



Optimiser
l'infiltration
des eaux
pluviales



dans la nappe alluviale
du Gave de Pau

Recommandations
et fiches pratiques

à destination

des collectivités,

des services instructeurs,

des aménageurs,

et des bureaux d'études.



janvier
2013



Optimiser
l'infiltration
des eaux
pluviales

dans la nappe alluviale
du Gave de Pau

Cet ouvrage est le fruit d'une synthèse bibliographique menée en 2011 et d'un groupe de travail qui s'est réuni en 2012 dans le cadre du plan d'action territorial (PAT) du Gave de Pau.

Il a été coordonné et rédigé par :

- M. Allande ERREÇARRET (directeur du SIEP de la région de Jurançon) pour la coordination générale et la rédaction finale du document.
- Melle Floriane VIGNAU (ingénieure ENGEES) pour la rédaction de la version initiale et de la recherche bibliographique correspondante.

Il a fait l'objet de contributions et d'une validation sur les aspects techniques et scientifiques par :

- M. Jean-Daniel BALADES (consultant expert eaux pluviales - ex-CETE Sud-Ouest)
- M. Jean-Luc MAGNET (expert hydrogéologue au cabinet d'études CETRA de Laroin)

Le groupe de travail ayant participé à l'élaboration finale du document a été constitué des personnes suivantes :

- Mme Béragère AVIRON-VIOLET (animatrice du PAT Gave de Pau)
- M. Olivier BELGHAZI (chargé d'études Environnement – Ville de Lescar)
- M. Gérard CARCAU (élu de la commune d'Idron)
- M. Jean-Marc DAUPHINOT (élu de la commune de Mazères-Lezons)
- Mme Agnès DUCAT (conseillère au CAUE 64)
- M. Victor DUDRET (élu de la commune de Rontignon)
- M. Christian DUVAL (directeur de la SAFEGE à Pau)
- M. Pierre ETCHEVERRY (chargé de dossiers Loi sur l'Eau à la DDTM 64)
- M. Simon FOUGERAT (chargé de mission au Syndicat Mixte du Grand Pau)
- Mme Sylvie GOMES-RIBEIRO (Chargée d'instruction au service assainissement de la Communauté d'Agglomération Pau Pyrénées)
- M. Pascal GUILLEMINOT (chargé de missions au service voirie et réseau intercommunal de l'APGL 64)
- M. Yves JOLY (directeur bureau d'études OSEE)
- Mme Déborah LACOUTURE-SANCHEZ (responsable SAPO et SIAEP Vallée de l'Ousse)
- M. Daniel MINJOULAT-REY (élu de la commune de Bosdarros)
- M. Emmanuel PARENT (bureau d'études MPE)
- M. Joseph POLA (élu de la commune d'Aressy)
- Mme Florence SEVIGNAC (assistante intervention Espace Rural à l'Agence de l'Eau Adour-Garonne)

Sommaire



• Avant-propos	page 3
• Partie I - Contexte réglementaire et outils de planification ou de gestion des eaux pluviales	page 7
1 - Contexte réglementaire	page 9
2 - Outils de planification	page 13
3 - Le service public de gestion des eaux pluviales urbaines et la taxe associé à son financement	page 15
• Partie II - Risque de pollution, recommandations générales et aide au choix des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales	page 17
1 - La pollution générée par les eaux de ruissellement	page 19
2 - Recommandations générales et éléments de conception-dimensionnement	page 21
3 - Rendements épuratoires	page 30
4 - Avantages et contraintes des différents dispositifs	page 31
5 - Choix des dispositifs d'infiltration	page 35
Bibliographie	page 37
• Partie III - Fiches techniques d'ouvrages types d'infiltration des eaux pluviales	page 39
Fiche 1 - Les puits d'infiltration	page 41
Fiche 2 - Les noues d'infiltration	page 45
Fiche 2 ^{bis} - Les fossés d'infiltration	page 49
Fiche 3 - Les espaces verts infiltrants	page 53
Fiche 4 - Les tranchées d'infiltration	page 57
Fiche 5 - Les structures réservoirs (d'infiltration)	page 61
Fiche 6 - Les bassins d'infiltration	page 65
Fiche 7 - Les séparateurs à hydrocarbures lamellaires	page 69
• Annexe I - Cartes des niveaux maximaux de la nappe alluviale	page 73
• Annexe II - Cartes des périmètres de protections des captages en nappe alluviale	page 81
• Liste de bureaux d'études spécialisés	page 89

A graphic of a water drop with a dark blue outline and a white interior. Inside the drop, there is a small green circular icon with a white arrow pointing clockwise, followed by the text "Optimiser l'infiltration des eaux pluviales".

Optimiser
l'infiltration
des eaux
pluviales

A white, curved, teardrop-shaped graphic element at the bottom of the page, containing the text "nappe alluviale du Gave de Pau".

nappe alluviale
du Gave de Pau



Préserver la qualité de l'eau de la nappe alluviale du Gave de Pau

Le plan d'action territorial ou PAT du Gave de Pau est un plan quinquennal d'actions dont l'objectif principal est de **préserver la qualité de l'eau de la nappe alluviale** du Gave de Pau **utilisée pour l'alimentation en eau potable**, mais également d'initier l'amélioration de la qualité de la nappe alluviale dans la perspective d'atteindre les objectifs fixés par la directive cadre européenne (DCE) sur l'Eau. Il s'agit ainsi de **lutter contre les pollutions diffuses**¹ de cette nappe.

Territoire du PAT



De Baudreix en amont à Artix en aval, la nappe est utilisée comme ressource en eau potable par le syndicat mixte du nord-est de Pau, le syndicat intercommunal de l'eau potable de la région de Jurançon, la ville de Pau, le syndicat Gave et Baïse, et le syndicat eau et assainissement des 3 Cantons. Ce sont ces mêmes collectivités qui ont initié la démarche du PAT et qui en assurent aujourd'hui l'animation générale.

¹ // Pollutions diffuses : pollutions dues à de multiples rejets de polluants dans le temps et dans l'espace dont l'origine ne peut être localisée en un point précis. Généralement peu visibles, elles contaminent la ressource en eau souterraine par infiltration à travers le sol (cas des nitrates et des pesticides d'origine agricole).



Parallèlement aux problématiques liées à la pollution par les produits phytosanitaires et les nitrates, il est apparu nécessaire de s'intéresser de plus près aux **risques de pollution de la nappe par les eaux pluviales**, notamment sur les secteurs concernés par les périmètres de protection des captages d'eau potable (les cartes des périmètres de protection concernés sont jointes en annexe).

En effet, bien que la nappe alluviale soit alimentée ou « soutenue » par le Gave de Pau, **la majeure partie de la recharge de la nappe est assurée par les précipitations, via leur infiltration. Il faut donc veiller à ce que l'infiltration reste la voie privilégiée, notamment lorsque de nouveaux projets entraînent une imperméabilisation des sols** (tels que nouvelles voiries, parkings, lotissements, zones d'activités...), tout en limitant les risques de pollution de la nappe...

Pour accompagner utilement les communes ou leur groupement, les services instructeurs, les aménageurs et concepteurs concernés, ce document de synthèse présente, après **une présentation succincte du contexte hydrogéologique local, les aspects réglementaires, les outils de planification de l'eau et de l'urbanisme** liés à la gestion des eaux pluviales, ainsi que les éléments liés à la création d'un service public et de la taxe associée à la gestion des eaux pluviales urbaines (partie I).

La **pollution générée par les eaux de pluies « souillées »**, ainsi que les **recommandations générales à retenir** et des éléments de conception/dimensionnement des dispositifs d'infiltration d'eaux pluviales sont ensuite indiqués. Des **tableaux de synthèse, permettant de choisir tel ou tel dispositif** en

fonction notamment du rendement épuratoire, de l'opération et des contraintes du site, sont également proposés en **partie II**, avec une **bibliographie** intégrée en fin de partie.

Ces dispositifs sont ensuite présentés sous forme de **fiches techniques** résumant les règles de conception, le dimensionnement ainsi que les conseils de réalisation et d'entretien propres à chacun d'eux (**partie III**).

De plus, des cartes de la hauteur maximale de la nappe (niveaux piézométriques maximaux) sont proposées, à titre indicatif, en **annexe I**. Une épaisseur (ou une hauteur minimale) doit en effet être respectée entre le fond des ouvrages d'infiltration et le niveau haut de la nappe (toit de la nappe) pour optimiser l'abattement des flux polluants des eaux pluviales souillées. Ces cartes sont données à titre indicatif et doivent être complétées d'une étude hydrogéologique adaptée au projet et à la zone aménagée. Les secteurs cartographiés concernent les périmètres de protection mis en place par les syndicats d'eau potable ou les collectivités qui exploitent la nappe alluviale sur le périmètre du PAT du Gave de Pau. Les **cartes des périmètres de protection** existants ont été également insérées à la fin du document (**annexe II**).

Ce document se limite volontairement à la description des ouvrages d'infiltration ou de prétraitement-infiltration des eaux pluviales. Il ne traite pas des techniques ou des ouvrages dont la fonction principale est la rétention ou le stockage des eaux pluviales tels que toitures ou parois végétalisées, bassins tampons ou bassins de rétention étanches.

Les éléments techniques et réglementaires repris dans le document sont issus de données connues à la date de publication et sont susceptibles d'évoluer dans le temps.

Le contexte hydrogéologique local

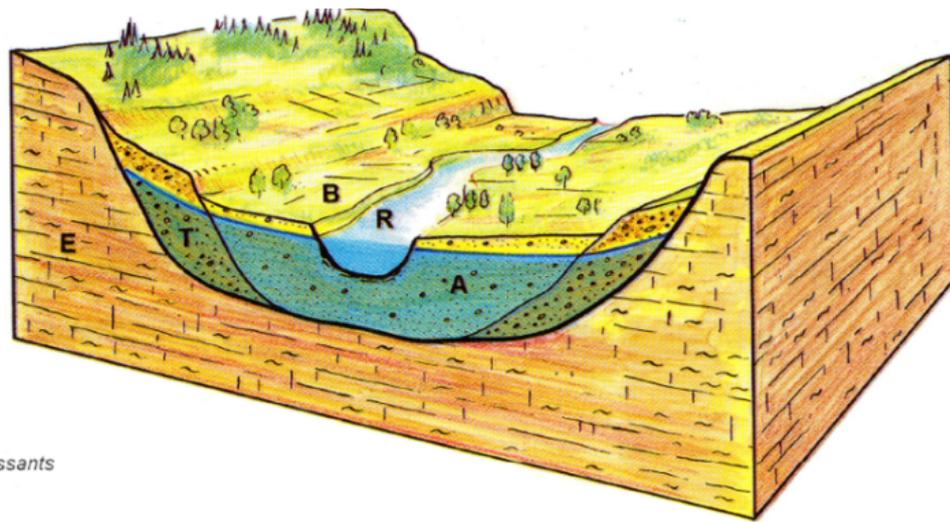


Sur le périmètre considéré, la nappe alluviale du Gave de Pau est caractérisée par la présence des éléments suivants :

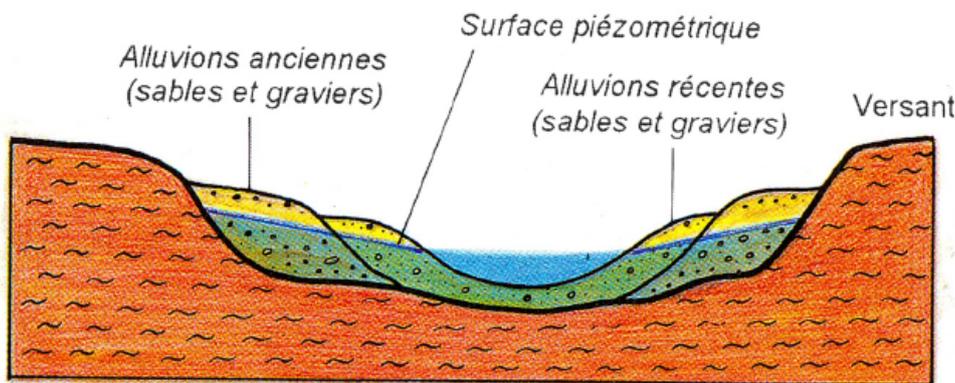
- **Un encaissant**, qui est une formation sous-jacente **imperméable**² et qui remonte généralement sur les coteaux ;

LEGENDE

- R Rivière
- B Berges
- A Alluvions
- T Terrasses
- E Terrains encaissants



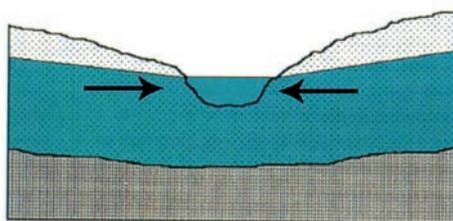
Schémas issus du document technique FNDAE n°19



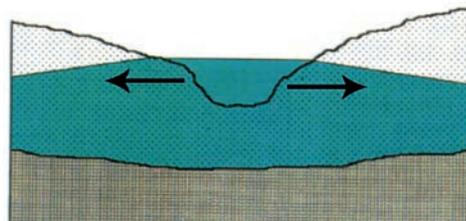
Des alluvions anciennes, constituées de sables, de graviers et de galets, elles-mêmes **surmontées d'alluvions plus récentes**. Les différents niveaux d'alluvions forment des «terrasses emboîtées» dans lesquelles s'écoule une nappe d'eau souterraine.

Schémas issus du document technique FNDAE n°19

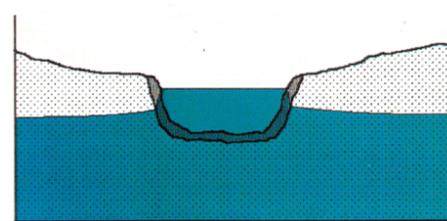
- **Du Gave de Pau, en interaction avec la nappe ;**



Le Gave **draine** la nappe



Le Gave **alimente** la nappe



Colmatage partiel des berges

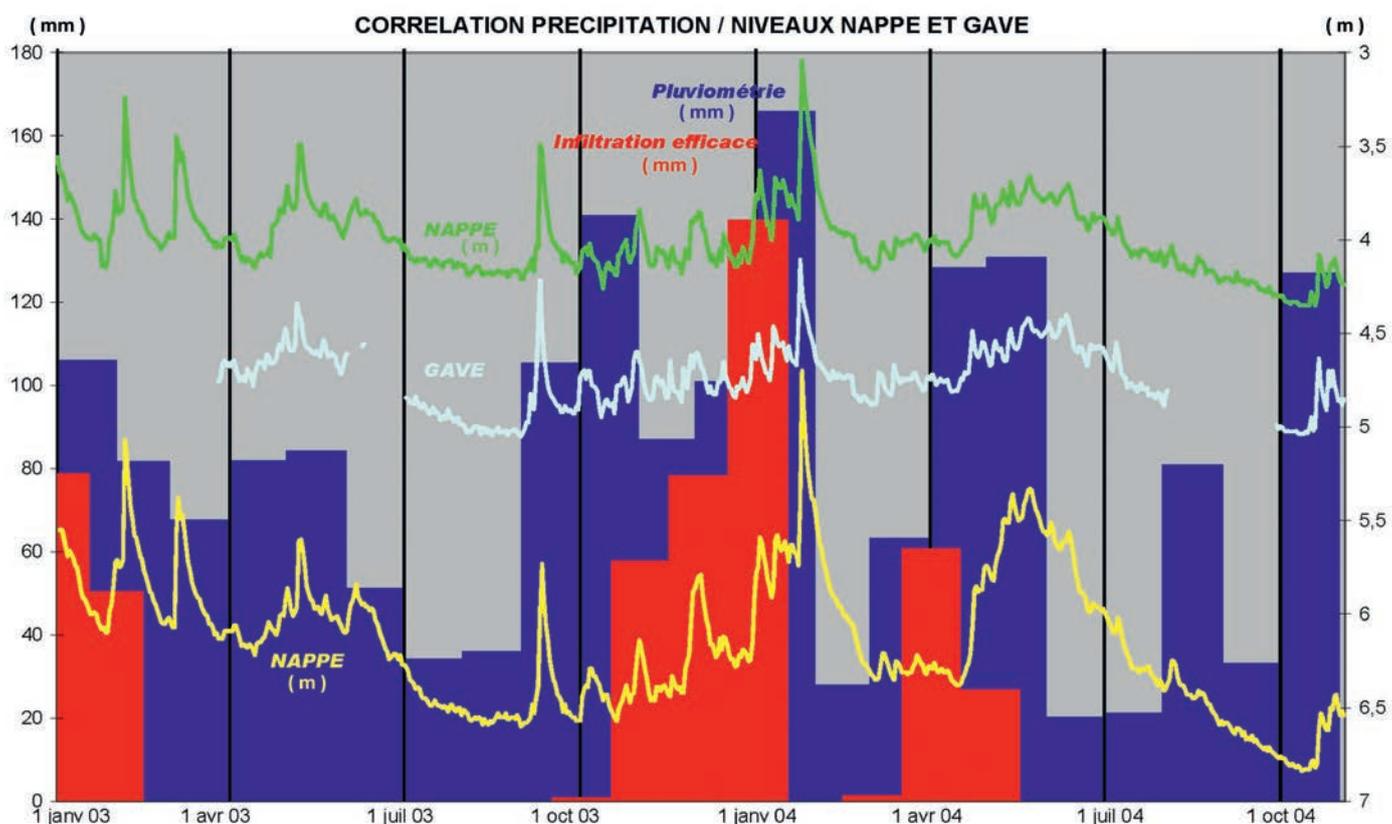
Schémas issus du document technique FNDAE n°19

- Et des **affluents du Gave de Pau**, dont le fond et les berges sont généralement plus ou moins colmatés, et dont les échanges entre les cours d'eau et la nappe sont limités (voire quasi nuls).

2 // Il peut s'agir de sables «infra-molassiques», de molasse (formation détritique constituée de niveaux plus ou moins argileux et de galets anciens altérés, qui lorsqu'ils sont agglomérés, constituent les fameux bancs de «poudingues de Jurançon»), de marnes (roches sédimentaires formées de calcaires et d'argiles) ou de Flyschs (composés d'alternances répétées de grès et d'argiles à l'aspect feuilleté).

Les apports «nets» assurés par les précipitations qui s’infiltrent dans le sol varient entre 200 et 700 millimètres d’eau par mètre-carré et par an soit 450 mm/m² d’eau en moyenne. Ce qui, ramené à l’hectare, représente tout de même 4 500 m³ (1 mètre-cube correspond à 1 000 litres), soit la consommation moyenne annuelle de près de 40 familles ou abonnés.

