou à la pelle manuelle ;
 - si l'infiltration est envisagée dans un puits : 2 tests à la pelle mécanique ;
- × pour un projet de plus grande envergure, où l'infiltration est envisagée dans un dispositif collectif dont la localisation a été identifiée en première approche : 1 test à la pelle mécanique tous les 200 m² dans l'emprise approximative du dispositif (avec dans tous les cas un minimum de 2 tests).

5.5.2.2. Cas d'une infiltration envisagée « à la source » et donc répartie sur l'ensemble du site

On fera en sorte de quadriller le site. La densité des tests sera à adapter en fonction de l'hétérogénéité identifiée du sol et du sous-sol, et en fonction des résultats des premières mesures, l'objectif étant d'acquérir une bonne vision de la variabilité spatiale des capacités d'infiltration.

A titre indicatif, on peut donner les nombres minimaux suivants :

- × pour un projet de moins de 5 ha : 4 tests à la pelle mécanique par ha (avec dans tous les cas un minimum de 2 tests) ;
- × au-delà de 5 ha : 20 tests à la pelle mécanique minimum, et une densité à ajuster en fonction de l'hétérogénéité des résultats.

5.5.3. Profondeur et charge

La profondeur des tests sera choisie de manière à ce que les couches testées soient bien celles où l'infiltration sera réalisée une fois le projet aménagé.

Cette nécessité implique également :

- × de bien tenir compte des éventuels mouvements de sols prévus par le projet dans le secteur pré-identifié pour l'infiltration des eaux pluviales ;
- × si l'infiltration est envisagée dans un espace existant, sans modification de la couche superficielle, de choisir des tests adaptés (cf. 5.4.3).

La plage de charge testée (soit la hauteur d'eau maximale) devra être comparable à ce qui est envisagé a priori dans le futur dispositif d'infiltration.

Lorsqu'on réalisera des tests à la pelle mécanique, il sera utile, même si le dispositif d'infiltration envisagé a priori est peu profond, de tester également les couches plus profondes (dans un autre trou si possible), pour identifier la présence éventuelle d'une couche moins perméable qui pourrait favoriser la saturation des couches supérieures.

5.5.4. Protocole de mesure

La durée totale des tests est généralement comprise **entre une demi-journée et une journée.**

Le protocole sera comparable quel que soit le type de test réalisé :

- × **réaliser le trou ou mettre en place les cylindres** concentriques, avec les précautions suivantes pour les trous :
 - faire en sorte que le trou ne puisse pas être alimenté par des ruissellements en cas de pluie (constitution si besoin de petits merlons autour du trou) ;
 - scarifier les parois pour limiter les effets de bords ;
 - mesurer précisément les dimensions du trou ;
- × **remplir le trou ou les cylindres ;**
- × **mesurer l'évolution du niveau d'eau** à intervalle régulier. Dans un premier temps au moins, l'intervalle sera de quelques minutes maximum. En fonction des résultats des premières mesures, il pourra être plus espacé ;
- × **lorsque la vidange est quasiment totale** (les derniers centimètres d'eau peuvent mettre beaucoup de temps à s'infiltrer, il n'est pas nécessaire d'attendre qu'ils le soient totalement), **remplir à nouveau et effectuer un nouveau cycle** de mesures.

Il faut distinguer plusieurs cas de figure :

- × **si la vidange est rapide**, effectuer 3 cycles de mesure ;

- × **si la vidange est lente mais visible**, effectuer au moins 2 cycles de mesure, quitte à effectuer un nouveau remplissage sans attendre que la première vidange soit quasiment totale ;
- × **si la vidange est particulièrement lente**, si bien que 2 heures après le remplissage la baisse n'est pas visible (inférieure à 0,5 cm), il n'est pas utile de poursuivre le test. La vitesse d'infiltration est extrêmement faible (inférieure à $7 \cdot 10^{-7}$ m/s).