Comme l’illustre le graphique ci-dessous, la nappe réagit très rapidement à chaque épisode pluvieux :



D’après Cabinet d’études BERRE -Champ captant du SIEP de la région de Jurançon (2003-2004)

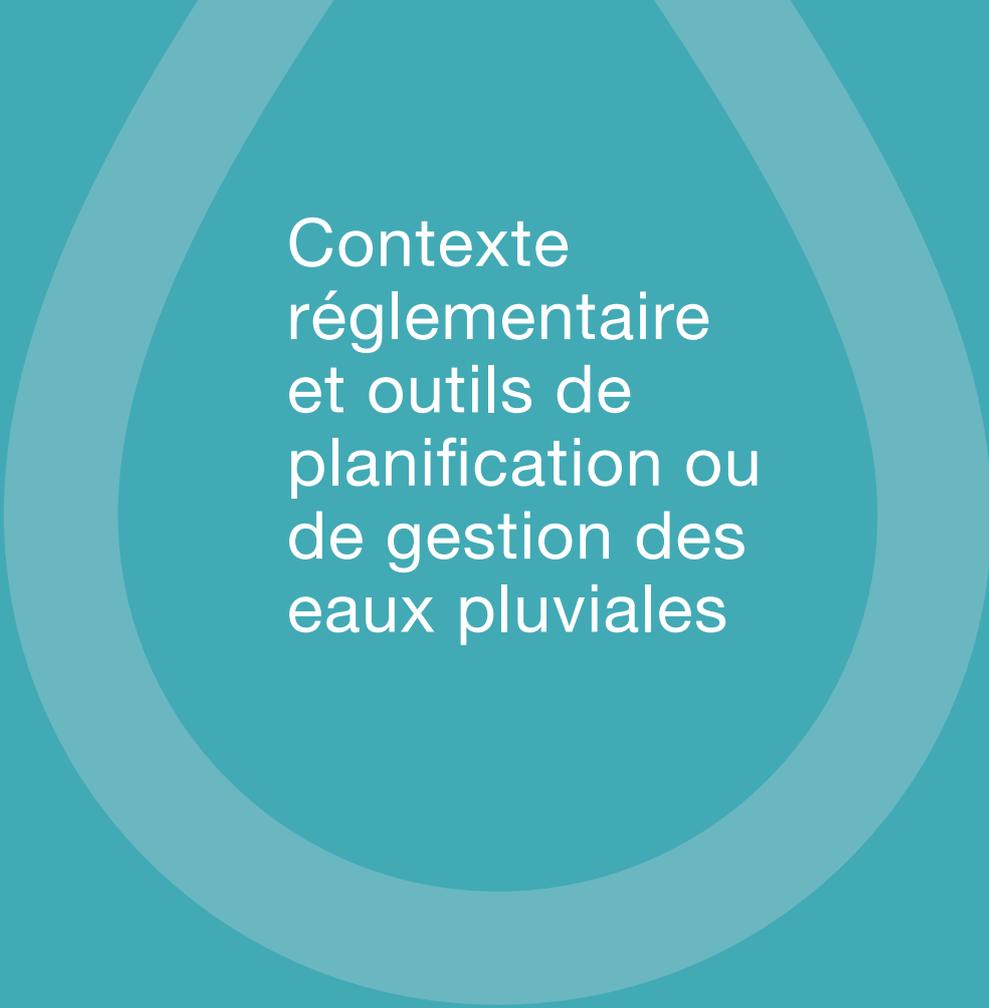
Les variations des niveaux de la nappe alluviale du Gave de Pau (battements de la nappe) sont limitées à quelques mètres (généralement comprises entre 1 et 5 mètres de battement).

Les extractions de granulats dans le lit mineur du Gave de Pau, qui ont perduré jusque dans les années quatre-vingt, ont été à l’origine d’un approfondissement généralisé du gave et on entraîné de fait une baisse du niveau de la nappe alluviale. Une série de seuils, réalisés dans les années quatre-vingt-dix, a permis par la suite de stabiliser le profil en long du gave sur le périmètre considéré.

Les perméabilités des alluvions, si l’on excepte la couche décimétrique limoneuse à limono-argileuse classiquement rencontrée en surface, sont bonnes à très bonnes. Elles varient entre 10⁻² et 10⁻³ m/s (mètre par seconde), mais peuvent être localement moins bonnes notamment en pied de coteaux ou en pied de terrasses sus-jacentes.

Contexte
réglementaire
et outils de
planification ou
de gestion des
eaux pluviales

Partie I



Contexte
réglementaire
et outils de
planification ou
de gestion des
eaux pluviales

Partie I



La législation et la réglementation relatives aux eaux pluviales sont disséminées dans plusieurs codes ou textes. Nous ne reprenons ici que les principaux éléments :

- **Le Code Civil : les articles 640, 641, 681** concernent le ruissellement des eaux de pluies et les obligations qui en découlent afin de **ne pas aggraver la situation en aval** :
 - ▶ **Article 640** : « Le fonds inférieur ne peut pas refuser les eaux « naturelles » provenant du fonds supérieur. Le fonds supérieur ne peut rien faire qui aggrave cette servitude du fonds inférieur ».
 - ▶ **Article 641** : « Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds ».
 - ▶ **Article 681** : « Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur le fonds de son voisin ».
- **Le Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT) :**
 - ▶ **Article L2212-2 ; pouvoir de police du maire** : il doit prendre les mesures de précaution convenables destinées à lutter contre les inondations ou les pollutions qui pourraient être causées par les eaux pluviales.
 - ▶ **Article L2224-10 : les communes sur lesquelles il existe des zones sensibles au risque d'inondation doivent réaliser** notamment **un zonage des eaux pluviales** et délimiter après enquête publique :
 - ♦ **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 (...).
- **Le Code de l'Urbanisme : les articles L. 332-11-1, L. 111-6-2, L. 123-1-5, R. 111-8, R. 111-12, et R. 123-20-1** font le lien entre urbanisme et eaux pluviales. **L' article R. 123-2** stipule ainsi que « La collectivité précise dans le Plan Local d'Urbanisme (PLU) comment sont pris en compte les impacts du développement (urbain) ».
- **Le Code de la voirie routière : l'article R. 131-1** « Les profils en long et en travers des routes départementales doivent être établis de manière à **permettre l'écoulement des eaux pluviales et l'assainissement de la plate-forme** (traitement des eaux de ruissellement) ». L'article R. 141-2 reprend **le même principe pour les voiries communales**.



- **Le Code de l'Environnement ; les articles L.214-1 à L. 214-3** : pour la commune comme pour tout maître d'ouvrage, **les rejets d'eaux pluviales sont soumis**, en fonction de la surface totale du projet augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, **à une procédure** :
 - ▶ **De déclaration si la surface** du projet et de «son bassin naturel» est comprise entre **1 et 20 hectares** (ha) ;
 - ▶ **D'autorisation si la surface** du projet et de «son bassin naturel» est supérieure à **20 hectares** (ha).
- **Le zonage d'assainissement des eaux pluviales et son règlement associé** : ils permettent d'édicter des mesures visant à améliorer la gestion des eaux pluviales. **Le zonage est obligatoire sur toute commune concernée par une zone sensible au risque d'inondation**. Et les mesures du zonage sont reprises dans les documents d'urbanisme concernés (opposables aux tiers).

Sur le périmètre du PAT du Gave de Pau, seule la communauté d'agglomération de Pau-Pyrénées (CdAPP)³ a instauré à ce jour un zonage d'assainissement des eaux pluviales. Les principales mesures qui y figurent concernent :

- ♦ **La délimitation de zones où l'infiltration des eaux pluviales** est autorisée, sous réserve de la réalisation d'une étude de sol permettant de vérifier la perméabilité locale du sol et la profondeur de la nappe ;
- ♦ **Le respect d'une hauteur minimale** entre le fond du système d'infiltration et le niveau haut de la nappe (le toit de la nappe) ;
- ♦ La mise en place systématique d'un **regard de décantation** visitable à départ siphonoïde **en amont** ou avant le dispositif d'infiltration ;
- ♦ La réalisation ou **la mise en place d'un prétraitement des eaux de ruissellement** pour toute nouvelle surface imperméabilisée supérieure à 250 mètres-carrés ;
- ♦ D'une **limitation quantitative des débits d'eaux pluviales générés** pour tous nouveaux projets d'aménagement, de construction, ou de réhabilitation avec **un débit de fuite de 3 litres par seconde et par hectare ($Q_f = 3l/s/ha$)**, pour une pluie de fréquence décennale en habitat isolé d'une part, et pour une pluie de fréquence trentennale en habitats collectifs, zones d'activités, ou projets issus d'une division parcellaire d'autre part.

Il existe par ailleurs une réglementation plus locale pouvant imposer un certain nombre de règles ou d'obligations à respecter dans le cadre de la gestion des eaux pluviales.

- **Les arrêtés préfectoraux relatifs à l'instauration des périmètres de protection autour des captages d'eau potable** : ils définissent des règles à respecter dans ces périmètres, telles que l'obligation d'autorisation pour tous rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales. Le tableau ci-dessous énumère les prescriptions relatives aux eaux pluviales intégrées dans les arrêtés préfectoraux des zones de captage du PAT du Gave de Pau :

3 // La CdAPP est aujourd'hui constituée des communes suivantes : Artigueloutan, Billère, Bizanos, Gan, Gelos, Idron, Jurançon, Lée, Lescar, Lons, Mazères-Lezons, Ousse, Pau et Sendets.



Captages	Collectivités	Communes	Périmètre de protection	Règles prescrites
F1	SMNEP	Baudreix	Rapprochée Zone I Zone II	Sont interdits : Tous puits non destinés à l'alimentation humaine des collectivités. Tous rejets directs ou indirects d'eaux brutes dans le bras du Bagnou. Tous rejets directs ou indirects d'eaux brutes ou traitées dans le bras du Gave, entre le captage et la station d'alerte. Tous rejets directs ou indirects d'eaux brutes ou traitées dans les lacs.
F1, F2, F3 et F4	SMNEP	Bordes	Rapprochée	Sont interdits : Tous forages ou puits non destinés à la consommation humaine des collectivités. L'ouverture d'excavations autres que celles nécessaires à l'exploitation du point d'eau. L'implantation d'ouvrages de transport et de rejet des eaux usées d'origine domestique ou industrielle qu'elles soient brutes ou épurées. La création d'étangs et de plans d'eau (bassins de stockage, NDLR) L'entretien des fossés, des chemins, des voies, etc. par des produits chimiques
		Angaïs Beuste Boeil-Bezing Bordes	Zone sensible	Application de manière particulièrement attentive de la réglementation générale pour tous projets à risque vis-à-vis des eaux souterraines et superficielles.
P17	SIEP Jurançon	Meillon	Rapprochée	Sont interdits tous puits non destinés à l'alimentation humaine des collectivités.
P6 à P16	SIEP Jurançon	Mazères Rontignon Meillon	Rapprochée	Sont interdits tous puits non destinés à l'alimentation humaine des collectivités. Sont soumis à autorisation préfectorale les rejets d'eaux usées et d'eaux pluviales.
P1 à P4	Trois cantons	Artix Labastide - Cézéracq Besingrand	Rapprochée	Sont interdits tous puits non destinés à l'alimentation humaine des collectivités.
Champs captants	Gave et Baïse	Arbus Tarsacq	Rapprochée	Pas de prescription particulière sur les eaux pluviales.
Puits	Ville de Pau	Uzos	Rapprochée	Pas de prescription particulière sur les eaux pluviales.



Le schéma ci-dessous résume les éléments réglementaires à prendre en compte dans la conception d'un projet d'aménagement :

SDAGE et ses orientations ou prolongements
Vérifier la compatibilité du projet avec les orientations du SDAGE.
Un SAGE existe-t-il sur le territoire ? Si oui, cf. dispositions du PAGD et règles relatives à la gestion eaux pluviales.

Code de la Santé Publique + CGCT
Schéma d'assainissement de la collectivité
• **Autorisation du système d'assainissement** : vérifier la compatibilité et les conditions de déversement du projet avec les prescriptions.
Existe-t-il un **zonage au titre des eaux pluviales** ?
Si oui, le projet se situe-t-il dans une des zones prévues par l'article L. 2224-10 du CGCT où il faut « limiter l'imperméabilisation... » ?
La commune a-t-elle défini dans cette zone des obligations de moyens pour atteindre les objectifs fixés ?

Code de l'Urbanisme
Documents d'urbanisme et autorisations d'urbanisme (permis de construire, autorisation de lotir)
Vérifier la compatibilité du projet avec les prescriptions.

Servitude d'utilité publique
Quelles sont les servitudes d'utilité publique applicables à l'opération d'aménagement ?
Exemple : périmètres de protection des captages d'eau potable existants sur la plaine alluviale du gave de Pau.



Atlas des zones inondables et PPRI
Est-on sur une zone soumise au risque d'inondation ou sur une zone humide ?
Existe-t-il un PPRI sur le secteur ?
Le SCOT, le PLU (POS ou carte communale) contiennent-ils des prescriptions en matière de prévention des risques ?

Code de l'Environnement
Procédures d'autorisation et de déclaration au titre de la loi sur l'eau
Le projet est-il soumis à déclaration ou à autorisation ?

Procédure d'évaluation environnementale
Le projet est-il soumis à étude d'impact, et/ou enquête publique ?
Le projet est-il soumis à une évaluation d'incidences au titre de NATURA 2000 ?

Règlement Sanitaire Départemental
Quelles obligations de résultat fixe le règlement sanitaire départemental en matière d'eaux pluviales ?

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux
PAGD : Plan d'Aménagement et de Gestion Durable
CGCT : Code Général des Collectivités Territoriales

PPRI : Plan de Prévention des Risques d'Inondation
PLU : Plan Local d'Urbanisme
POS : Plan d'Occupation des Sols



Généralement, trois principaux outils de planification permettent de fixer des objectifs, des orientations majeures ou encore des règles spécifiques pour la gestion des eaux pluviales sur un territoire donné.

Le **SDAGE⁴ ou schéma directeur et d'aménagement et de gestion des eaux**, élaboré par l'Agence de l'Eau, ne crée ni réglementation ni nouvelle procédure, mais des objectifs fondamentaux de préservation et de gestion de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Ces objectifs se déclinent au travers de mesures spécifiques via un **programme de mesures** (PDM) qui lui est associé. Des SDAGEs découlent des **SAGEs ou schémas d'aménagement et de gestion des eaux** qui fixent, à l'échelle d'un bassin versant ou d'une nappe d'eau souterraine, un programme et des orientations de gestion spécifiques.

Toutes décisions administratives et tous documents d'urbanisme doivent être compatibles avec le SDAGE, et le SAGE s'il existe.

Les dispositions ou orientations du SDAGE « Adour-Garonne » à retenir concernent :

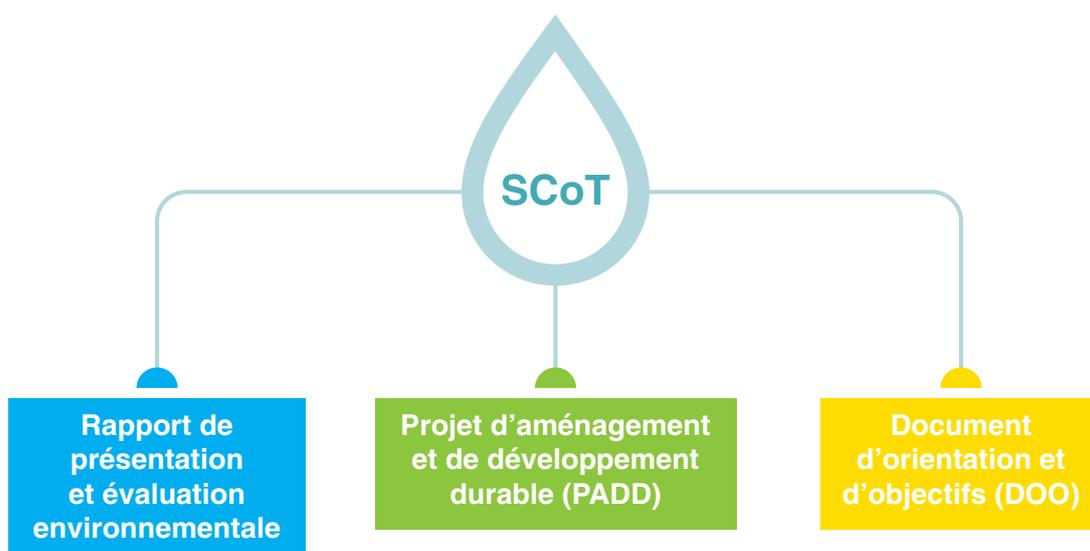
- **La réduction des pollutions microbiologiques** en limitant notamment leur impact via les rejets d'eaux pluviales (disposition B3, obligation du SDAGE) ;
- **La limitation des risques de pollution par temps de pluie** (disposition B4, obligation du SDAGE, cf. ci-après) ;
- Le maintien et la restauration de la qualité de l'eau de baignade, si nécessaire dans un cadre concerté à l'échelle des bassins versants (disposition D10, obligation du SDAGE) **en délimitant des zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour la collecte et le stockage des eaux pluviales** ;
- L'adaptation des programmes d'aménagement pour **limiter les risques de crues**, c'est-à-dire **limiter l'imperméabilisation des sols, maîtriser l'écoulement des eaux pluviales**, et conserver les capacités d'évacuation des émissaires naturels (disposition E32, obligation du SDAGE) ;
- **Le respect, au travers des documents d'urbanisme**, des zones nécessaires à la gestion des crues (zones inondables ou d'expansion de crue, système de rétention des eaux pluviales), et **des zones nécessaires au bon fonctionnement et à la recharge des nappes (utilisées pour l'alimentation en eau potable) en eau de qualité et de quantité suffisantes** (disposition F5, obligation du SDAGE).

Disposition « B4 » du SDAGE Adour-Garonne (disposition qui est une obligation) :

Les communes ou leur groupement de plus de 10 000 habitants sont invités à évaluer avant 2013 les risques de pics de pollutions organiques et chimiques des eaux par temps de pluie. Si ces risques sont avérés, ils réalisent des zones d'assainissement pluvial avant 2015 et prévoient des règles d'urbanisme spécifiques pour les constructions nouvelles, conformément à l'article L2224-10-4° du code général des collectivités territoriales.

4 // L'actuel SDAGE Adour-Garonne est en vigueur jusqu'en 2015 inclus.

Le **SCoT ou Schéma de Cohérence Territoriale** fixe, à l'échelle supra communale, les grands équilibres du territoire donné entre zones naturelles (trames vertes et bleues), zones agricoles et zones à urbaniser. Son projet d'aménagement tout autant que ses orientations, repris dans un **document d'orientations et d'objectifs (DOO)**, ont un rôle majeur pour **maîtriser les conséquences de l'urbanisation dans le domaine des eaux pluviales, et pour ne pas aggraver les risques d'inondation** en favorisant notamment **le développement des techniques alternatives** dans la gestion des eaux pluviales (et en transformant une contrainte en élément de valorisation du projet urbain) :



L'évaluation environnementale impose, à compter du 1^{er} Janvier 2013 (articles L122-4 à L122-12 et R122-17 à R122-24 du Code de l'Environnement), l'objectif d'améliorer la conception des projets, plans, programmes par **une meilleure prise en compte de l'environnement dès l'amont de la réflexion**. C'est une démarche intégrée à l'élaboration du document d'urbanisme.

Elle oriente le projet, elle appréhende l'environnement dans sa globalité, elle rend compte des analyses menées et des choix retenus. Elle précise les effets prévisibles du projet sur l'environnement et elle présente, le cas échéant, les mesures envisagées pour le préserver.

Elle s'applique désormais :

- aux SCoT,
- aux PLU et aux cartes communales qui engendrent des projets susceptibles d'impacter un site Natura 2000 (à compléter dès lors par une «**Évaluation incidence Natura 2000**»),
- aux PLU de communes non couvertes par un SCoT qui répondent à l'un des critères ou points suivants :
 - population supérieure à 10 000 habitants et superficie supérieure à 5 000 hectares,
 - création de zones U ou AU dans des secteurs agricoles ou naturels, avec une superficie totale supérieure à 200 hectares,
 - commune littorale d'une superficie totale supérieure à 200 hectares,
 - commune en zone de montagne avec réalisation d'Unité Touristique Nouvelle soumise à autorisation du préfet coordonnateur du massif.

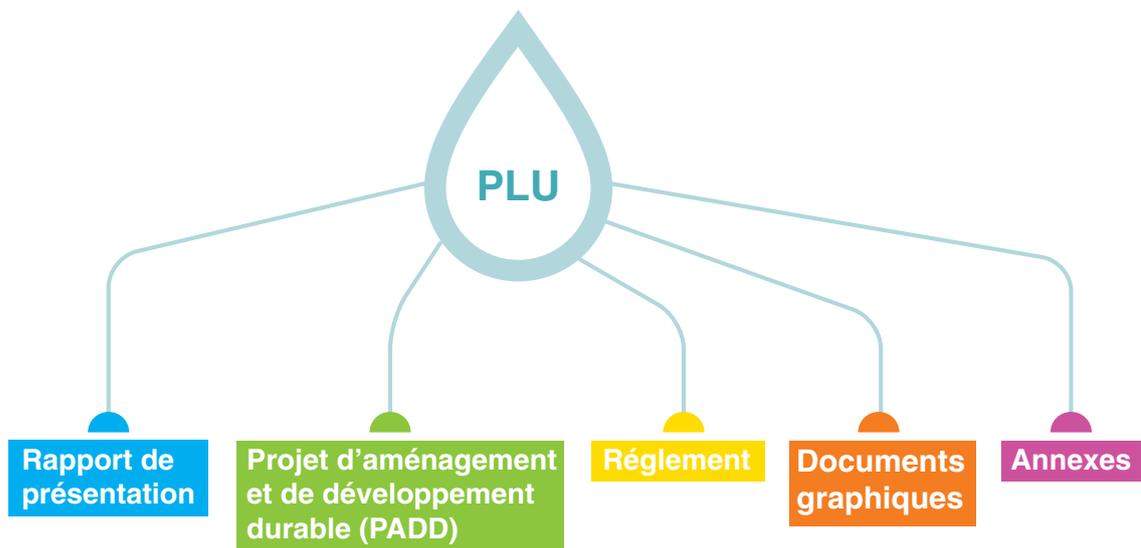
A noter également que, depuis le 1^{er} janvier 2013, l'élaboration des documents de zonage des eaux pluviales impose de consulter les services de l'état pour déterminer au cas par cas si le projet de zonage doit faire l'objet d'une évaluation environnementale ou non.



Le **PLU (plan local d'urbanisme)** communal ou intercommunal, ou **le document d'urbanisme applicable** (plan d'occupation des sols, carte communale), permet de **réglementer l'extension des zones urbanisées et par là même l'imperméabilisation des sols**, en jouant sur des exigences de densité (coefficients d'emprise au sol), de protection des zones naturelles et inondables, de mise en place d'espaces de pleine terre obligatoires...

Le PLU permet de **définir un ensemble de règles de gestion des eaux pluviales** en matière de collecte, d'ouvrages de régulation, de (pré)traitement et... d'infiltration.

C'est également au travers du PLU que sont repris **les zonages des eaux pluviales et les dispositions/obligations liées au code de l'urbanisme qui les accompagnent** (règlement et documents graphiques) :



3

Le service public de gestion des eaux pluviales urbaines et la taxe associée à son financement

La loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 dite « Grenelle II » permet, au travers de son article 165, d'instaurer **une taxe annuelle pour la gestion des eaux pluviales urbaines**⁵. Cette taxe, dont la mise en place est facultative, est due par les propriétaires publics ou privés des terrains et des voiries situés dans une zone urbaine ou urbanisable. Le produit de cette taxe est affecté **au service public de gestion des eaux pluviales urbaines**. Ce service public est de la compétence communale ou du groupement de communes doté de la compétence d'assainissement des eaux pluviales tel qu'un établissement public de coopération intercommunale (EPCI) ou un syndicat mixte, en tant que service public administratif.

La taxe est assise sur la superficie cadastrale ou, à défaut, évaluée par la collectivité l'ayant instituée. La surface non imperméabilisée est déduite de l'assiette de la taxe.

Le tarif de la taxe est fixé par la commune ou son groupement ; il ne peut excéder 1€ par mètre-carré imperméabilisé et par an (1€/m²/an). Une superficie imperméabilisée minimale (inférieure à 600 m²), en-deçà de laquelle la taxe ne serait pas mise en recouvrement, peut également être instituée.

Il convient de noter que les propriétaires qui ont réalisé des dispositifs évitant ou limitant le déversement des eaux pluviales hors de leur terrain bénéficient **d'un abattement compris entre 20 et 100% du montant de la taxe**. Cet abattement, fixé par la collectivité, sera fonction de l'importance de la réduction des volumes rejetés⁶.

Nous voyons là toute l'importance de développer les techniques alternatives d'infiltration des eaux pluviales d'autant plus que la taxe « eaux pluviales » sera ou aura été instaurée sur un territoire donné.

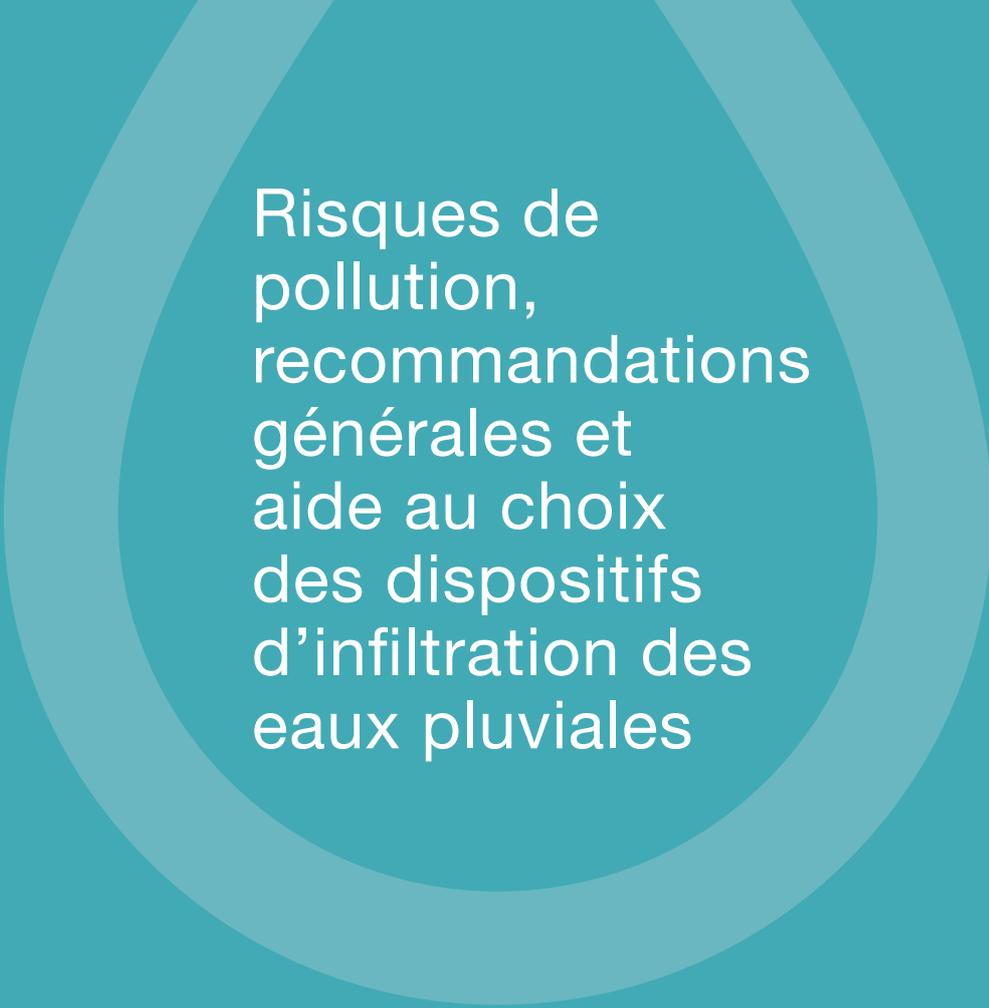
5 // Cela concerne les aires urbaines, c'est à dire des terrains et des voiries de zones urbaines, de zones à urbaniser, de zones ouvertes à l'urbanisation, ou rendues constructibles par un document d'urbanisme.

6 // A noter que l'article L. 2333-97 du CGCT (Code Général des Collectivités Territoriales) ne précise rien sur la possibilité d'intégrer des tarifs différenciés en fonction du type d'occupation des sols, à l'exception des surfaces non imperméabilisées.



Risques de
pollution,
recommandations
générales et
aide au choix
des dispositifs
d'infiltration des
eaux pluviales

Partie 2



Risques de
pollution,
recommandations
générales et
aide au choix
des dispositifs
d'infiltration des
eaux pluviales

Partie 2



Lors d'un évènement pluvieux, les polluants accumulés ou déposés, sous forme dissoute ou particulaire (fixés sur les particules), sont entraînés par le ruissellement des eaux de pluies.

Les eaux de pluies ainsi souillées **contiennent plus de 60% des contaminants urbains**, et plus de 40% des polluants prioritaires ou dangereux au sens de la directive cadre sur l'eau (DCE).

Sources	Polluants
Essences et pots catalytiques	Plomb, nickel, cobalt, platine, palladium, rhodium, HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), MTBE (Methyl-TertioButyl Ether)
Freins	Cuivre, chrome, nickel, plomb, zinc, fer
Pneus	Zinc, plomb, cuivre, chrome, nickel, cadmium
Revêtement des routes	Nickel, manganèse, plomb, chrome, zinc, arsenic, HAP
Entretien des voiries	Pesticides, sels
Toitures	Cadmium, plomb, cuivre, zinc, fer
Consommation humaine	Papiers, plastiques, verres, mégots...
Végétaux et animaux	MES (Matières En Suspension), matières oxydables (DCO, DBO ₅)

D'une façon générale, la pollution peut avoir une origine accidentelle (accident routier), être soumise à des variations saisonnières (salage, désherbage chimique), ou être chronique.

Il est proposé ici de s'intéresser plus particulièrement aux **pollutions chroniques**, c'est-à-dire celles liées au trafic automobile et au lessivage par les pluies des zones imperméabilisées (voirie, parkings, toitures). La pollution chronique générera deux types d'effets :

1 - Un effet cumulatif, qui s'opère sur une longue période, et dont les polluants sont quantifiés au pas de temps annuel (en Kg/ha/an) :

Paramètres de pollution	Rejets pluviaux lotissement - parking - ZAC	Rejets pluviaux zone urbaine dense ZAC importante
MES (Matière En Suspension)	660	1000
DCO (Demande Chimique en Oxygène)	630	820
DBO₅ (Demande Biochimique en Oxygène sur 5 jours)	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Plomb	1	1,3

2 - Un effet de choc, lié aux épisodes pluvieux de fréquence annuelle ou plus rares. Par exemple, une pluie de fréquence annuelle apportera 5 à 10% de la pollution annuelle. Un orage qui fait suite à une longue période sèche, pourra générer une quantité encore plus importante de pollution (résultats donnés en **Kg/ha/épisode** pluvieux) :

Paramètres de pollution	Episode pluvieux de fréquence annuelle	Episode pluvieux plus rare (2 à 5 ans)
MES	65	100
DCO	40	100
DBO₅	6,5	10
Hydrocarbures totaux	0,7	0,8
Plomb	0,04	0,09



Les eaux de pluie qui ruissellent sur une toiture, sur une chaussée, ou sur un support tel que les glissières de sécurité en bordure de voiries, se chargent également en **métaux lourds**.

Les flux de métaux lourds les plus caractéristiques sont les suivants :

Type de rue	Cuivre (kg/ha de route/an)	Plomb (kg/ha de route/an)	Zinc (kg/ha de route/an)
Rue résidentielle	0,11	0,22	0,35
Route principale	0,39	0,78	1,26
Autoroute	0,51	1,02	1,64

Concentrations moyennes :
Cu < Pb < Zn

Polluants	Glissière en acier galvanisé (kg/km/an)
Cadmium	0,16
Cuivre	0,23
Plomb	2,10
Zinc	1045 (1 tonne !)

Préférer des glissières à habillage en bois, ou mieux : des terre-pleins engazonnés...

Type de toiture et concentrations	Cuivre (mg/L)	Plomb (mg/L)	Zinc (mg/L)
Tuiles	0,35	3,30	3,00
Ardoises	0,40	6,40	1,00
Zinc	0,10	0,24	8,00
Toitures métalliques	2,00	7,00	4,00

Pour l'acier, préférer des toitures en aluminium, acier inoxydable, ou en acier galvanisé prépeint...

Il convient de noter que **la majeure partie des polluants est fixée aux particules** (matières fines minérales ou organiques) qui contribuent à la turbidité de l'eau :

Paramètre :	DCO	DBO ₅	Hydrocarbures totaux	Cuivre	Plomb	Zinc
% de fixation :	83 à 90 %	77 à 95 %	86 - 87 %	65 %	95-96 %	65 %

Importance d'une bonne décantation et/ou filtration avant infiltration dans la nappe.

Pour obtenir un abattement intéressant de la pollution par décantation, il est nécessaire de **retenir les particules supérieures à 30-50 µm** (micromètre), soit de respecter une vitesse «de chute» de 1m/h⁷.

Ainsi, la durée et la fréquence de la pluie vont conditionner **l'importance de la pollution** générée mais également **le dimensionnement des ouvrages** de collecte, de rétention et d'infiltration des eaux de pluie.

7 // La vitesse de chute ou de sédimentation concerne les matières solides en suspension dans les eaux pluviales. Il s'agit d'une notion de base permettant le dimensionnement d'ouvrages de retenue-décantation. Elle se quantifie en mètre par heure (m/h).

2

Recommandations générales et éléments de conception-dimensionnement



2.1 - Recommandations générales

Quelle que soit la technique d'infiltration des eaux pluviales retenue, **les principes généraux suivants doivent être respectés** pour une préservation quantitative et qualitative optimale de la nappe alluviale :

- **Une étude hydrogéologique ou une étude de sols adaptée**, qui intègre un ou plusieurs essai(s) de perméabilité aux profondeurs requises (à la base des futurs ouvrages d'infiltration souhaités), **doit être préalablement réalisée** ;
- **Pour les sols ou les parcelles perméables, l'infiltration doit être impérativement privilégiée** lors de tous nouveaux projets afin d'assurer la réalimentation de la nappe sous-jacente. Ainsi, les principes d'évacuation tels que le rejet en fossés (imperméabilisés ou busés), dans les cours d'eau, ou encore le rejet dans les réseaux unitaires ou séparatifs doivent être évités autant que de possible ;
- **L'entretien régulier de la voirie et des ouvrages annexes est indispensable** pour maintenir un bon fonctionnement des dispositifs, et donc minimiser les risques de pollution de la nappe liés à un colmatage partiel ou total des ouvrages ;
- **L'usage des produits phytosanitaires** doit être proscrit aux abords et sur les ouvrages d'infiltration des eaux pluviales (risques d'entraînement de matières actives et de contamination de la nappe très importants).
- **Les profondeurs ou hauteurs minimales recommandées** dans les fiches techniques, entre le fond des ouvrages d'infiltration et le niveau haut de la nappe doivent être impérativement respectées pour limiter tout risque de pollution ou de contamination de la nappe.



Un certain nombre d'éléments et de données doit être rassemblé pour mener à bien les études de conception et de dimensionnement des dispositifs d'infiltration des eaux pluviales. Citons les principaux qui sont :

- La connaissance **topographique** minimale pour délimiter le bassin versant et préciser ses caractéristiques ;
- **La pluviométrie locale** ;
- **La perméabilité du sol et du sous-sol** (à la base des futurs ouvrages) ;
- Les **cotes de plus hautes eaux** et/ou les **fluctuations** de la nappe ;
- **L'occupation du sol** et les **risques de pollution** ;
- La localisation des **écoulements** et **l'estimation des débits** ;
- La présence ou non d'un **exutoire** ;
- La **contrainte qualitative** des apports et des volumes rejetés ou infiltrés (présence de la nappe, d'un captage d'eau potable à proximité) ;
- Les disponibilités (ou contraintes) **foncières** ;
- L'**encombrement** (présence de nombreux réseaux) du sous-sol ;
- La **réutilisation de l'espace** ou l'autre fonction (récréative, loisirs, ...) affectée au dispositif d'infiltration ;
- La contrainte réglementaire locale (zonage «eaux pluviales») ou nationale.



2.2 - Éléments simplifiés de conception et de dimensionnement

Quelques données hydrologiques et des éléments simplifiés de conception-dimensionnement sont proposés ci-après. Pour plus de précision, il convient de se reporter aux principaux ouvrages spécialisés dans le domaine et cités dans la bibliographie ci-jointe, ou de faire appel à un cabinet d'études spécialisé.

La rétention temporaire des eaux pluviales avant rejet ou infiltration dans la nappe est une mesure couramment appliquée pour corriger les effets hydrologiques de l'imperméabilisation des projets de viabilisation et d'urbanisation. Si le principe est simple (limiter temporairement le débit du rejet en stockant les eaux excédentaires issues de la zone aménagée ou imperméabilisée), le dimensionnement dépend des hypothèses prises en compte. Une des méthodes simplifiées consiste, à partir du tableau ci-après à déduire le volume à stocker temporairement en fonction des diverses hypothèses prises, sur la base des données pluviométriques statistiques de Météo France (Cf. tableau ci-après).

Caractéristiques pluviométriques - Station de Pau-Uzein

(Source Météo France 1955 - 2005)

Données en mm ou litres par mètre-carré (l/m²)

Durée	Pluie biennale	Pluie quinquennale	Pluie décennale	Pluie vincennale	Pluie trentennale	Pluie cinquanteennale	Pluie centennale
15 minutes	12	17	20	24	25	28	31
30 minutes	15	21	25	28	30	33	37
1 heure	18	25	30	34	37	40	44
2 heures	22	30	35	40	43	46	51
3 heures	25	33	39	44	47	51	56
6 heures	32	41	48	54	57	61	67
12 heures	40	51	58	65	69	73	80
24 heures	51	63	71	78	85	88	95



Les éléments suivants doivent être, en outre, considérés :

- La surface du bassin versant ou de la zone collectée par l'ouvrage de rétention ou de stockage temporaire doit être préalablement délimitée et quantifiée en hectare.
- S'agissant de mesures correctrices à l'urbanisation, le **débit de fuite correspond en théorie au débit « naturel » issu des terrains avant urbanisation ou aménagement. La valeur retenue pour la pluie décennale** ou de temps de retour 10 ans (probabilité de 1/10, soit une chance de 10% d'être atteinte ou dépassée chaque année) est la valeur de **3 l/s/ha**, valeur recommandée par la DREAL Aquitaine et appliquée couramment dans la région et sur le territoire de la CdAPP.
- De même, sachant que le rapport des débits maximaux instantanés de crue Q100/Q10 (rapport du débit de crue centennale sur le débit de crue décennale) est de l'ordre de 2 pour les cours d'eau de la région, **le débit de fuite retenu pour une pluie centennale est de 6 l/s/ha**.
- Une **pluie trentennale avec un débit de fuite de 3 l/s/ha** correspond aux hypothèses de calcul⁸ appliquées au travers des eaux pluviales de la communauté d'agglomération de Pau Pyrénées (CdAPP), pour les projets de lotissement, zonage d'assainissement, de groupe d'habitations, d'habitats collectifs, de zones d'activités ou de grandes unités foncières pouvant faire l'objet de divisions parcellaires.

Les volumes à stocker temporairement, issus du zonage d'assainissement des eaux pluviales de la CdAPP, peuvent être synthétisés de la façon suivante :

Habitat individuel sur terrain isolé
380 m³/ha imperméabilisé (T = 10 ans)
Zone d'activité / habitat collectif / groupe d'habitations / lotissements...
540 m³/ha (T = 30 ans)

ha : hectare et T : période de retour de l'évènement pluvieux

Les données présentées ici sont celles applicables sur la région.

Concernant les données pluviométriques provenant du poste de Pau-Uzein, on peut considérer qu'elles sont applicables à l'ensemble du territoire du plan d'action territorial (PAT) du Gave de Pau. Il convient néanmoins de noter que la tendance de ces dernières années sur les intensités pluviométriques serait à la hausse, en particulier pour les pluies de courtes durées. Les données pluviométriques peuvent donc nécessiter une réactualisation.

Pour aller plus loin dans la démarche de dimensionnement, il convient d'évaluer d'une part le coefficient d'apport « Ca »⁹, et d'autre part la surface active de ruissellement « Sa »¹⁰.

En l'absence d'éléments plus précis et par simplification sur zones urbanisées, les coefficients d'apport (Ca) peuvent être approchés par les coefficients de ruissellement ou « Cr »¹¹.

8 // issues de la normalisation européenne NF EN 752-2.

9 // le coefficient d'apport (Ca) permet de mesurer le rendement global de la pluie, c'est-à-dire la fraction de la pluie qui parvient réellement jusqu'à l'ouvrage.

10 // la surface active (Sa) est définie comme le produit de la superficie du bassin collectée (S) par le coefficient d'apport (Ca) : Sa = S x Ca.

11 // dans le cas de bassins versants très urbanisés et pour une pluie décennale, Ca ≈ Cr.