Remarques :

- × Il est ici recommandé de suivre plusieurs cycles de vidanges (contrairement à d'autres protocoles qui recommandent de mesurer le volume d'eau à apporter pour maintenir un niveau constant), à la fois pour des questions de facilité de mise en œuvre et pour la plus grande richesse des informations apportées.
- × Il est ici recommandé d'effectuer les mesures dès le premier remplissage (contrairement à d'autres protocoles qui recommandent une première étape de saturation avant les mesures), pour la plus grande richesse des informations apportées.

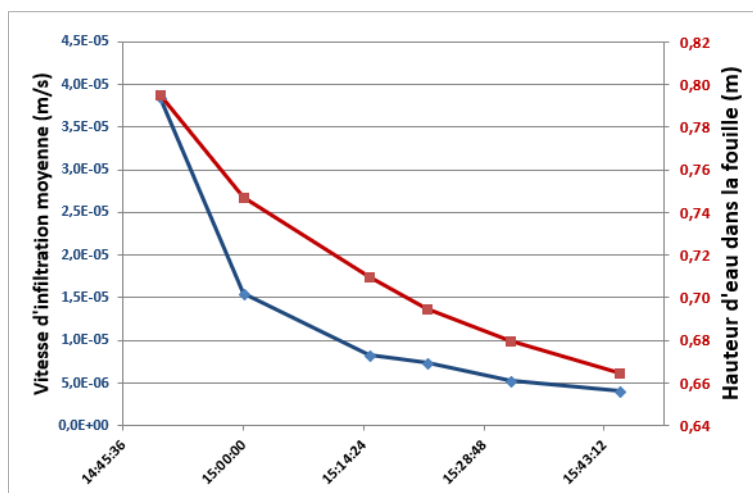
5.6. Recommandations pour l'exploitation des mesures

5.6.1. Calcul des vitesses d'infiltration moyenne

Pour chaque test, on calculera, pour chaque mesure de niveau effectuée :

- × le volume d'eau présent dans le trou ou le cylindre central (V_p) ;
- × le volume d'eau évacué depuis la dernière mesure (V_e) ;
- × la surface mouillée (au fond et sur les parois du trou ou au fond du cylindre central) (S_m) ;
- × la vitesse d'infiltration moyenne depuis la dernière mesure ($V_i = (V_e / \text{temps passé}) / S_m$).
Notons qu'il s'agit bien d'une vitesse d'infiltration moyenne sur l'ensemble de la surface mouillée, car la vitesse d'infiltration varie en réalité sur cette surface, notamment en fonction de la charge.

On tracera et on superposera les courbes de l'évolution au cours du test du niveau d'eau et de la vitesse d'infiltration moyenne.



Exemple de courbes de l'évolution du niveau d'eau et de la vitesse d'infiltration (sur un cycle de vidange)

5.6.2. Analyse des résultats et choix des valeurs de référence

5.6.2.1. Problématique

Il y aura deux types de valeurs de référence à déterminer :

- × la vitesse d'infiltration de référence associée à chaque test. Elle sera indépendante des autres tests et du type de dispositif d'infiltration envisagé ;
- × l'hypothèse de vitesse d'infiltration à retenir pour le dimensionnement du futur dispositif d'infiltration.

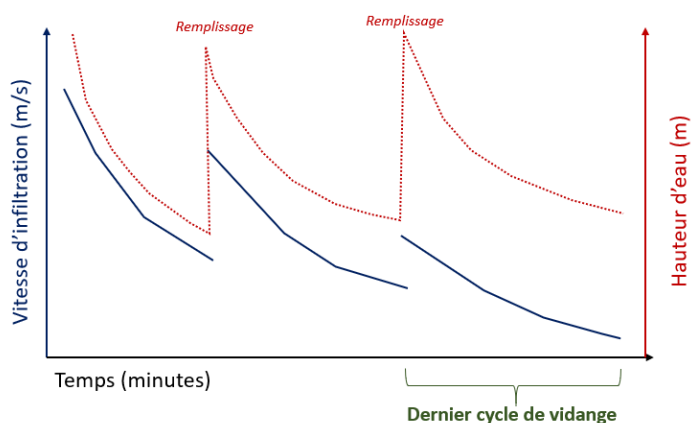
5.6.2.2. Vitesse d'infiltration de référence associée à chaque test

Au niveau de chaque test, la vitesse d'infiltration varie en fonction de la charge et du degré de saturation des sols.

Prise en compte de l'effet de la saturation des sols :

L'effet de la saturation, s'il existe, sera identifié en comparant les vitesses d'infiltration d'un cycle de vidange à l'autre, pour le même niveau d'eau (à charge identique). Si une baisse de la vitesse d'infiltration est identifiée, elle pourra être imputée à la saturation des sols.

Dans ce cas, par sécurité, on se basera sur le dernier cycle de vidange pour choisir la vitesse d'infiltration de référence associée au test.

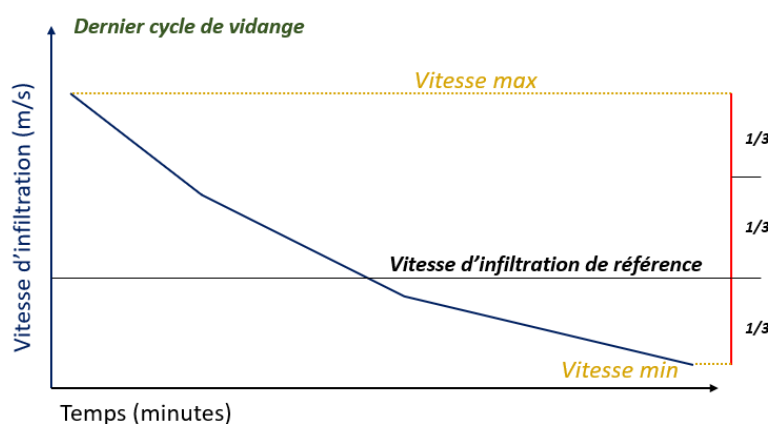


Exemple de courbes de l'évolution du niveau d'eau et de la vitesse d'infiltration (sur plusieurs cycles de vidange)

Prise en compte de l'effet de la charge :

L'effet de la charge sera identifié au sein de chaque cycle de vidange.

Par sécurité, on retiendra comme vitesse d'infiltration de référence du test, la vitesse d'infiltration calculée au tiers inférieur de la courbe du dernier cycle de vidange.



Exemple de détermination de la vitesse d'infiltration de référence

5.6.2.3. Vitesse d'infiltration à retenir pour le dimensionnement du futur dispositif d'infiltration

L'hypothèse de vitesse d'infiltration à retenir doit tenir compte des incertitudes, notamment sur l'hétérogénéité des sols et le colmatage du futur dispositif au cours du temps.

Prise en compte de l'hétérogénéité des sols :

Pour tenir compte des incertitudes liées à l'hétérogénéité des sols, on retiendra dans un même secteur (par exemple dans le cas de plusieurs tests réalisés dans le secteur d'un dispositif

d'infiltration envisagé), la **moyenne des vitesses d'infiltration de référence** associées aux différents tests réalisés.

Prise en compte du possible colmatage au cours du temps :


Pour tenir compte des incertitudes liées au risque de colmatage, **on retiendra, pour les dispositifs réalisant une infiltration concentrée des eaux pluviales, c'est-à-dire les ouvrages d'infiltration collectifs et les puits d'infiltration, un coefficient de sécurité de 0,5.**

Pour les autres dispositifs, permettant une infiltration diffuse et à faible profondeur (noues, fossés...), on n'appliquera pas de coefficient de sécurité.

5.7. Ordre de grandeur des vitesses d'infiltration et tendances pour la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales

5.7.1. Ordres de grandeur des vitesses d'infiltration

La gamme des vitesses d'infiltration que l'on peut rencontrer est très large. Sur le territoire, elle est généralement comprise entre 10^{-3} et 10^{-7} m/s. L'illustration ci-dessous présente, à titre d'exemple, la gamme des perméabilités existantes en fonction du type de sol et de sa granulométrie.