Mais dans le cas de zones ou de bassins hétérogènes, ainsi que dans le cas de petites pluies (mensuelles ou annuelles) ou a contrario de pluies exceptionnelles (pluie centennale), le coefficient d'apport « Ca » pourra être nettement différent du coefficient de ruissellement « Cr ». Le coefficient d'apport varie en fonction de l'occupation, du type et de l'humidité du sol (en début d'averse le sol qui est peu saturé aura un « Ca » faible, alors qu'il pourrait devenir très élevé en fin d'averse lorsque le sol arrive à saturation), et pour des intensités de pluie (ou de période de retour) données. La littérature fournit cependant des valeurs moyennes qui, faute de mesures locales, pourront être utilisées. Les tableaux suivants permettent, pour une surface urbaine, de calculer le coefficient d'apport « Ca » à partir des coefficients de ruissellement selon la formule ci-après :

$$Ca_{\text{global}} = \frac{\sum Cr_{\text{imper}} \times S_{\text{imper}} + \sum Cr_{\text{non imper}} \times S_{\text{non imper}}}{S_{\text{totale}}} \text{ et } S_{\text{totale}} = \sum (S_{\text{imper}} + S_{\text{non imper}})$$

Avec \sum = somme

Ces coefficients de ruissellement varient en fonction du type de surface et de la pente :

Type de surface	Coefficient de ruissellement (Cr) compris entre
Parc d'activités tertiaires : <ul style="list-style-type: none"> • centres villes • autre 	0,70 / 0,95 0,50 / 0,70
Quartier résidentiel : <ul style="list-style-type: none"> • pour 1 pavillon • ensemble de pavillons détachés • ensemble de pavillons attachés 	0,30 / 0,50 0,40 / 0,60 0,60 / 0,75
Zone industrielle	0,50 / 0,90
Cimetière - Parc	0,10 / 0,25
Aire de jeux	0,25 / 0,35
Rue et trottoirs <ul style="list-style-type: none"> • asphalte • béton • pavé 	0,95 0,95 0,85
Pelouse (sol sablonneux) <ul style="list-style-type: none"> • pente < 2 % • 2 % < pente < 7 % • pente > 7 % 	0,05 / 0,10 0,10 / 0,15 0,15 / 0,25
Pelouse (sol terreux) <ul style="list-style-type: none"> • pente < 2 % • 2 % < pente < 7 % • pente > 7 % 	0,13 / 0,17 0,18 / 0,22 0,25 / 0,35

Valeurs des coefficients de ruissellement en fonction du type de surface



... Ou en fonction de la densité de l'habitat :

Affectation des sols	Coefficient de ruissellement (décennal)
Espaces verts aménagés, terrains de sports...	0,25 à 0,35
Habitat individuel :	
12 logements/ha	0,40
16 logements/ha	0,43
20 logements/ha	0,45
25 logements/ha	0,48
35 logements/ha	0,52
Habitat collectif :	
50 logements/ha	0,57
60 logements/ha	0,60
80 logements/ha	0,70
Equipements publics	0,65
Zones d'activités	0,70
Supermarchés	0,80 à 0,90
Parkings, chaussées	0,95

Exemples de coefficients de ruissellement décennal de zones homogènes permettant d'estimer le coefficient d'apport pour des surfaces urbaines.

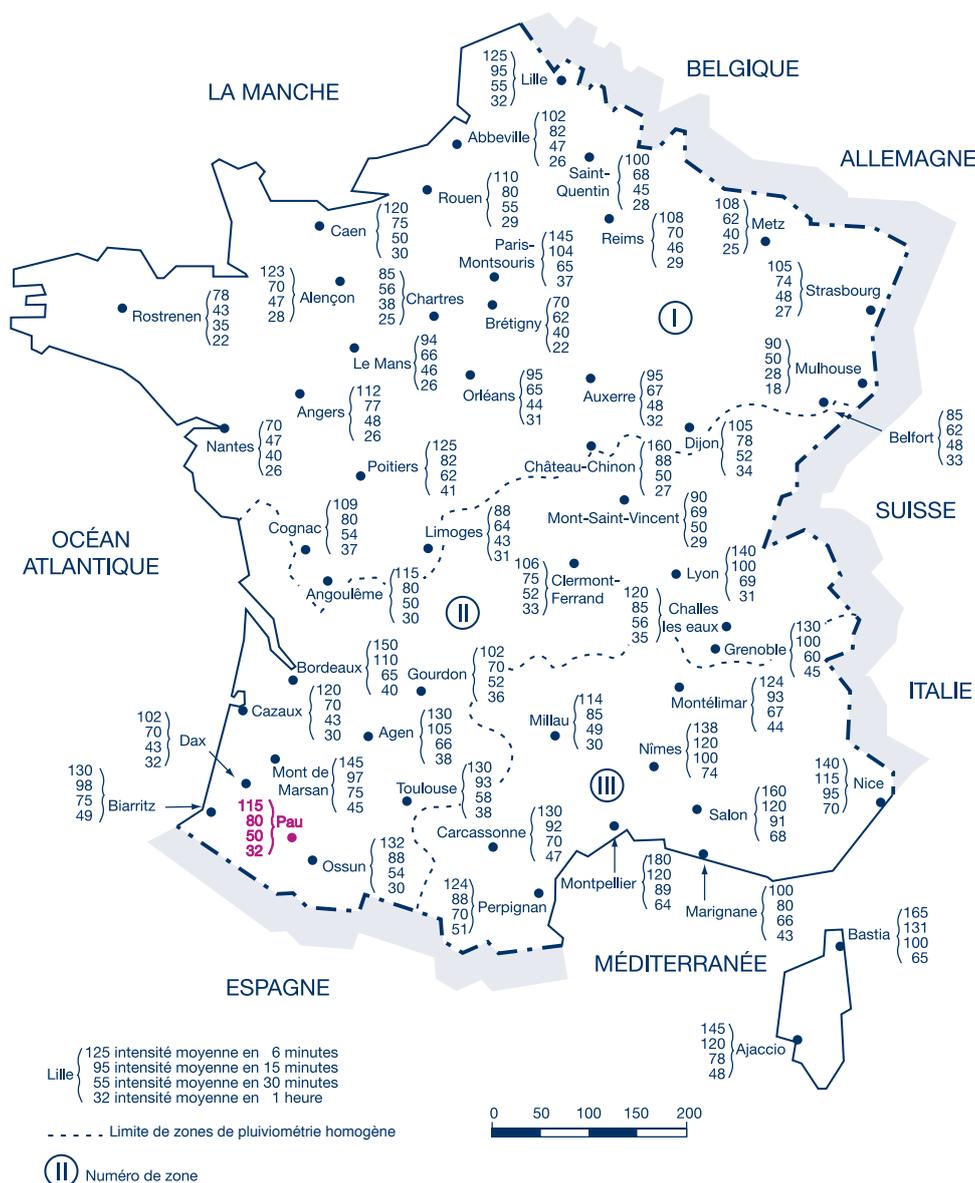
Une méthode simplifiée, dénommée «**méthode des volumes**», permet de dimensionner manuellement les ouvrages d'infiltration. Elle s'applique dans le cas de bassins versants inférieurs à 200 hectares, avec un coefficient de ruissellement pondéré compris entre 0,2 et 1, ainsi qu'une pente comprise entre 0,2 et 5 %. Spécifiée par l'instruction technique de 1977, cette méthode admet :

- Que le débit de fuite de l'ouvrage est constant ;
- Que le territoire du plan d'action territorial du Gave de Pau se situe en « Région II » sur le plan de l'intensité d'averses (Cf. figure ci-après) ;
- Que le coefficient d'apport est constant pendant toute la durée de l'averse.



Intensités moyennes d'averses (mm/h) en 6, 15, 30 et 60 minutes dépassées, en moyenne, une fois tous les 10 ans :

(d'après : Intensités d'averses en France – Juil. 1970 – Ministère de l'Équipement et du Logement – DAFU, DEU)

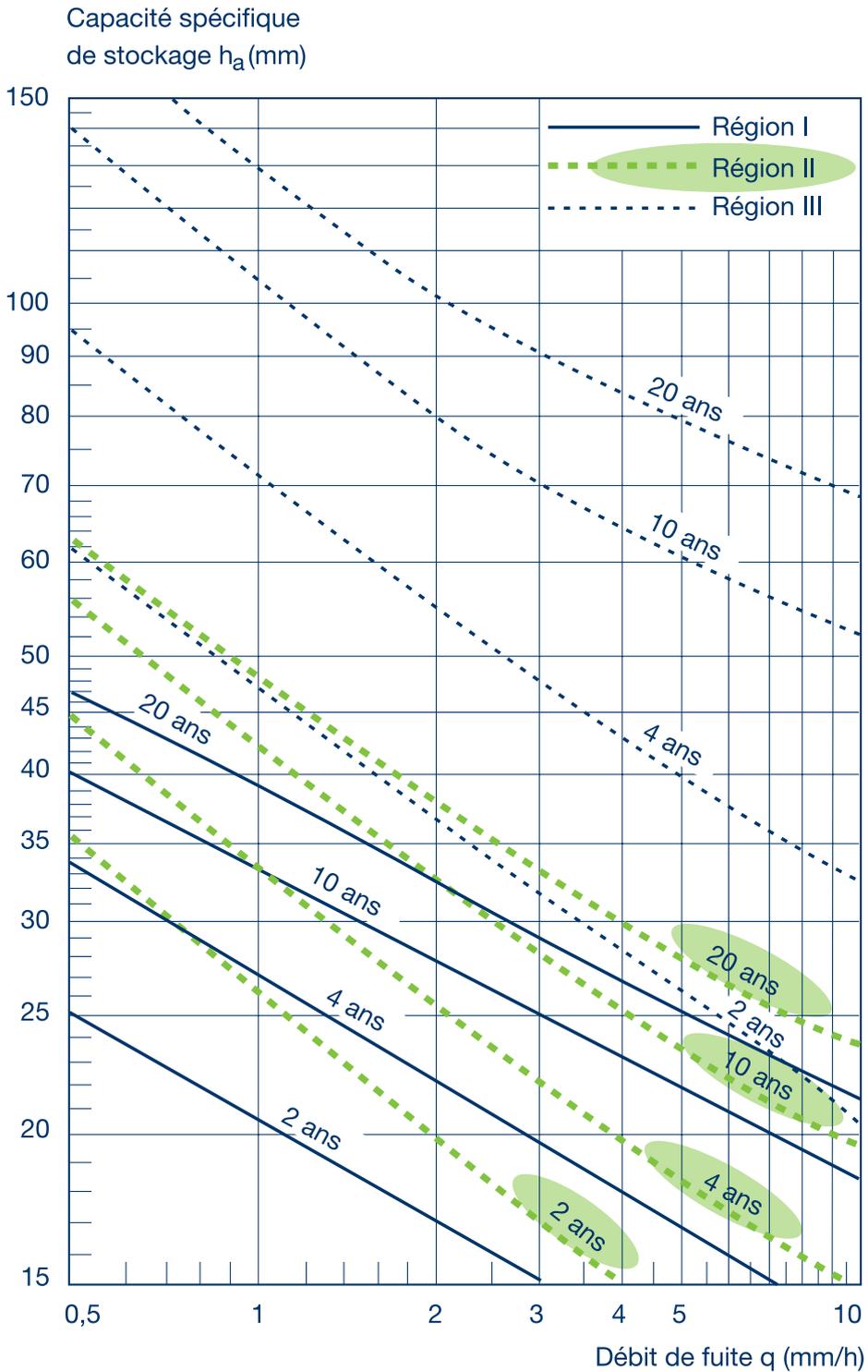


En pratique, le calcul se conduit de la façon suivante (voir les fiches techniques des noues, fossés, espaces verts, chaussées à structure réservoir, et bassins d'infiltration pour plus de détails) :

1. Calcul de la surface active « Sa » en hectare ;
2. Choix du débit de fuite Q en mètre-cube par seconde (m³/s) ;
3. Calcul du débit spécifique « qs » par hectare de surface active en millimètre par heure (mm/h) (cf. fiches techniques) ;
4. Détermination de la hauteur spécifique de stockage « ha » en mm à l'aide de l'abaque de la figure suivante pour la Région pluviométrique II et pour la période de retour de la pluie choisie en fonction du débit de fuite ;
5. Calcul du volume utile de stockage exprimé en mètre-cube (m³).

**Abaque pour le dimensionnement de la hauteur spécifique de stockage « ha »
(méthode des volumes) :**

(Cf. circulaire n°77.284 / INT du 22 juin 1977)





Dans le cas des ouvrages d'infiltration qui nous intéressent tout particulièrement, **le débit de fuite pourra correspondre en tout ou partie à la capacité du sol à infiltrer les eaux**, c'est-à-dire à la perméabilité du sol au droit du projet.

Pour que l'infiltration des eaux pluviales soit possible et pérenne, **la perméabilité du sol** (ou conductivité hydraulique, notée **K** et quantifiée en mètre par seconde ou **m/s**) **doit être comprise entre 10^{-2} et 10^{-5} m/s**. Pour les perméabilités plus faibles que 10^{-5} m/s, il est préférable de rechercher horizontalement et/ou verticalement des horizons ou des niveaux plus propices à l'infiltration. Le tableau ci-dessous permet d'estimer grossièrement la perméabilité en fonction du type de sol :

K(m/s)	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}
Type de sol	Gravier sans sable ni éléments fins	Sable avec gravier, sable grossier à sable fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène						
Possibilités d'infiltration	Excellentes à très bonnes	Bonnes à moyennes		Moyennes à très faibles	Très faibles à nulles						

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (d'après Musy & Soutter, 1991).

Plage de perméabilités généralement constatées sur la plaine alluviale du Gave de Pau.

Il est rappelé que **seule une étude hydrogéologique à la parcelle**, avec essais de perméabilité aux profondeurs requises, **permet de définir la capacité d'infiltration du sol à la base de l'ouvrage d'infiltration**.

D'une manière générale, des **surverses de sécurité ou des trop-pleins peuvent également être prévus** en partie haute de l'ouvrage avec un rejet vers un site ou un secteur à moindre vulnérabilité. Dans le cas d'un projet **soumis à déclaration ou à autorisation** au titre du code de l'Environnement (ou de la loi sur l'Eau), le dossier devra proposer (et argumenter) un débit de fuite cohérent avec les enjeux à l'aval et avec la vulnérabilité ou l'objectif de bon état écologique du milieu hydraulique récepteur, avant acceptation par les services de l'Etat.

De même, tout rejet de surverse ou de trop-plein vers un réseau collectif unitaire (qui collecte aussi bien des eaux usées que des eaux pluviales) ou séparatif (avec un réseau dédié soit aux eaux usées seules, soit aux eaux pluviales strictes), requiert **une autorisation préalable** de la part du concessionnaire ou du gestionnaire de ces réseaux dans la mesure où le rejet ne porte pas préjudice au bon fonctionnement des collecteurs et autres ouvrages associés.



3

Rendements épuratoires

Comme indiqué précédemment, les eaux de ruissellement de voiries, de zones imperméabilisées et de toitures sont chargées en différents polluants. Les techniques proposées permettent un certain abattement en pollution mais ne sont pas considérées comme des dispositifs épuratoires.

Toutefois, le couplage de plusieurs techniques alternatives (fossé, ou noue végétalisée, suivi d'un puits d'infiltration par exemple) peut s'avérer très intéressant pour garantir de bons résultats épuratoires.

Tableau indicatif des rendements épuratoires (en %)

Paramètres	Noues	Fossés	Espaces verts	Tranchées d'infiltration	Puits d'infiltration	Structure réservoir	Bassin d'infiltration
Hydrocarbures	50 à 70	50 à 60	50 à 65	65	60	70	50 à 60
Plomb	60 à 75	50 à 65	50 à 70	71	75	60 à 90	50 à 65
Zinc	60 à 90	50 à 80	60 à 80	80	75	50 à 60	50 à 80
Cuivre	45	40	45	30 à 40	70 à 75	80	40 à 60
MES	50 à 60	50 à 80	50 à 60	0	80 à 90	50 à 80	80 à 90

Ces rendements indicatifs correspondent à des ouvrages conçus, dimensionnés et réalisés dans les règles de l'art. L'entretien régulier des ouvrages jouera également en faveur du maintien d'un rendement optimal, rendement qui risque de se dégrader avec le temps. Il est évident qu'un ouvrage mal conçu au départ ou/et mal entretenu sera sujet à un colmatage prématuré qui se traduira inévitablement par une dégradation de ses capacités épuratoires et d'infiltration.

4

Avantages et Contraintes des différents dispositifs



Les avantages et contraintes relatifs à chacune des techniques d'infiltration des eaux pluviales souillées sont repris par les tableaux ci-après :

• PUIITS d'infiltration (fiche technique n°1) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Peu d'emprise foncière - Bonne intégration dans le tissu urbain - Réalimentation de la nappe - Pas de contrainte topographique majeure - Technique intéressante dans le cas d'un sol superficiel imperméable et d'un sous-sol perméable 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de colmatage prématuré par défaut d'entretien - Entretien régulier - Risque de pollution de la nappe si les matériaux filtrants ne sont pas mis en place et remplacés ou nettoyés régulièrement et si le fond du puits est à moins de 2 m de la nappe

• NOUES d'infiltration (fiche technique n°2) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt paysager - Réalisation aisée - Entretien aisé - Réalimentation de la nappe phréatique - Coût peu élevé (hors plantes épuratrices) - Bonne efficacité épuratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de colmatage par défaut d'entretien - Emprise foncière pouvant être relativement importante - Risque de débordement si l'ouvrage est sous-dimensionné - Nuisances possible si stagnation d'eau

• FOSSES d'infiltration (fiche technique n°2 bis) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Conception et réalisation aisées - Emprise foncière réduite - Réalimentation de la nappe phréatique - Coût peu élevé - Entretien peu coûteux - Efficacité épuratoire correcte 	<ul style="list-style-type: none"> - Curage à prévoir tous les 2 à 5 ans - Risque d'accident (talus abrupt et profondeur pouvant être importante) - Risque de colmatage - Risque de débordement si l'ouvrage est sous-dimensionné - Nuisances possibles si stagnation de eau



Nous avons souhaité intégrer l'aménagement d'espaces vert dédiés à l'infiltration au rang d'ouvrages d'infiltration en tant que tel.

Ainsi, nous entendons par « espaces vert infiltrants » tout espace d'agrément conçu et végétalisé (engazonné, arboré, orné d'arbustes et/ou de plantes épuratrices), dont le modelé de terres en creux (topographie) et la perméabilité quantifiée du sol autorisent la récupération puis l'infiltration des eaux pluviales.

• **ESPACES VERTS infiltrants** (fiche technique n°3) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Intérêt paysager et esthétique - Utilisation possible en espaces de loisirs - Entretien déjà prévu par ailleurs - Coût peu élevé - De plus en plus intégré en zone urbaine dense - Répartis le long des voiries et des zones imperméabilisées - Réalimentation de la nappe phréatique - Bonne efficacité épuratoire 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de colmatage - Emprise foncière immobilisée pouvant être importante - Fonction première d'agrément avec un usage souvent secondaire de gestion des eaux pluviales - Risque de pollution et/ou de débordement si surface sous-dimensionnée - Nuisances possibles si stagnation d'eau - Entretien régulier obligatoire (fonction de l'usage)

• **TRANCHÉES d'infiltration** (fiche technique n°4) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Réalimentation de la nappe - Coûts relativement faibles - Installation aisée et maîtrisée - Très bonne intégration paysagère - Faible emprise foncière - Bien adaptées aux terrains plats - Volumes acceptés pouvant être importants 	<ul style="list-style-type: none"> - Risque de colmatage prématuré - Si colmatage, le dispositif doit être complètement changé - Entretien régulier nécessaire - Peu adaptées à des terrains à forte pente - Risque de pollution de la nappe si les matériaux utilisés ne sont pas adaptés

• **STRUCTURE RESERVOIR** (fiche technique n°5) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Ouvrages enterrés sans impact visuel - Insertion en milieu urbain sans consommation d'espace supplémentaire - Dépollution efficace des eaux pluviales par décantation et filtration au travers de la structure - Elimination de l'aquaplaning et suppression des éclaboussures - Réalimentation de la nappe 	<ul style="list-style-type: none"> - Coûts importants - Etude et mise en œuvre délicates - Risques de colmatage importants - Entretien avec matériel spécifique - Eviter la présence des réseaux sous l'emprise de la structure - Problème de la pose ultérieure des réseaux



• **BASSINS d'infiltration** (fiche technique n°6) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none">- Bonne intégration paysagère (zone verte en milieu urbain ou périurbain)- Utilisation pour les aires de détente, terrains de jeux- Coûts de réalisation pas trop élevés- Entretien relativement simple (tonte ou balayage)	<ul style="list-style-type: none">- Emprise foncière importante- Risque de nuisances si stagnation d'eau- Entretien fréquent des espaces verts pour les bassins paysagers- Risque de pollution de la nappe si aucune rétention amont ou matériaux filtrants ne sont mis en place

Bien que ne faisant pas partie des techniques d'infiltration à proprement parler, il nous semble important d'évoquer également **les ouvrages basés sur la décantation physique**. Parmi eux, nous pouvons citer **les séparateurs d'hydrocarbures** et plus particulièrement ceux **équipés d'un filtre ou d'une cellule lamellaire¹² à coalescence**. Les séparateurs à hydrocarbures ou débourbeurs-déshuileurs, font partie des techniques classiques de prétraitement. Généralement mis en place en aval d'exutoires d'eaux de ruissellement des aires imperméabilisées (parkings en zone sensible, zones à risque de déversement, aires de lavage de véhicules, stations-services, sites industriels...), **ils peuvent être installés en amont des dispositifs d'infiltration cités plus haut, dans des secteurs soumis au risque de déversement accidentel d'hydrocarbures**.