		Perméabilité (m/s)												
		10	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Granulo métrie	Homogène	Gravier pur				Sable pur		Sable très fin / Limon			Argile - Tourbe - Vase			
	Varié	Gravier gros et moyen		Graves - Gravier et sable		Sable et argiles - limons - terre végétale					-			
		A priori perméable							A priori peu perméable					

5.7.2. Tendances pour la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales

Gamme de vitesses d'infiltration	Tendances pour la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales
Inférieure à 10^{-8} m/s	Horizon quasiment imperméable Ne permet même pas l'infiltration des pluies courantes
De 10^{-8} à 10^{-6} m/s	Horizon peu perméable Permet l'infiltration des pluies courantes Permet difficilement l'infiltration des fortes pluies
De 10^{-6} à 10^{-5} m/s	Horizon moyennement perméable Permet l'infiltration des pluies courantes L'infiltration des fortes pluies est envisageable. La faisabilité est toutefois à étudier en détail, en fonction des surfaces d'apport et des emprises disponibles pour l'infiltration
Supérieure à 10^{-5} m/s	Horizon perméable Permet l'infiltration des pluies courantes Permet l'infiltration des fortes pluies de manière relativement aisée

5.8. Peut-on rester sur les premières orientations envisagées pour les pluies moyennes à fortes, ou doit-on les ajuster ?

A partir des résultats des tests, il s'agit de confirmer ou non la faisabilité des principes envisagés en première approche pour la gestion des pluies moyennes à fortes, de réaliser les éventuels ajustements nécessaires et de définir ainsi les principes, les emprises et les caractéristiques des dispositifs avec plus de précision.

Il s'agit plus précisément :

- × d'arrêter le mode d'évacuation des pluies moyennes à fortes : par infiltration ou par débit de rejet régulé à l'aval de l'opération (dans ce cas vers un ou des exutoire(s) bien identifié(s) et autorisé(s)) ;
- × pour les opérations d'ensemble, d'arrêter le choix de l'échelle de régulation des pluies moyennes à fortes : « à la parcelle » ou au sein des espaces collectifs ;
- × d'arrêter le choix de l'organisation des écoulements et des types de dispositifs à mettre en place ;
- × de définir plus précisément les emprises et caractéristiques des dispositifs de collecte, de transport et de rétention des eaux pluviales.

6. Fiche-Outils « Dimensionnement »

6.1. Rappel des règles du zonage pluvial

6.1.1. Pour la gestion des pluies courantes

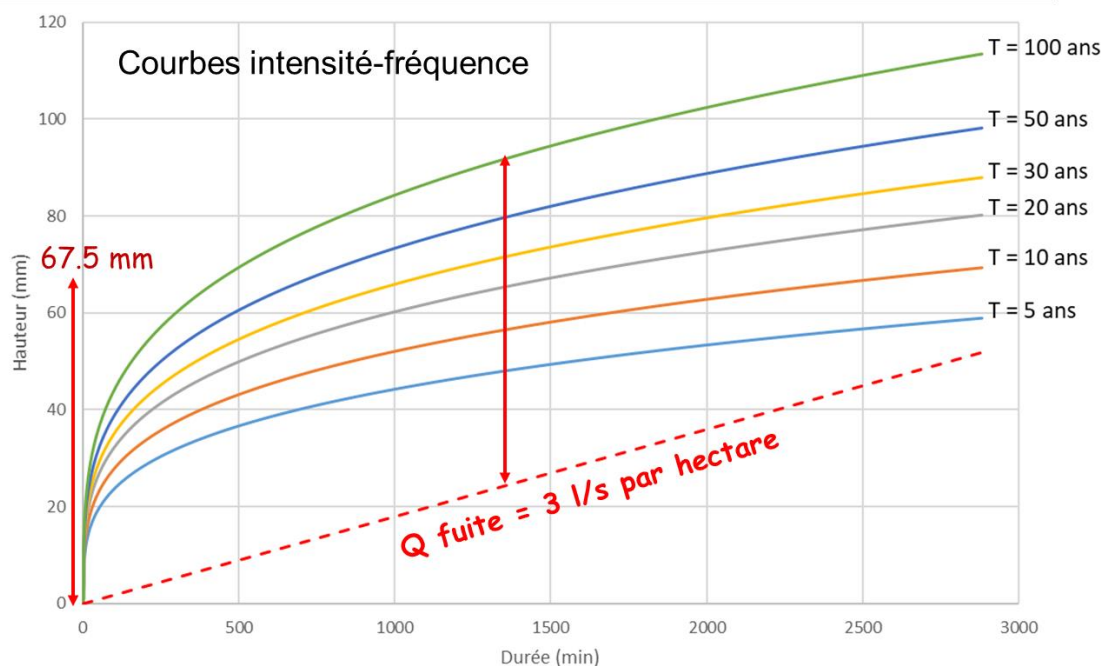
Un dispositif de rétention-infiltration et/ou évapotranspiration n'est nécessaire que si le projet présente des surfaces imperméabilisées. Si tous les revêtements sont végétalisés ou poreux, aucun dispositif complémentaire n'est requis.

Si le projet présente des surfaces imperméabilisées, les dispositifs de rétention-infiltration et/ou évapotranspiration sont à dimensionner en appliquant **le ratio de 15 litres par m² de projet imperméabilisé**. Ce dimensionnement ne demande pas de tests d'infiltration.

6.1.2. Pour la rétention des pluies moyennes à fortes

Les dispositifs de rétention doivent être dimensionnés à partir :

- × de la **méthode des pluies**. Elle permet de définir le volume de rétention nécessaire pour un débit de vidange, une période de retour d'insuffisance et des statistiques pluviométriques donnés, en envisageant toutes les durées de pluie ;
- × des **statistiques pluviométriques locales**, qui font l'objet d'un zonage spécifique ;
- × du **débit de vidange** du dispositif. C'est, au maximum, la somme du débit d'infiltration défini à partir de tests adaptés et du débit de rejet éventuellement autorisé ;
- × de la **période de retour d'insuffisance** du dispositif. C'est, au minimum, la période de retour d'insuffisance minimum imposée.



Exemple d'application de la méthode des pluies pour un débit de fuite de 3 L/s/ha et une période de retour de dimensionnement de 100 ans

6.2. Modélisation

Une modélisation des écoulements peut s'avérer nécessaire pour vérifier le **bon dimensionnement et le bon fonctionnement des dispositifs** :

- × **pour les projets d'une certaine taille**, rendant nécessaire l'étude plus précise des temps de concentration et du fonctionnement dynamique du système ;
- × **en particulier si le système de gestion des eaux pluviales du projet est constitué de plusieurs solutions ou ouvrages en série** (fonctionnement « en cascade »).

Il sera dans ce cas utile de simuler le fonctionnement du système soumis à des pluies de projet et à des pluies réelles caractéristiques.

7. Fiche-Outils « Conception »

Lors de la conception des dispositifs de gestion des eaux pluviales d'un projet d'aménagement, une attention particulière doit être portée aux différents points suivants.

7.1. Etudier finement le nivellement du projet

La mise en œuvre d'une gestion intégrée des eaux pluviales demande la plupart du temps une **étude très fine du nivellement du projet**, afin notamment de s'assurer :

- × que les pentes des différents espaces permettront la bonne collecte des ruissellements et le bon fonctionnement gravitaire des dispositifs ;
- × que les volumes nécessaires à la bonne maîtrise des écoulements seront effectivement disponibles ;
- × que l'inondation progressive des espaces de gestion des eaux pluviales sera compatible avec les autres usages prévus ;
- × que les éventuels débordements de ces espaces se feront à moindre dommage.

7.2. Préserver les capacités d'infiltration des dispositifs

- × Privilégier l'infiltration diffuse, à faible profondeur et dans des espaces végétalisés. La concentration des écoulements et de leur infiltration favorise le colmatage.
- × Privilégier les dispositifs d'infiltration « étagés » (éviter les fonds plats). Les dépôts de particules fines resteront ainsi confinés dans les parties basses des dispositifs, et cela facilitera les opérations de curage éventuellement nécessaires.



Exemple de dispositifs d'infiltration « étagé » (Source : OPUS Environnement)

7.3. Tenir compte de distance de recul nécessaire

Lors de la définition de l'emplacement des ouvrages, il est nécessaire, pour certains d'entre eux, de tenir compte de distances de recul par rapport aux éléments alentours.