Suite à divers retours d'expérience, il apparaît que l'efficacité des séparateurs à hydrocarbures est réelle contre la pollution aux hydrocarbures «libres» et présents à de fortes concentrations comme lors de pollutions massives. A l'inverse, ces systèmes semblent moins appropriés pour les parkings et les routes où les concentrations piégées restent faibles. Les eaux de ruissellement de chaussées présentent en effet une faible concentration en hydrocarbures libres (généralement inférieure à 10 mg/L).

12 // ce type de filtre ou de cellule permet de piéger, par gravité et/ou par coalescence (phénomène par lequel deux substances identiques, mais dispersées, ont tendance à se réunir), les hydrocarbures (plus légers) présents dans les eaux pluviales.

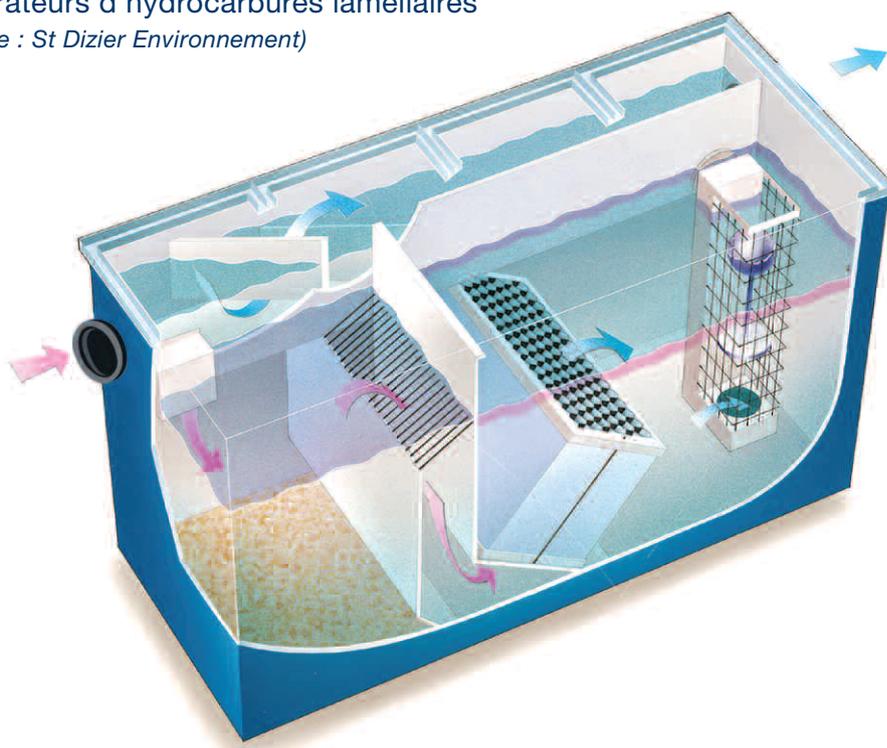
Ils permettent ainsi d'améliorer le piégeage de particules solides au niveau du 1^{er} compartiment « débourbeur » d'une part, et des hydrocarbures « libres » (de densité généralement inférieure ou égale à 0,85) au niveau du 2nd compartiment « déshuileur » d'autre part. Le tableau ci-après fait état des avantages et des contraintes de ces dispositifs de prétraitement.

• **Séparateurs d'hydrocarbures lamellaires** (fiche technique n°7) :

Avantages	Contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Prétraitement des eaux de ruissellement soumises au risque ponctuel de pollution ou susceptibles d'être fortement chargées en hydrocarbures - Ouvrage invisible car enterré - Faible emprise 	<ul style="list-style-type: none"> - Efficacité non garantie en cas de faible concentration de polluants ou de pollution chronique - Perte d'efficacité en cas d'épisodes pluvieux importants - Généralement peu adaptés aux variations de débit - Entretien régulier nécessaire - Risque de fuite des particules et polluants piégés - Coûts d'investissement et d'entretien élevés.

Séparateurs d'hydrocarbures lamellaires

(Source : St Dizier Environnement)



5

Choix des dispositifs d'infiltration



Les tableaux généraux suivants permettent d'orienter le choix vers la technique d'infiltration la plus adaptée. A noter que les espaces verts ont été considérés comme une technique d'infiltration à part entière, à partir du moment où ils sont prévus pour infiltrer les eaux pluviales et que la perméabilité en profondeur est suffisante.

Tableau d'aide au choix de techniques d'infiltration en fonction du projet ou de l'opération :

Types de solution		TYPES D'OPERATION						
		Habitat individuel en isolé	Habitat en résidence verticale (1)	Habitat collectif dense	Habitat en lotissement	Bâtiment industriel	Parc d'activités	Domaine public voirie
Structures enterrées	Tranchées d'infiltration	++	++	+ (2)	+++	+ (3)	+ (3)	++ (2)
	Structure réservoir	+	+++	++	+++	- (4)	- (4)	++ (4)
	Puits d'infiltration	++	+	+	++	-	-	-
Systèmes dits à ciel ouvert	Bassins secs	+ (5)	- (5)	+ (5)	+++	++	++	+
	Noues et fossés (7)	++	+	+	+++	++ (3)	++ (3)	++ (6)
	Espaces verts infiltrants (7)	+	+	+	++	+ (3)	++ (3)	++ (6)

- : non ou peu adapté + : assez adapté ++ : adapté +++ : particulièrement adapté

- (1) : habitat qui dispose de très peu de foncier ou d'espaces communs
- (2) : en soignant l'entretien et en évitant des pratiques pouvant endommager la structure
- (3) : uniquement pour les eaux non susceptibles d'être polluées
- (4) : problèmes liés aux poids lourds
- (5) : problèmes liés aux coûts fonciers
- (6) : concerne les zones à faible circulation
- (7) : infiltration sur surface existante ou surface créée

Tableau d'aide au choix de techniques d'infiltration en fonction du tissu urbain :

	Puits d'infiltration	Noues (ou fossés)	Espaces verts infiltrants	Tranchées d'infiltration	Structure réservoir	Bassin d'infiltration
«Centre urbain» tissu dense	+++	+ (si espaces verts suffisants)	+ (si foncier disponible)	+++ (sous espace public)	+++ (sous espace public)	+ (oui si fonction récréative)
Péri urbain tissu moins dense	++	++	+++	++	++ (sous chaussée ou espace public)	+++
Rural Habitat éparés	+	+++	+++	-	-	+++

- : peu adapté + : assez adapté ++ : adapté +++ : particulièrement adapté

Les noues d'infiltration nécessitent de l'espace, souvent limité en zone urbaine dense. De plus, implantées dans des zones passantes, elles imposent de prendre en compte les risques d'accidents pour les piétons ainsi que la collecte régulière des déchets qui y sont abandonnés. **En milieu rural ou péri-urbain, l'espace disponible est généralement plus important, il est donc plus aisé de mettre en place des noues ou des bassins d'infiltration.** Les chaussées à structure réservoir ne sont pas adaptées à des aires de stationnement, giratoires et à des zones avec virages serrés.

Il est **difficile de donner un coût même indicatif ou estimé pour les différents types d'ouvrages d'infiltration.** Les **gammes de prix** peuvent en effet être **très étendues en fonction des contraintes du site** (contraintes foncières, encombrement en réseaux divers, possibilité de coordonner les travaux avec la voirie, possibilité ou non de valoriser l'espace au-dessus de l'ouvrage, possibilité ou non de réutiliser les alluvions ou matériaux drainants en place, ...). Les coûts d'investissement et d'entretien peuvent néanmoins être comparés qualitativement de la manière suivante :

	Puits d'infiltration	Noues (ou fossés)	Espaces verts	Tranchées d'infiltration	Structure réservoir	Bassin d'infiltration
Investissement	+ / ++	- / +	+ / ++	++ / +++	+++	++
Entretien	- / +	- / +	+ / ++	+ / ++	++	+

- : peu coûteux + : modérément coûteux ++ : relativement coûteux +++ : coûteux

Pour simplifier, nous pouvons retenir l'évolution progressive de coûts suivante :

Fossés < Noues < Puits < Espaces verts < Bassin < Tranchées < Structure réservoir



- ADOPTA
La gestion durable des eaux pluviales
www.adopta.fr/fiches/fiche1.pdf
- ALISMA - **Plantes aquatiques** - www.alisma.fr
- ALLIOT Angélique.
Modélisation des écoulements souterrains de la nappe alluviale du Gave de Pau
Rapport de fin d'étude - Master Géo-ressources
Université de Bordeaux - Institut EGID Bordeaux III, 2012, 60 p.
- AZZOUT Yolande, BARRAUD Sylvie, CRES François-Noël, ALFAKIH Elham.
Techniques alternatives en assainissement pluvial.
Lavoisier, 1994. 371 p. ISBN 2-85206-998-9
- BRELLE Patricia.
Synthèse des données sur l'efficacité réelle des séparateurs à hydrocarbures.
Synthèse technique, ENGREF Centre de Montpellier, 2005. 16 p. www.agroparistech.fr/IMG/pdf/brelle.pdf
- Centre National d'Innovation pour le Développement Durable et l'Environnement dans les petites entreprises.
www.cnidep.com/D412.pdf
- CERTU – « **La ville et son assainissement – Principes, méthodes et outils pour une meilleure intégration dans le cycle de l'eau.** ». 2004, 503 p.
- CERTU, Ministère de l'Ecologie – « **L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement** ». 2008, 180 p.
- CETE Sud Ouest Fascicule III.
Les solutions compensatoires en assainissement pluvial - www.languedoc-roussillon.ecologie.gouv.fr/eau/compensation/Fascicule%20III.pdf
- Circulaire n°77.284 / INT du 22 juin 1977.
Instruction technique relative aux réseaux d'assainissement des agglomérations.
- Communauté Urbaine du Grand Lyon.
Guide pratique - www.grandlyon.com/Gestion-des-eaux-pluviales.3559.0.html
- DEMBELE Abel.
MES, DCO et polluants prioritaires des rejets urbains de temps de pluie : mesure et modélisation des flux événementiels.
Thèse de Doctorat, Institut National des sciences Appliquées (INSA) de Lyon, 2010, 267 p.
- DURAND Cédric.
Caractérisation Physico-chimique des produits de l'assainissement pluvial.
Thèse de Doctorat, Université Poitier, 2003. 268 p.
- L'Eau dans les Documents d'Urbanisme.
Guide méthodologique. Edité par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne, 2010. 150 p + CD d'accompagnement.
- Ecomusée du Bambou et conservatoire botanique de Phuan. www.ecobambou-phuan.org/theme-2-recherche-sur-la-phytoremediation-pour-la-protection-de-l-environn.html
- FNDAE, MM. DAUM J. R. et MARTELAT A.
Document technique n°17 – Guide sur la gestion et la protection des captages d'eau potable dans les nappes alluviales, 1997, 70 p.
- GRAIE, Groupe de Recherche Rhône-Alpes sur les Infrastructures de l'Eau – **Recommandations pour la faisabilité, la conception et la gestion des ouvrages d'infiltration des eaux pluviales en milieu urbain.**
Guide technique issu du programme «MGD Infiltration du RCGU». URGC, INSA de Lyon, LES et ENTPE, 2006, 62 p.
- KAFI-BENYAHIA Mounika.
Variabilité spatiale des caractéristiques et des origines des polluants des temps de pluie dans le réseau d'assainissement unitaire Parisien.
Thèse de Doctorat, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 2006. 502 p.
- Légifrance, le service public de la diffusion du droit.
www.legifrance.gouv.fr
- LUTZ Nicolas.
Etudes des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales et usées en aménagement. Projet de fin d'étude. INSA de Strasbourg, 2010. 92 p.
- MEDDE – **Mise en place de la TAXE pour la GESTION des EAUX PLUVIALES URBAINES.** Guide d'accompagnement. Edité par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2012, 93 p.
- Reminieras G.
L'hydrologie de l'ingénieur. Edition Eyrolles, Paris, 1980, 453 p.
- Phytorestore, **concepteur de jardins filtrants.**
www.phytorestore.com
- Régions Aquitaine et Poitou-Charentes (DDAF, DDE, DIREN, CETE). **Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement.** Rapport 2007.
- Réseau Eau, Idéal Connaissance.
www.reseau-eau.net/welcome.do
- ROBERT-SAINTE.P, GROMAIRE.M-C, DE GOUVELLO.B, SAAD.M, CHEBBO.G.
Quantification et modélisation des émissions de métaux par les matériaux de couverture des bâtiments. TSM, 2011, n°5, pp. 41-51
- ROBERT-SAINTE Pauline.
Impact des matériaux de toitures sur la contamination métallique des eaux de ruissellement urbaines.
Thèse de Doctorat, Université de Paris Est, 2007. 234 p.
- SAINT DIZIER ENVIRONNEMENT. **Traitement à la source des eaux pluviales en milieu urbain et industriel** – Dispositif STOPPOL®, une réponse adaptée à la pollution des eaux de ruissellement et aux techniques alternatives, 2010.
www.saintdizierenvironnement.eu
- Université de Rennes, plantes épuratrices.
www.spc.univ-rennes1.fr/Rennes1Campus/2003/plantes.pdf
- Zonage d'Assainissement Pluvial de la Communauté d'Agglomération de Pau. **Zonage des eaux pluviales et règlement associé, 2012.**

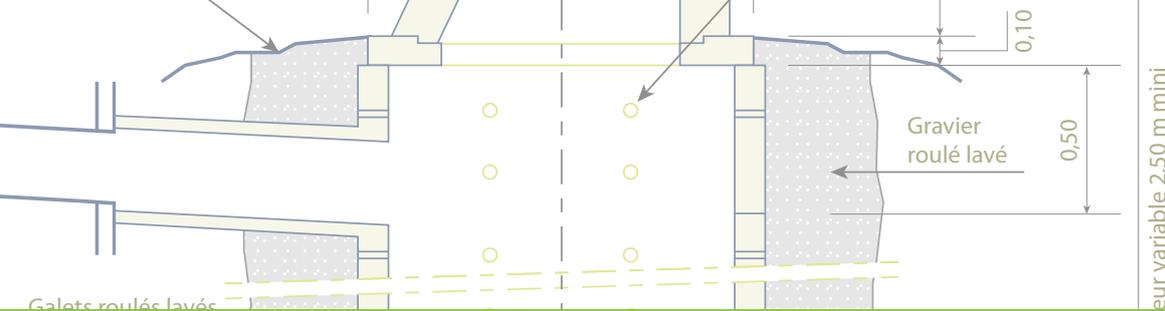


Fiches
techniques
d'ouvrages
types
d'infiltration
des eaux
pluviales

Partie 3

Fiche
technique

1



Fiche 1
1/3

Les puits d'infiltration

■ Conception

- Le puits d'infiltration doit être précédé d'un ouvrage de prétraitement tel qu'un puisard ou un regard de décantation (préfabriqué ou non, avec ou sans filtre intégré) comme indiqué sur le schéma suivant. Il peut aussi judicieusement être précédé d'un dispositif tel qu'une noue ou une tranchée d'infiltration (cf. fiches techniques 2 et 4).
- Le système de filtre intégré au puits, qui est composé de sables ainsi que de galets roulés lavés, doit avoir idéalement une épaisseur de 50 cm à 1 mètre.
- Un système ou une paroi anti-racine peut être installé dans le cas d'arbres à proximité.
- Le puits d'infiltration peut revêtir différentes formes géométriques (circulaire, rectangle, ...). On peut parler également de « plateaux absorbants » dans le cas de zones d'infiltration concaves et agrémentés en surface.

■ Entretien

- Le puisard ou regard de décantation amont doit être nettoyé régulièrement pour éviter son colmatage.
- Le puits d'infiltration doit être nettoyé deux fois par an par hydrocurage, de préférence après la chute des feuilles.
- L'entretien régulier de l'espace environnant est primordial pour éviter le colmatage du puits (déchets, feuilles...).
- Le système filtrant en fond de puits doit être changé tous les 3 à 5 ans en fonction du degré de colmatage.

■ Recommandations

- **Conserver une hauteur entre le fond du puits et le niveau le plus haut connu de la nappe d'au moins 1 à 1,5 mètres, et de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable.**
- La perméabilité du sol doit être comprise entre 10^{-5} et 10^{-2} m/s.
- En fin de réalisation, **des essais d'injection d'eau doivent être effectués** afin de vérifier son bon fonctionnement.
- Proscrire l'usage des produits phytosanitaires aux abords des ouvrages.

■ Dimensionnement

• Calcul du débit d'infiltration du puits :

Le débit d'infiltration est le suivant : $Q_s = S_p * K$

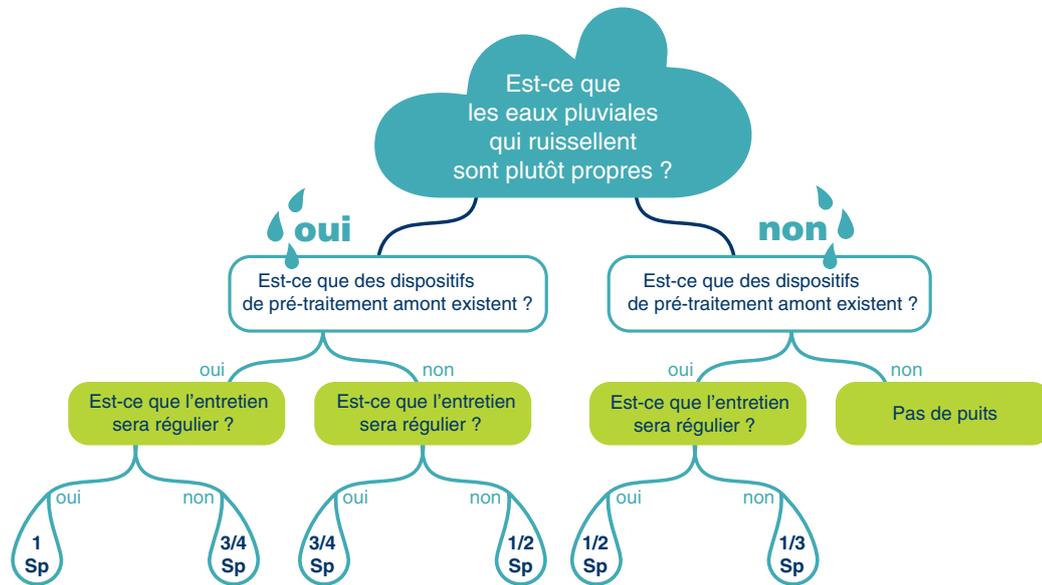
Avec : Q_s en m^3/s .

S_p : surface intérieure du puits concernée par l'infiltration en m^2 .

K : perméabilité en m/s mesurée par un essai de type «Porchet».

Fiche 1
2/3

Concernant la surface « **S** », la base du puits n'est pas prise en compte pour des raisons de risque élevé de colmatage. Seule une partie des parois, de surface « **Sp** », participe à l'infiltration. Il est donc nécessaire de prendre un coefficient de sécurité. Ainsi, le logigramme suivant donne les surfaces à prendre en compte :



La surface « **Sp** » correspond donc à la surface des parois concernée par l'infiltration : $Sp = 2 * \pi * R * p$
Avec **R** le rayon du puits et **p** la profondeur du puits.

Le rayon du puits sera calculé à la fin du dimensionnement.

La profondeur du puits est choisie en fonction du niveau le plus haut connu de la nappe.

• Calcul du volume à stocker :

Le calcul du volume à stocker est le suivant : $V_n = \frac{\max(V \text{ entré } (t) - V \text{ sorti } (t))}{n}$

V entré : le volume d'eau entré dans le puits depuis la surface drainée par ce puits au temps $t = Sa * H(D)$:

Avec : **Sa** : surface active en $m^2 = \text{Coefficient d'imperméabilisation} * \text{Surface imperméabilisée } (m^2)$.

Le coefficient d'imperméabilisation pour des voiries et parkings est généralement pris à 0,95.

H : Hauteur (m) d'eau tombée lors d'une pluie de période de retour et un intervalle de temps choisis (se reporter à la partie 2 et au tableau de la page 23).

V sorti : le volume d'eau sorti du puits par infiltration au temps $t = Q_s * D$:

Avec : **Qs** : le débit d'infiltration en m^3/s .

D : la durée de la pluie en secondes.

n : porosité du matériau ($n=1$ dans le cas d'un puits creux).

• Calcul du volume géométrique :

Le volume géométrique est donné par l'expression suivante : $V_g = \pi * R^2 * p$

Avec π : Pi, égal 3,14.

R : le rayon du puits en m.

p : la profondeur du puits en m.

On a donc $V_g = V_n \Leftrightarrow \pi * R^2 * p = Sa * H(D) - Q_s * D$, et étant donné que le rayon **R** apparaît dans **Qs** et que toutes les autres valeurs sont connues, le rayon peut être calculé par le polynôme de degré 2 suivant :

$$\pi * p * R^2 + \alpha * 2 * \pi * p * K * D * R - Sa * H(D) = 0$$

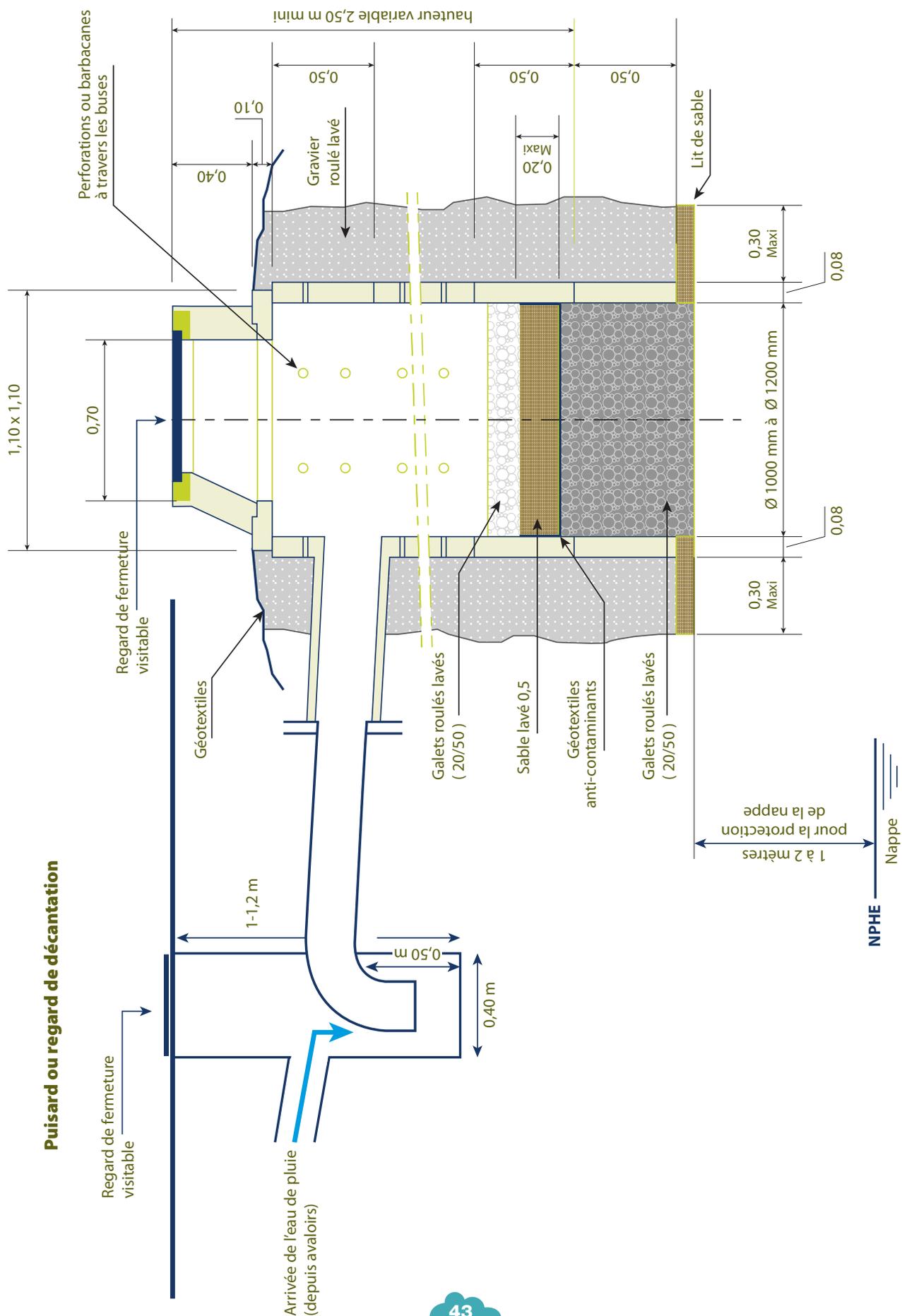
Avec α : coefficient affecté à la surface **Sp** (cf. logigramme ci-avant).

La résolution de cette équation permet de trouver le rayon, et le volume « **Vg** » du puits peut ainsi être calculé.

Schéma type de puits d'infiltration

d'après le guide pratique de la Communauté Urbaine du Grand Lyon

Fiche 1
3/3



Fiche
technique

2



Les noues d'infiltration



© Ville de Lescar

Noues enherbées

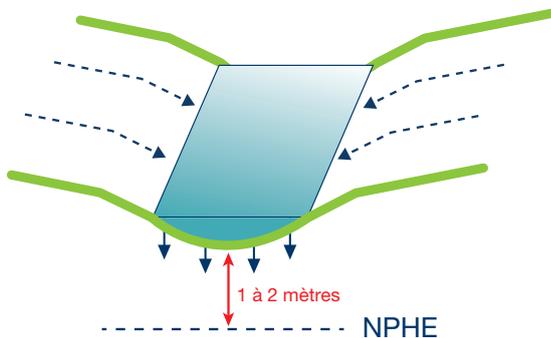


© CERTU

Noues végétalisées

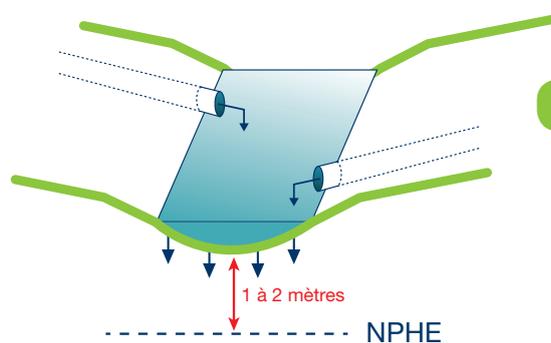
1

Apports répartis
(par ruissellement)



2

Apport(s) localisé(s)
(via 1 ou plusieurs canalisations)



ou encore :

1 + 2

Les deux types d'apports restent possibles et sont souvent cumulés

NPHE : niveau des plus hautes eaux de la nappe (prévoir idéalement 2 mètres de hauteur en zone d'alimentation de captage).

Conception

• Noues enherbées :

- Terrasser en récupérant 20 cm minimum de terre végétale à régaler par la suite en surface de la noue ;
- Réaliser un engazonnement, idéalement à partir de mi-septembre à fin octobre en fonction des conditions climatiques (cf. à ce titre le Cahier des Clauses Techniques Générales ou CCTG-35 « espaces verts ») ;
- A N+1, à partir de fin février, vérifier le niveau de couverture. Si il est partiel, procéder à un semis de regarnissage ;
- Les pluies de printemps achèveront le travail ;
- Prévoir éventuellement une surverse à débit régulé (facultative dans le cas de sols très perméables) vers un exutoire adapté (réseau hydraulique superficiel ou réseau de collecte des eaux pluviales), en aval du dispositif. S'assurer au préalable de recueillir les autorisations administratives correspondantes ;
- La profondeur habituelle d'une noue varie entre 0,4 et 0,7 mètre au maximum, avec des pentes en profil en travers de 3 à 4 pour 1 (3-4H/V).

Fiche 2 2/3

• Noues végétalisées :

Les noues végétalisées permettent une diminution plus importante de la pollution en utilisant idéalement les plantes épuratrices suivantes :

- *Juncus sp* (diverses variétés disponibles)
- *Arundo donax*
- *Iris pseudoacorus*
- *Myriophyllum brasiliense*
- *Pistia stratiotes*
- *Scirpus lacustris*
- *Salix alba*
- *Carex riparia et pendula*
- *Mentha aquatica*
- *Phragmites australis*
- *Pontederia crassipes*
- *Typha latifolia*
- *Nymphaea sp*

■ Entretien

- Une tonte est nécessaire une à deux fois par an au minimum. La fréquence de tonte sera liée à l'usage paysager ou récréatif de la noue ;
- Un curage peut être envisagé tous les 10 ans, selon l'état de colmatage de la noue ;
- Arrosage si nécessaire durant les périodes sèches ;
- Le ramassage régulier des feuilles et des déchets est également indispensable ;
- Il est possible, qu'au début de la mise en fonctionnement des noues le terrain soit moins perméable que prévu et donc plus humide voire boueux en certains endroits. Cet état de fait dure le temps que la végétation ou les diverses plantes s'enracinent, participant au drainage et aérant le sol. La perméabilité finale est obtenue après ce laps de temps.

■ Recommandations

- **Une hauteur minimale de 1 à 1,5 mètres (de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable) est recommandée entre le fond de la noue et le niveau le plus haut connu de la nappe ;**
- Lors de la mise en œuvre du projet, il est important de **limiter les apports de fines vers les noues** en les protégeant par un film étanche le temps du chantier. En cas d'impossibilité de mettre en pratique ces précautions, prévoir un nettoyage à la fin des travaux ;
- Un géotextile peut être mis en place sous la terre végétale de surface, dans le cas où la hauteur minimale de la nappe serait faible (1 mètre) et pour permettre une meilleure filtration particulaire.
- Il est important de **ne pas compacter le sol des noues d'infiltration** de manière à ne pas diminuer la perméabilité du sol en place ;
- Il est recommandé d'attendre que la végétation ait poussé avant une mise en service définitive. Il faut parfois protéger l'engazonnement de la noue lors de sa mise en œuvre avec une toile de jute en fibre de coco qui se dégradera naturellement avec le temps ;
- Un cloisonnement de la noue, avec ouvrage de régulation éventuel (dimensionné au débit de fuite admissible en aval), peut être envisagé pour compenser l'effet de la pente du profil en long et/ou permettre la réalisation des traversées perpendiculaires (accès aux propriétés, voies perpendiculaires...) ;
- **Proscrire l'usage des produits phytosanitaires** sur la zone et ses abords.

■ Dimensionnement

• Calcul du débit de fuite :

Le débit de fuite est donné par : $Q = K * S$

Avec : K = perméabilité en m/s mesurée par un essai de type « Porchet ».

S = surface infiltrante au miroir = largeur * longueur en mètre-carré (m²).



La largeur ainsi que la longueur de la noue sont choisies en fonction des contraintes du site.

• Calcul de la surface active :

Dans le calcul de la surface drainée ou collectée, il faut prendre en compte les surfaces imperméabilisées et la largeur de l'espace vert attenant à la noue s'il y a lieu. Ainsi, la surface active pourra être calculée comme suit :

$$Sa = (S_{\text{imperméabilisée}} * C_{\text{imperméabilisation}}) + (S_{\text{espace vert}} * Ca)$$

$C_{\text{imperméabilisation}}$ = généralement pris à 0.95 pour les voiries et parkings.

Ca = coefficient d'apport = 0.05 dans le cas d'un terrain plutôt perméable avec 100% de couverture végétale.

• Calcul du volume à stocker (méthode des volumes) :

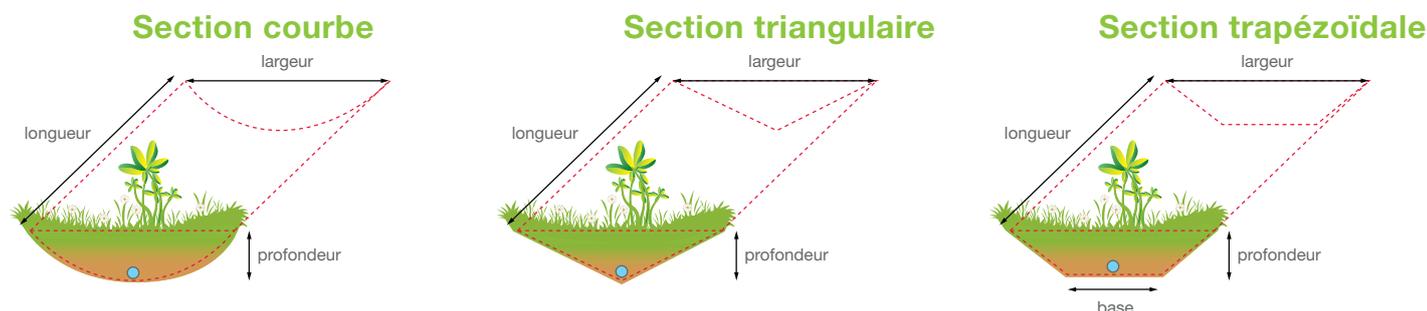
Calcul du débit spécifique : $qs = 360 * Q/Sa$

Avec Q : le débit de fuite en m³/s, et Sa : la surface active en hectare.

A partir de « qs » et de l'abaque de l'instruction technique de 1977 (cf. page 28), on évalue la hauteur spécifique de stockage par « ha » en mm.

Ainsi, le volume à stocker est le suivant : $V = 10 * ha * Sa$ avec V en m³, ha en mm, Sa en hectare.

Enfin, la hauteur ou profondeur de la noue peut être calculée par les formules suivantes en isolant le « ha » :



Pour les sections courbes : $V = \text{longueur} * \text{Largeur} * h * (3,14 / 4)$

Pour les sections triangulaires : $V = \text{longueur} * (\text{largeur} / 2) * \text{profondeur}$

Pour les sections trapézoïdales : $V = \text{longueur} * \text{profondeur} * ((\text{largeur} + \text{base}) / 2)$

Dans le cas de noues cloisonnées avec surverse ou orifice de régulation, le volume à stocker « V » doit tenir compte du volume reçu ou rejeté aussi bien au niveau de la noue « amont » que de la noue « aval ».

La pente du profil en long va influencer fortement sur le volume de stockage. Ainsi, plus la pente est importante et moins le volume de stockage sera optimisé. D'où l'importance du cloisonnement.

Fiche
technique

2bis



Les fossés d'infiltration

© APGL 64



© APGL 64



1

Apports répartis
(par ruissellement)

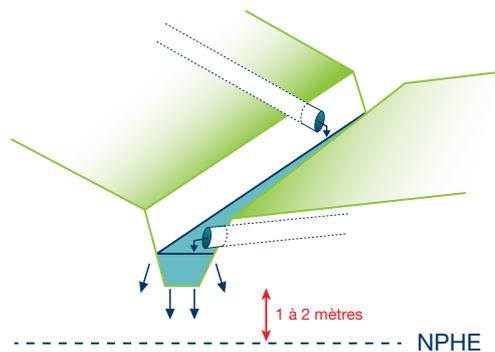
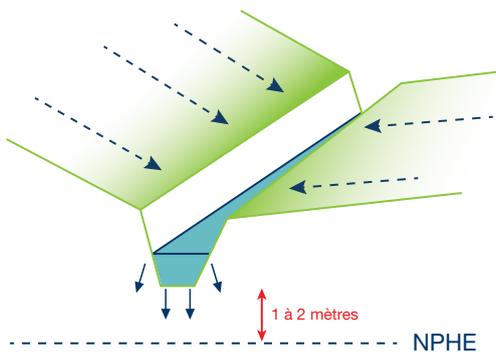
2

Apport(s) localisé(s)
(via 1 ou plusieurs canalisations)

ou encore :

1 + 2

Les deux types
d'apports restent
possibles et sont
souvent cumulés



NPHE : niveau des plus hautes eaux de la nappe (prévoir idéalement 2 mètres de hauteur en zone d'alimentation de captage).

Conception

- Le creusement du fossé se fait de l'exutoire vers le point haut, à l'aide d'un tractopelle ou d'une pelle mécanique équipée d'un godet triangulaire ou trapézoïdal ;
- La pente des rives ou des côtés est généralement de l'ordre de 1 pour 1, avec 1 mètre de largeur pour 1 mètre de hauteur (voire moins d'1 mètre de largeur pour 1 mètre de hauteur) ;
- Le fossé est réalisé après les terrassements généraux ;
- Ses côtés et le fond sont laissés en brut, en veillant à ne pas lisser les parois ;
- La végétation doit être implantée (de préférence) ou peut se développer naturellement ;
- La pente des flancs du fossé dépend de la nature du sol et de la tenue des terres ;
- Le fossé n'est, par nature, pas drainé ;
- Prévoir éventuellement une surverse à débit régulé (facultative dans le cas de sols perméables), vers un exutoire adapté (réseau hydraulique superficiel ou réseau de collecte des eaux pluviales) en aval du dispositif. S'assurer au préalable de recueillir les autorisations administratives correspondantes.

Entretien

- Passage de l'épaveuse 2 à 3 fois par an ;
- Le ramassage des feuilles et des déchets est également nécessaire ;
- Curage tous les 2 à 5 ans, en fonction du développement de la végétation, des éboulements de parois et des apports de terres issus du ruissellement (ou de l'érosion) des parcelles environnantes.

Recommandations

- **Une hauteur minimale de 1 à 1,5 mètres (de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable) est recommandée entre le fond du fossé et le niveau le plus haut connu de la nappe ;**
- Le fossé devra être suffisamment dimensionné afin de permettre une bonne capacité d'infiltration et d'**éviter une trop longue stagnation d'eau ;**
- Il est important de prévoir une pente minimale pour le profil en long ;
- Il convient de **ne pas laisser la végétation envahir le fossé, sauf dans le cas d'un fossé végétalisé de plantes épuratrices** (cf. fiche technique n°2 relative aux noues végétalisées) ;
- Un fossé peut être profond, parfois de plus de 1,5 m. Il convient dès lors d'être vigilant vis-à-vis des piétons (enfants en particulier) et des aspects liés à la sécurité des usagers en général ;
- Les fossés sont généralement plus adaptés en zone rurale ou industrielle, et peu recommandés en zone urbaine ou périurbaine ;
- Un cloisonnement du fossé, avec ouvrage de régulation éventuel (dimensionné au débit de fuite admissible en aval), peut être envisagé pour compenser l'effet de la pente du profil en long et/ou permettre la réalisation des traversées perpendiculaires (accès aux propriétés, voies perpendiculaires...) ;
- **Proscrire l'usage des produits phytosanitaires** dans et aux abords des fossés.

Dimensionnement

Calcul du débit de fuite :

Le débit de fuite se calcule d'après les 2 fonctions : d'évacuation d'une part (donnée par la section du fossé) et d'infiltration d'autre part calculée à partir de la formule suivante :

Le débit de fuite est donné par : $Q = K * S$

Avec **K** : perméabilité en m/s mesurée par un essai de type « Porchet ».