Il est notamment nécessaire d'implanter les tranchées drainantes, noues, fossés et jardins de pluie à une distance minimale de 3 m des bâtiments, distance portée à 5 m dans le cas des puits d'infiltration.

Les puits d'infiltration doivent également être implantés à une distance minimale de 3 m par rapport à tout arbre ou arbuste.

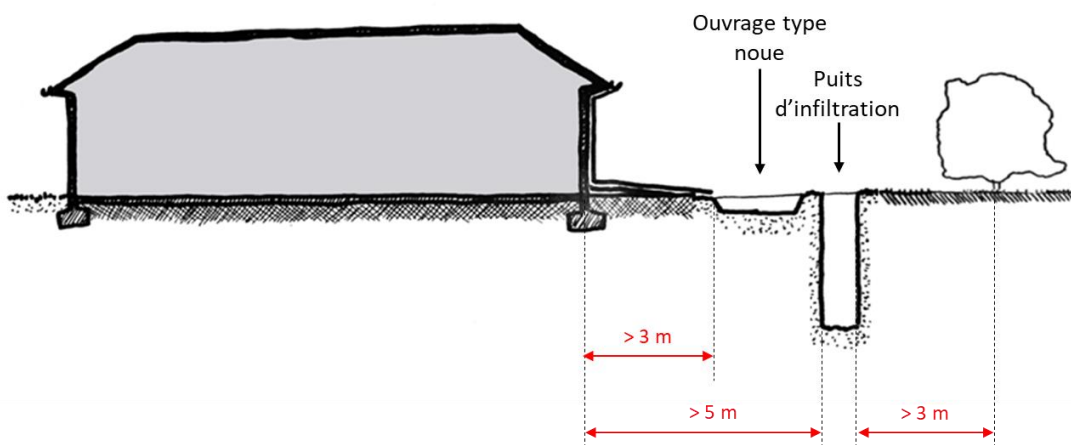


Illustration des distances de recul nécessaires

7.4. Favoriser la biodiversité au sein des dispositifs

Les milieux humides sont favorables à la mise en place d'habitats et d'espèces menacés par l'artificialisation des milieux mais aussi par les changements climatiques en cours et à venir. La création de dispositifs de gestion des eaux pluviales est une opportunité de favoriser en leur sein une biodiversité riche et patrimoniale. Pour cela il est nécessaire de :

- × favoriser les dispositifs avec une conception la plus naturelle possible en privilégiant les matériaux poreux (blocs et cailloux non agrégés, matériaux terreux et argileux) et qui permettent l'expression de la végétation ;
- × éviter les drains en pied de digue ou d'ouvrage ou tout axe d'écoulement marqué dans le dispositif / favoriser le ralentissement des écoulements en surface et de manière diffuse ;
- × végétaliser avec des espèces adaptées au contexte du sol, à son hygrométrie et à l'exposition ;
- × créer des modelés d'altitude du fond pour diversifier les conditions d'hygrométrie du sol et permettre une stagnation d'eau dans le fond dès les petites pluies ;
- × créer des mosaïques d'habitats diversifiées dans ou en lien avec le dispositif (haie ou massif boisés, zone herbacée basse et haute, zone en eau...) et des habitats refuges pour la faune (hibernaclulum, andain de rémanents, buissons et haies ...).

7.5. Assurer la sécurité des usagers

La gestion intégrée des eaux pluviales peut faire appel à des espaces multifonctionnels, utilisés par exemple pour la circulation, la promenade ou l'agrément, et donc fréquentés par des usagers. La gestion intégrée des eaux pluviales peut également faire appel à des espaces inondables à ciel ouvert, qui ne sont pas censés être fréquentés mais qui peuvent l'être malgré tout.

Dans tous les cas, **une attention particulière doit être portée sur les conditions de sécurité et d'accessibilité des espaces** dont le projet prévoit l'inondation lors de fortes pluies. Il ne s'agit pas nécessairement d'interdire l'accès, mais d'intégrer à la réflexion les besoins d'information du public, la vitesse d'inondation des espaces et le danger potentiel que cela représente, et les conditions de sortie des espaces en cours d'inondation.