S : surface infiltrante au miroir = largeur * longueur en mètre-carré (m²).

La largeur ainsi que la longueur de la noue sont choisies en fonction des contraintes du site.



Calcul de la surface active :

Dans le calcul de la surface drainée, il faut prendre en compte les surfaces imperméabilisées et la largeur de l'espace vert attenant à la noue s'il y a lieu. Ainsi, la surface active sera calculée comme suit :

$$S_a = S_{\text{imperméabilisée}} * C_{\text{imperméabilisation}} + S_{\text{espace vert}} * C_a$$

C imperméabilisation = généralement pris à 0.95 pour les voiries et parkings.

Ca = coefficient d'apport = 0.05 dans le cas d'un terrain plutôt perméable avec 100% de couverture végétale.

• **Calcul du volume à stocker (méthode des volumes) :**

Calcul du débit spécifique : $qs = 360 * Q / Sa$

Avec : **Q** : le débit de fuite en m³/s.

Sa : la surface active en hectare.

A partir de « **qs** » et de l'abaque de l'instruction technique de 1977 (cf. page 28), on évalue la hauteur spécifique de stockage par « **ha** » en mm.

Ainsi, le volume à stocker est le suivant : $V = 10 * ha * Sa$

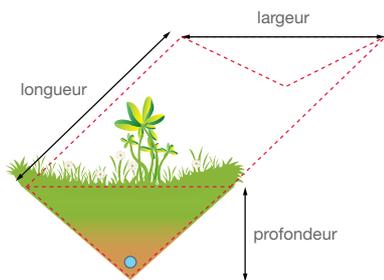
Avec : **V** : en m³.

ha : en mm.

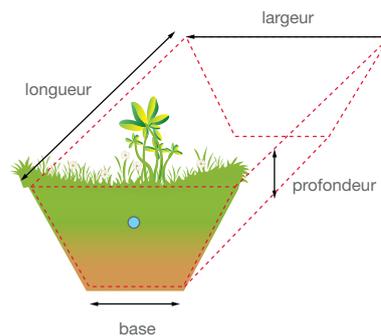
Sa : en hectare.

Enfin, la hauteur ou profondeur de la noue peut être calculée par les formules suivantes en isolant le « **ha** » :

Section triangulaire



Section trapézoïdale



Pour les sections triangulaires : $V = longueur * (largeur / 2) * profondeur$

Pour les sections trapézoïdales : $V = longueur * profondeur * ((largeur + base) / 2)$

Dans le cas de fossés cloisonnés avec surverse ou orifice de régulation, le volume à stocker « **V** » doit tenir compte du volume reçu ou rejeté aussi bien au niveau du fossé « amont » que du fossé « aval ».

La pente du profil en long va influencer fortement sur le volume de stockage. Aussi, plus la pente est importante et moins le volume de stockage sera optimisé. D'où l'importance du cloisonnement.

Fiche
technique

3



Les espaces verts infiltrants



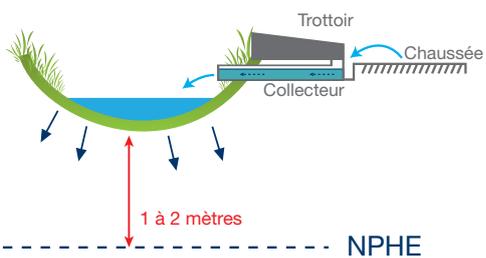
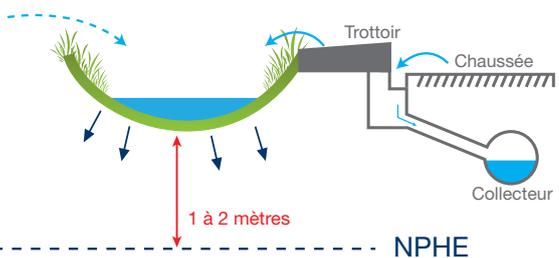
© SIEP de Jurançon



© DDTM 66

1 Apports répartis (par ruissellement)

2 Apport(s) localisé(s) (via 1 ou plusieurs canalisations)



ou encore :

1 + 2

Les deux types d'apports restent possibles et sont souvent cumulés

NPHE : niveau des plus hautes eaux de la nappe (prévoir idéalement 2 mètres de hauteur en zone d'alimentation de captage).

Conception

- Création identique à un espace vert classique : mise en forme paysagère, préparation du sol, semis de gazon ;
- Prévoir une pente très faible, inférieure à 6 pour 1 ($< 6H / 1V$) ;
- Les surfaces et la conception peuvent être très variables (espace vert de bord de chaussée, parcs et jardins...) ;
- Pour les parcs, la surface submersible doit être limitée par rapport à la surface totale de l'espace vert ;
- Prévoir éventuellement une surverse à débit régulé (non nécessaire dans le cas de sols très perméables) vers un exutoire adapté (réseau hydraulique superficiel ou réseau de collecte des eaux pluviales), en aval du dispositif. S'assurer au préalable de recueillir les autorisations administratives correspondantes ;
- Des plantes épuratrices peuvent judicieusement être disposées dans les zones basses (cf. liste des plantes adaptées sur la fiche n°2) ;

Fiche 3
2/3

- Concevoir les espaces verts en leur conférant la double fonction de « parc » d'agrément et d'infiltration des eaux pluviales, avec une attention particulière donnée à l'esthétique (modèle de terres harmonieux) ;
- Des plantes vivaces ou des arbustes qui tolèrent les conditions humides mais aussi les sécheresses occasionnelles peuvent être plantés (quenouilles, spirées, eupatoires, cornouillers, saules arbustifs...);
- Pour l'engazonnement, un mélange de semences de rivages ou de prairies humides peut judicieusement être semé.

■ Entretien

- Gestion classique d'espace vert : tontes régulières ;
- Le ramassage des feuilles et des déchets est nécessaire ;
- Une scarification, avec ré-engazonnement éventuel, peut être envisagée en fonction du degré de colmatage en surface (moins d'infiltration, durée de stagnation d'eau préjudiciable).

■ Recommandations

- **Une hauteur minimale de 1 à 1,5 mètres (de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable) est recommandée entre la base de l'espace vert infiltrant (zone basse) et le niveau le plus haut connu de la nappe ;**
- S'assurer au préalable de la bonne perméabilité du sol sous-jacent via des essais type « Porchet » et dimensionner l'espace en conséquence ;
- Veiller à bien scarifier la surface du sol et à **ne pas compacter le sol lors des travaux ;**
- Eviter les apports d'engrais pour pelouses et végétaux, et **proscrire l'usage des produits phytosanitaires ;**
- Dans les parcs, il peut être judicieux de tracer les allées et cheminements piétonniers de façon à ce qu'ils ne se retrouvent pas en zone basse ou immergée. Des passerelles peuvent également être mises en place.

■ Dimensionnement

• Calcul du débit de fuite :

Le débit de fuite se calcule d'après les 2 fonctions : d'évacuation d'une part (donnée par la section de l'espace infiltrant), et d'infiltration d'autre part calculée à partir de la formule suivante :

Le débit de fuite est donné par : $Q = K * S$

Avec : **K** : perméabilité en m/s mesurée par un essai de type « Porchet ».

S : surface infiltrante au miroir = largeur * longueur en mètre-carré (m²).



La largeur ainsi que la longueur de l'espace infiltrant sont choisies en fonction des contraintes du site.

• Calcul de la surface active :

Dans le calcul de la surface drainée, il faut prendre en compte les surfaces imperméabilisées s'il y a lieu et la surface de l'espace vert infiltrant. Ainsi, la surface active sera calculée comme suit :

$$Sa = S \text{ imperméabilisée} * C \text{ imperméabilisation} + S \text{ espace vert} * Ca$$

C imperméabilisation = généralement pris à 0.95 pour les voiries et parkings.

Ca = coefficient d'apport = 0.05 dans le cas d'un terrain plutôt perméable avec 100% de couverture végétale (cas d'un espace vert sur alluvions à forte perméabilité).

• Calcul du volume à stocker (méthode des volumes) :

Calcul du débit spécifique : $qs = 360 * Q / Sa$

Avec : **Q** : le débit de fuite en m³/s.

Sa : la surface active en hectare.

A partir de « **qs** » et de l'abaque de l'instruction technique de 1977 (cf. page 28), on évalue la hauteur spécifique de stockage par « **ha** » en mm.

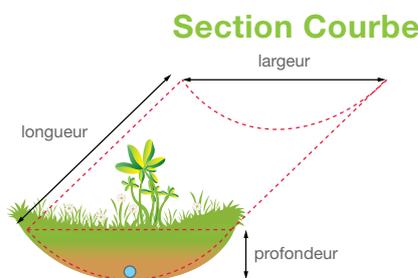
Ainsi, le volume à stocker est le suivant : $V = 10 * ha * Sa$

Avec : **V** : en m³.

ha : en mm.

Sa : en hectare.

Enfin, la hauteur ou profondeur de l'espace vert peut être calculée par la formule suivante en isolant le « **ha** » :



Sections courbes : $V = \text{longueur} * \text{Largeur} * ha * (3,14/4)$

Dans le cas d'un espace vert cloisonné avec surverse ou orifice de régulation, le volume à stocker « **V** » doit tenir compte du volume reçu ou rejeté aussi bien au niveau de la zone « amont » que de la zone « aval ».

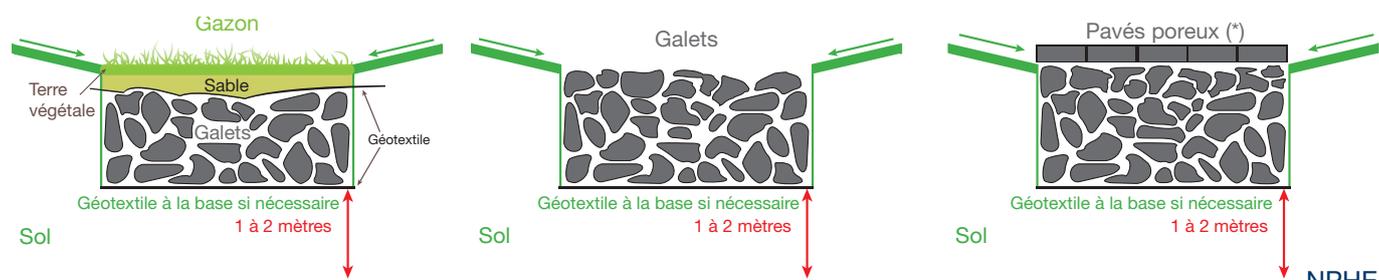
La pente du profil en long va influencer fortement sur le volume de stockage. Ainsi, plus la pente est importante et moins le volume de stockage sera optimisé. D'où l'importance du cloisonnement.

Fiche
technique

4



Les tranchées d'infiltration



(*) prévoir un géotextile adapté si sable sous pavés.

NPHE : niveau des plus hautes eaux de la nappe (prévoir idéalement 2 mètres de hauteur en zone d'alimentation de captage).

Conception

- La composition des matériaux constitutifs des tranchées d'infiltration est la suivante :
 - graves et galets à porosité d'environ 30 %,
 - matériaux alvéolaires de type structures alvéolaires ultra légères (SAUL) avec une porosité d'environ 90-95 %,
 - sable, dans le cas d'une tranchée avec comme revêtement de surface du gazon,
 - géotextile sous le sable, et à la base de la tranchée si nécessaire.
- En surface, les tranchées peuvent être composées de matériaux poreux comme l'enrobé drainant, les pavés à joints larges, la pelouse ou... les galets ;
- Un puisard de décantation peut être couplé à la tranchée en amont, permettant ainsi une décantation de l'eau ;
- Un système anti-racines (pare-racines) peut être mis en place dans le cas d'arbres à proximité.

Entretien

- Ramasser régulièrement les déchets ou les débris végétaux.
- Entretenir le revêtement drainant de surface par aspiration et nettoyage à l'eau sous haute pression (150 à 200 bars). Prévoir un décolmatage tous les 5 ans si zone de parking ;
- Les dispositifs de décantations, s'ils existent, doivent être nettoyés régulièrement ;
- Le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.

Recommandations

- Une hauteur minimale de 1 à 1,5 mètres (de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable) est recommandée entre la base de l'ouvrage et le niveau le plus haut connu de la nappe ;
- Prévoir idéalement un ouvrage de décantation en amont de l'ouvrage ;
- Préférer, dans le cas où cela s'avèrerait nécessaire, la mise en place d'un géotextile à forte perméabilité à la base de la tranchée afin de réduire les risques de colmatage ultérieur ;
- Pour mesurer l'efficacité de l'ouvrage, il conviendrait d'installer un piézomètre aux deux extrémités de la tranchée ;
- Un contrôle de fin de réalisation consiste à vérifier la capacité de stockage et de vidange par des essais de remplissage ;
- Veiller à ce que le fond de la tranchée soit bien horizontal ;
- Le choix de l'emplacement doit faire l'objet d'une évaluation professionnelle.
- **Eviter la plantation d'arbres et d'arbustes à proximité.**

Dimensionnement

Calcul du débit d'infiltration :

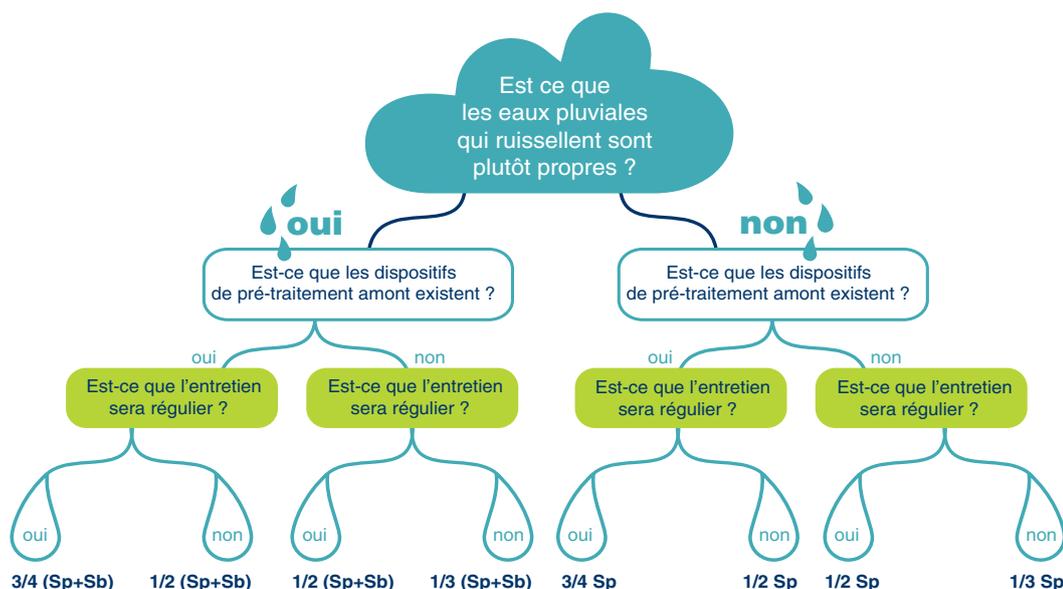
Le débit d'infiltration est le suivant : $Q_s = S * K$

Avec : Q_s : en mètre-cube par seconde (m^3/s).

S : surface intérieure de la tranchée concernée par l'infiltration en mètre-carré (m^2).

K : perméabilité en mètre par seconde (m/s) mesurée par un essai de type « Porchet ».

Concernant la surface « S », il est nécessaire de prendre en compte le phénomène de colmatage et donc de prendre un coefficient de sécurité. Le logigramme suivant donne les surfaces à prendre en compte :



La surface « Sp » correspond à la surface des parois concernée par l'infiltration, et « Sb » à la surface de la base. Les dimensions de la tranchée (longueur, largeur et profondeur) sont choisies au départ par rapport aux contraintes du site, et seront modifiées si nécessaire à la fin du calcul.

- Calcul du volume à stocker :

Le calcul du volume à stocker est le suivant : $V_n = \frac{\max(V \text{ entré } (t) - V \text{ sorti } (t))}{n}$

V entré : le volume d'eau entré dans la tranchée depuis la surface drainée par la tranchée au temps $t = S_a * H(D)$:

Avec : **Sa** : surface active en $m^2 = \text{Coefficient d'imperméabilisation} * \text{Surface imperméabilisée } (m^2)$.
Le coefficient d'imperméabilisation pour des voiries et parking est généralement pris à 0,95.

H : Hauteur (m) d'eau tombée lors d'une pluie de période de retour et un intervalle de temps choisis (se rapporter à la partie 2 et au tableau en bas de page 23).

V sorti : le volume d'eau sorti de la tranchée par infiltration au temps $t = Q_s * D$:

Avec : **Qs** : le débit d'infiltration en m^3/s .

D : la durée de la pluie en secondes.

n : porosité du matériau.

- Calcul du volume géométrique :

Le volume géométrique de la tranchée est donné par l'expression suivante : $V_g = n * L * l * p$

Avec : **L** : la longueur (m).

l : la largeur (m).

p : la profondeur de la tranchée, en mètre.

n : porosité du matériau.

- **Vn et Vg** doivent être ensuite comparés afin de modifier les dimensions pour que le volume de stockage soit suffisant.

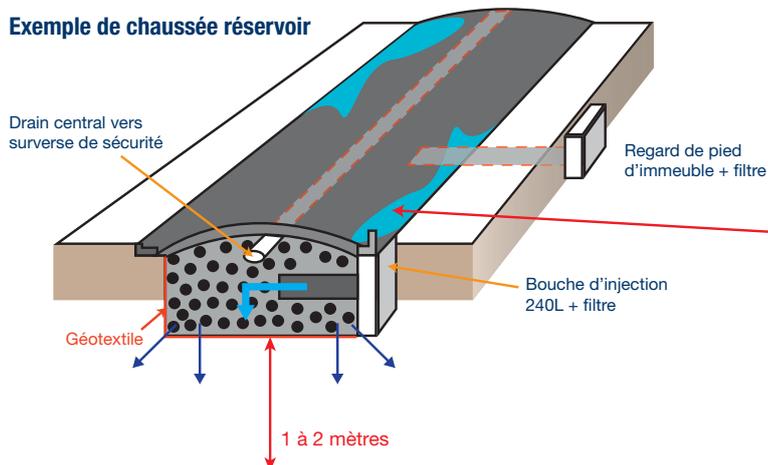
Fiche
technique

5

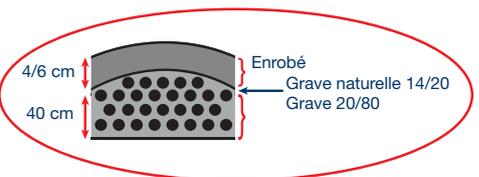


Les structures réservoirs (d'infiltration)

Exemple de chaussée réservoir



Exemple de conception



NPHE

NPHE : niveau des plus hautes eaux de la nappe (prévoir idéalement 2 mètres de hauteur en zone d'alimentation de captage).

Conception

- L'eau pénètre dans la structure :
 - soit par revêtement drainant : dalles, pavés à joints larges, enrobés drainants,
 - soit par des avaloirs puis s'écoule ou est injectée dans la chaussée par un drain d'alimentation. Un filtre situé dans la bouche d'injection permet de filtrer une partie de la pollution ;
- La pente maximale peut aller jusqu'à 10% et la plus faible jusqu'à 0,3% ;
- La structure réservoir peut être constituée de **matériaux concassés sans sable**, conformes aux normes NF P 18-540 et NF P 18-101 ainsi qu'aux prescriptions du fascicule 70 - Titre II qui traitent des matériaux de structures et de réservoirs¹³, ou de **matériaux préfabriqués alvéolaires** de type **structures alvéolaires ultra légères** (ou « SAUL ») dont la porosité utile peut aller jusqu'à 90-95% ;
- La portance du sol (capacité à supporter les charges qui lui sont appliquées) doit être supérieure ou égale à 2.

13 // le matériau doit permettre d'obtenir lors de sa mise en œuvre une teneur en vides supérieure à 30-35%, avoir un rapport D/d (D = le plus grand diamètre et d = le plus petit diamètre) supérieur à 3, et un micro Deval humide (ou LA) inférieur à 25. Le LA peut aller jusqu'à 30 ou 35 dans le cas de trafics routiers de type T3, T4 ou T5.