7.6. Vérifier le bon fonctionnement des dispositifs en cascade

La gestion intégrée des eaux pluviales peut faire appel à un fonctionnement en série ou « en cascade » de plusieurs dispositifs. Si ce fonctionnement présente une certaine complexité, il

peut être utile voire nécessaire de **vérifier le bon dimensionnement et le bon fonctionnement de l'ensemble à l'aide d'une modélisation**. Il s'agit alors de simuler le fonctionnement du système soumis à des pluies de projet et à des pluies réelles caractéristiques, telles que celles présentées dans le « Document de référence pour la gestion intégrée des eaux pluviales urbaines ».

7.7. Anticiper les conséquences de pluies exceptionnelles

Ce point de vigilance n'est pas spécifique à la gestion intégrée des eaux pluviales, mais il mérite d'être rappelé. Il est indispensable :

- × d'**anticiper les conséquences potentielles des pluies exceptionnelles**, qui dépasseront la période de retour d'insuffisance des dispositifs mis en œuvre et provoqueront leur débordement ;
- × de faire en sorte que ces débordements se fassent selon le « **parcours à moindre dommage** », au sein du projet lui-même et pour les enjeux (personnes et biens) existants à l'aval ;
- × de prévoir, si besoin, des **précautions constructives** au sein du projet vis-à-vis de ces écoulements exceptionnels (dans la conception des espaces publics et des constructions).

Dans certains cas complexes, une modélisation « 2D » (à deux dimensions) des écoulements de surface issus des débordements peut apporter une meilleure connaissance des conséquences potentielles de pluies exceptionnelles et aider à la conception d'un projet plus résilient.

8. Fiche-Outils « Entretien, chantier, intégration, sécurité »

8.1. A quoi faire attention lors de la mise en œuvre des dispositifs ?

8.1.1. Préserver les capacités d'infiltration des dispositifs

- × Dès le début du chantier et avant tout terrassement, éviter le stockage de matériaux, la circulation, le stationnement ainsi que le décapage de la terre végétale sur le périmètre destiné à infiltrer les eaux pluviales.
- × Prendre les précautions nécessaires pour éviter le colmatage des dispositifs par les particules fines issues des espaces en chantier (mettre en œuvre des dispositifs temporaires, assurer le décolmatage en fin de chantier).

8.2. A quoi faire attention lors de l'exploitation des dispositifs ?

8.2.1. Préserver les capacités d'infiltration des dispositifs

- × Eviter les pratiques d'entretien et les usages des espaces favorisant leur compactage et le colmatage (circulation et stationnement de véhicules dans des espaces verts inondables par exemple).
- × Privilégier la présence de végétation.
- × Pour les dispositifs collectifs : surveiller l'éventuel colmatage et effectuer des curages épisodiques selon les besoins.

8.2.2. Favoriser la biodiversité au sein des dispositifs

- × Limiter le développement des ligneux sur toute la surface qui, sans entretien, vont coloniser naturellement les milieux et poser problèmes pour la fonctionnalité des dispositifs.
- × Intégrer une gestion par fauche avec export en fin de saison estivale, septembre à octobre, pour permettre un bon développement des herbacées annuelles et de la faune amphibie.
- × Favoriser / maintenir les mosaïques d'habitats (haie ou massif boisés, zone herbacée basse et haute, zone en eau, habitat refuge pour la faune...).
- × Organiser l'entretien, en particulier le curage des dispositifs, sur plusieurs années roulantes afin de conserver une zone « réservoir et refuge » au fond du dispositif.

- × Prévoir des zones plus techniques isolées ou identifiées pour l'entretien courant (rampe d'accès, zone de curage des apports de sédiments ou de pollutions...) sur une partie du dispositif et plutôt dans la partie amont.

La gestion en phase d'exploitation des dispositifs pourra concerner la gestion de la végétation et des milieux qui se seront mis en place mais aussi l'entretien courant des dispositifs. Les pollutions accidentelles qui nécessitent un confinement et une action express ne sont pas intégrées à ces réflexions.