Fiche 5

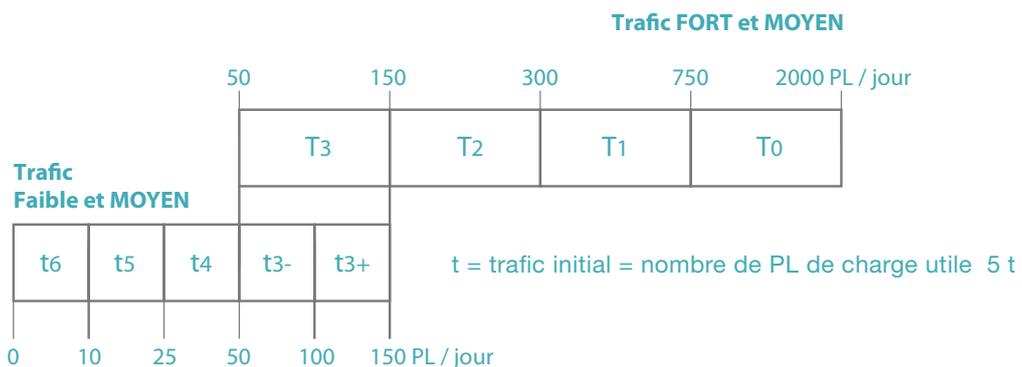
2/3

Entretien

- Un curage fréquent des bouches d'injection, regards et avaloirs est nécessaire pour éviter leur colmatage (1 curage /semestre, 1 remplacement du filtre/an).
- Pour les enrobés drainants, la surface de la chaussée peut être nettoyée par aspiration et par lavage à l'eau sous haute pression (150 à 200 bars), si le revêtement est colmaté, à une fréquence de deux fois par an.
- En période hivernale :
 - proscrire l'utilisation du sablage,
 - répandre une quantité de sel plus importante (à cause des vides) sans risquer de contaminer la nappe,
 - agir plus rapidement car la formation de verglas est plus précoce sur l'enrobé drainant,
 - faire attention au raclage qui endommage l'enrobé drainant.

Recommandations

- **Une hauteur minimale de 1 à 1,5 mètres (de 2 mètres idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau) est recommandée entre le fond de la structure et le niveau le plus haut connu de la nappe.**
- Critères à vérifier pour utiliser une couche de surface drainante :
 - l'apport de fines venant des surfaces drainées ne doit pas être important,
 - la surface de la chaussée n'est pas soumise à de trop forts cisaillements (virages serrés, zones giratoires...),
 - le trafic de poids lourds (PL) circulant sur cette chaussée n'est pas élevé.



- Le ruissellement de l'eau en surface doit être le moins important possible afin que les eaux ne se chargent pas en terre, sable etc... ;
- Faire attention à la présence de végétaux et de terre végétale, à proximité de la structure réservoir ou des surfaces drainées, qui pourrait entraîner son colmatage par apport de terre et de feuilles ;
- Si des arbres sont présents à proximité de l'ouvrage, prévoir un système anti-racines ;

- **Il est déconseillé d'envisager la pose de réseaux enterrés en dessous de la structure réservoir.** En effet, les interventions de maintenance et de réparation sur ces réseaux risquent de provoquer certains désordres comme l'effondrement des matériaux non liés, dégâts sur les matériaux alvéolaires à l'ouverture et remise en place de matériaux de porosité différente, remplacement de l'enrobé drainant par un enrobé étanche lors de son comblement ;
- En cas de travaux, ou d'ouverture de tranchées à proximité, le risque de colmatage doit être considéré.

■ Dimensionnement

• Calcul du débit de fuite :

Le débit de fuite est donné par : $Q = \alpha * K * S$

Avec : **K** = perméabilité en mètre par seconde (m/s), mesure par des essais de type « Porchet ».

S = surface d'infiltration sous la chaussée en mètre-carré (m²).

α = coefficient de sécurité choisi entre 0.1 et 0.5, en fonction de l'entretien futur ou du risque de colmatage.

• Calcul de la surface active :

Dans le calcul de la surface drainée, il faut prendre en compte les surfaces imperméabilisées et la largeur de l'espace vert attenant à la structure s'il y a lieu. Ainsi, la surface active sera calculée comme suit :

$$Sa = S \text{ imperméabilisée} * C \text{ imperméabilisation} + S \text{ espace vert} * Ca$$

C imperméabilisation = généralement pris à 0.95 pour les voiries et parkings.

Ca = coefficient d'apport = 0.05 dans le cas d'un terrain plutôt perméable avec 100% de couverture végétale.

• Calcul du volume à stocker (méthode des volumes) :

Calcul du débit spécifique : $qs = 360 * Q / Sa$

Avec : **Q** : le débit de fuite en mètre-cube par seconde (m³/s).

Sa : la surface active en hectare.

A partir de « **qs** » et de l'abaque de l'instruction technique de 1977 (cf. page 28), on évalue la hauteur spécifique de stockage par « **ha** » en mm.

Ainsi, le volume à stocker est le suivant : $V = 10 * ha * Sa$

Avec : **V** en m³, **ha** en mm et **Sa** en hectare.

L'épaisseur de la couche de base est alors de $e = V / (n * S)$

Avec : **V** en m³, **n** la porosité du matériau (donnée constructeur ou fournisseur) et **S** en m².

Fiche
technique

6

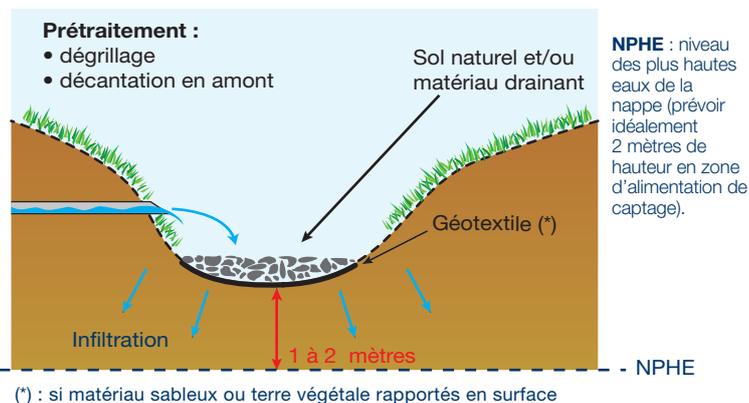


Les bassins d'infiltration



© Ville de Lescar

Schéma type (bassin sec)



Conception

- **Prévoir un dispositif de prétraitement ou de décantation en amont du bassin**, adapté aux surfaces imperméabilisées collectées (surprofondeur, fosse ou regard de décantation, dégrilleur, séparateur d'hydrocarbures...);
- Creuser le bassin dans le sol en maintenant une hauteur minimale entre le fond du bassin et le niveau maximal connu de la nappe alluviale. **Prévoir une pente de 3 pour 1 (30%) voire de 6 pour 1 (15%) dans le cas d'un bassin accessible au public ;**
- Mettre en place, éventuellement, un géotextile thermolié sur le fond et les talus du bassin (conseillé pour améliorer la capacité épuratoire du bassin dans le cas où le sol naturel ne serait pas remis en place) ;
- Remettre, éventuellement, une partie des matériaux drainants (sables, graviers et galets ou alluvions) issus des déblais ;
- Remettre, idéalement, la terre végétale extraite lors du creusement du bassin ;
- Engazonner si nécessaire (voir la fiche technique n°2 sur les noues d'infiltration pour plus de précisions) ;
- Le bassin d'infiltration pourra utilement être végétalisé ou recouvert d'une roselière sur tout ou partie de la surface du bassin (cf. surprofondeur ou fosse amont, se reporter à la fiche technique n°2 sur les noues d'infiltration), afin d'améliorer ses capacités épuratoires.

D'une manière générale, différents usages peuvent être affectés aux bassins à ciel ouvert tels que espaces verts, ou aire de jeu (en dehors des parties en surprofondeur). Le bassin d'infiltration devra toujours être intégré à l'aménagement paysager du site.

Entretien

- Une tonte régulière ou un fauchage une à deux fois par an (suivant usages), un faucardage annuel (si macrophytes), ainsi qu'un curage du fond du bassin tous les 10 à 20 ans (avec évacuation vers une filière agréée si besoin) sont à prévoir ;
- Le ramassage des feuilles et des déchets est également indispensable ;
- Il est également fréquent, au début, que le fond du bassin soit moins perméable que prévu, et donc plus humide voire boueux en certains endroits. Cet état de fait dure le temps que la végétation ou les diverses plantes s'enracinent, participant au drainage et aérant le sol. La perméabilité finale est obtenue après ce laps de temps.

Fiche 6
2/2

Recommandations

- Une hauteur minimale de 1 m à 1,5 m (de 2 m idéalement en zone d'alimentation de captage d'eau potable) est recommandée entre la base du bassin (surprofondeur) et le niveau le plus haut connu de la nappe ;
- Lors de la mise en œuvre du projet, il est important de limiter les apports de fines vers le bassin en le protégeant par un film étanche le temps du chantier. En cas d'impossibilité de mettre en pratique ces précautions, prévoir un nettoyage à la fin des travaux, ou un phasage de la réalisation du bassin en fin de travaux ;
- Il est important également de ne pas compacter le sol des bassins d'infiltration de manière à ne pas diminuer la perméabilité du sol en place ;
- Enfin, il est recommandé d'attendre que la végétation ait poussé avant une mise en service définitive. Il faut parfois protéger l'engazonnement du bassin lors de sa mise en œuvre avec une toile de jute en fibre de coco qui se dégradera naturellement avec le temps ;
- Une surverse aval peut également être prévue vers un exutoire (fossé ou milieu hydraulique superficiel) ;
- Proscrire l'usage de produits phytosanitaires.

Dimensionnement



Calcul du débit de fuite :

Le débit de fuite est donné par : $Q = K * S$

Avec : **K** : perméabilité en mètre par seconde (m/s) mesurée par un essai type «Porchet»

S : surface infiltrante au miroir = largeur * longueur en mètre-carré (m²)

La largeur ainsi que la longueur du bassin sont choisies en fonction des contraintes du site.

Calcul de la surface active :

Dans le calcul de la surface drainée, il faut prendre en compte les surfaces imperméabilisées et la largeur de l'espace vert attenant à la noue s'il y a lieu. Ainsi, la surface active sera calculée comme suit :

$$S_a = S_{\text{imperméabilisée}} * C_{\text{imperméabilisation}} + S_{\text{espace vert}} * C_a$$

Avec : **C imperméabilisation** = 0.95 pour les voiries et parkings.

C_a = coefficient d'apport = 0.05 dans le cas d'un terrain plutôt perméable avec 100% de couverture végétale.

Calcul du volume à stocker (méthode des volumes) (à adapter) :

Calcul du débit spécifique : $q_s = 360 * Q / S_a$

Avec : **Q** : le débit de fuite en mètre-cube par seconde (m³/s).

S_a : la surface active en hectare.

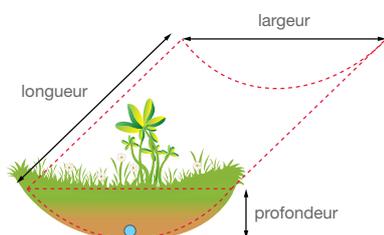
A partir de « **q_s** » et de l'abaque de l'instruction technique de 1977 (cf. page 28), on évalue la hauteur spécifique de stockage par « **h_a** » en mm.

Ainsi, le volume à stocker est le suivant : $V = 10 * h_a * S_a$

Avec : **V** en m³, **h_a** en mm, et **S_a** en hectare.

Enfin, la hauteur ou profondeur du bassin peut être calculée par les formules suivantes en isolant le « **h_a** » :

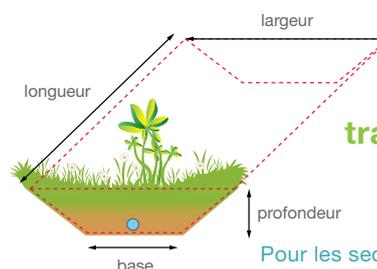
Section Courbe



Pour les sections courbes :

$$V = \text{longueur} * \text{Largeur} * h_a * (3,14/4)$$

Section trapézoïdale



Pour les sections trapézoïdales :

$$V = \text{longueur} * h_a * ((\text{largeur} + \text{base})/2)$$

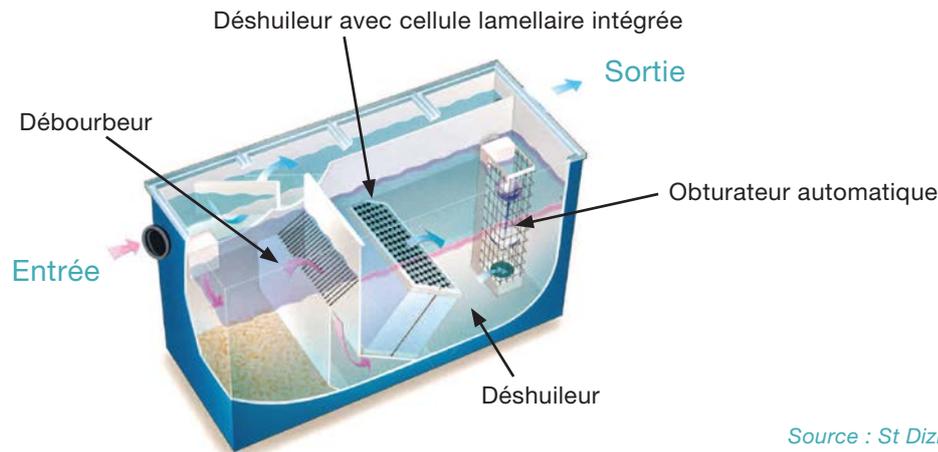
Fiche
technique

7



Les séparateurs à hydrocarbures lamellaires

Principe de fonctionnement :



Source : St Dizier Environnement

Le débourbeur-déshuileur sera surtout **adapté sur des sites industriels ou « sensibles » susceptibles de générer des pollutions accidentelles, voire chroniques, de concentrations supérieures à 5 mg/L.**

Le débourbeur, situé en amont de la chambre de séparation, est destiné à piéger les particules lourdes (boues, sables).

Le compartiment séparateur ou chambre de séparation ou encore déshuileur, équipé d'une cellule ou d'un filtre coalesceur lamellaire¹⁴, permet aux hydrocarbures de remonter en surface. Il sert aussi de stockage aux hydrocarbures récupérés.

■ Entretien

L'entretien des séparateurs d'hydrocarbures lamellaires consiste essentiellement à vidanger une fois par semestre le système afin de récupérer les hydrocarbures. De plus, un curage des boues est nécessaire une fois par an. La procédure à suivre pour l'entretien de l'ouvrage est la suivante :

- Ecrémage superficiel des hydrocarbures ;
- Aspiration de la totalité du dépôt de boues contenu dans l'équipement ;
- Remise en eau pour éviter le blocage du flotteur ;
- Vérification du bon fonctionnement ;
- Transport des déchets boue/hydrocarbures et eaux/hydrocarbures.

Suite à l'intervention, fourniture du bordereau de suivi des déchets au plus tard à la date de facturation de la prestation.

14 // ce type de filtre ou de cellule permet de piéger, par gravité et/ou par coalescence (phénomène par lequel deux substances identiques, mais dispersées, ont tendance à se réunir), les hydrocarbures (plus légers) présents dans les eaux pluviales.

Fiche 7
2/3

Dimensionnement

Selon la norme NF EN 858 2 sur le dimensionnement des installations de séparation d'hydrocarbures, la taille nominale du séparateur doit être calculée à l'aide de la formule suivante :

$$TN = (Q_R + f_x \cdot Q_S) \cdot f_d$$

TN : Taille nominale du séparateur calculée en L/s.

Q_R : Débit maximum des eaux de pluie en entrée du séparateur, en litre par seconde (L/s).

f_x : Facteur relatif à l'entrave selon la nature du déversement.

Q_S : Débit maximum des eaux usées de production en entrée du séparateur, en L/s.

f_d : Facteur relatif à la masse volumique des hydrocarbures concernés.

À l'issue de ce calcul, il est recommandé de choisir la taille nominale (TN) immédiatement supérieure, conformément à l'article 5 de la norme NF EN 858 1 sur la conception des installations de séparation d'hydrocarbures.

• Calcul de Q_R :

Le débit **Q_R** est le débit maximum des eaux de pluies en entrée du séparateur.

Conformément à la norme NF EN 752-4, le débit maximum d'eaux de pluie en entrée du séparateur doit être calculé à partir de la formule suivante :

$$Q_R = \Psi \cdot i \cdot A$$

Q_R : Débit maximum des eaux de pluie en entrée du séparateur, en L/s.

Ψ : Coefficient de ruissellement, sans dimension (en règle générale, un coefficient de ruissellement $\Psi = 0,9$ est appliqué).

i : Intensité pluviométrique en L/s . m². L'intensité pluviométrique **i** (annuelle ou décennale) dépend principalement de l'analyse des données pluviométriques locales ; elle doit être adoptée conformément aux règlements locaux. Ainsi, il est nécessaire de se rapporter au tableau de la page 23.

A : Surface découverte de la zone de réception des eaux de pluie, mesurée horizontalement, en m².

• Calcul de f_x :

Ce facteur tient compte des conditions défavorables lors de la séparation, dues par exemple à la présence de détergents dans les eaux récupérées.

Le facteur recommandé est de :

- **2** pour un type de déversement d'effluents de **catégorie a** (traitement des eaux usées issues de la production et contaminées par des hydrocarbures : lavage de véhicules ; distribution couverte de carburants ; atelier de mécanique),
- **0** pour un type de déversement d'effluents de **catégorie b** (eaux de pluie seulement).

Le fabricant de l'agent nettoyant (détergent) doit soumettre une confirmation indiquant que le produit est exempt de combinaisons organiques, de composés halogénés ou d'arômes de BTX. Il convient d'utiliser uniquement des agents nettoyants qui forment des émulsions temporairement stables avec les hydrocarbures et qui se dé-émulsionnent après le processus de nettoyage. Les consignes d'utilisation ainsi que la compatibilité avec d'autres agents nettoyants au regard du processus de séparation doivent être indiquées.

• Calcul de f_d :

Il tient compte de la combinaison spécifique des éléments constitutifs de l'installation de séparation d'hydrocarbures et des masses volumiques des différents hydrocarbures contenus dans les effluents. Pour chacun des hydrocarbures susceptibles de se retrouver dans les eaux de pluie et/ou les eaux souillées des activités ou sites concernés, le tableau suivant donne la valeur de ce facteur en fonction de l'installation à utiliser :

Famille d'hydrocarbures	f_d		
	S-1-P(a)	S-2-P	S-1-2-P(b)
Essence et gazole	1	1	1
Huile lubrifiante (moteur)	1,5	2	1
Huile de térébenthine	1,5	2	1
Huile de paraffine	2	3	1

(a) : Séparateur de classe 1 fonctionnant par gravité = f_d de la classe 2. (b) : pour les séparateurs de la classe 1 et 2.

En cas de mélange de plusieurs hydrocarbures dans un même effluent, c'est le facteur relatif à la masse volumique le plus important qui est pris en compte.

Remarque : lorsqu'un séparateur reçoit à la fois des eaux de pluie et des eaux usées ou souillées, par exemple dans le cas d'une installation de lavage de voiture, et s'il est peu probable que les deux écoulements au débit maximum aient lieu en même temps, alors le séparateur peut être dimensionné sur la base du débit le plus important des deux.

• Choix de la taille nominale du séparateur :

A l'issue du calcul de la taille nominale TN du séparateur, il est rappelé qu'il convient de choisir la taille nominale TN immédiatement supérieure, conformément à l'article 5 de la norme NF EN 858 1 sur la conception des installations de séparation d'hydrocarbures.

Selon cet article, les tailles nominales TN recommandées (en L/s) sont les suivantes :

1, 3, 5, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 et 500

• Calcul du volume du déboureur :

Selon l'article 4.4 de la norme NF EN 858-2 sur le dimensionnement des installations de séparation d'hydrocarbures, le volume du déboureur S se détermine suivant les données du tableau suivant :

Quantité de boues		Volume minimal du déboureur en litres
Aucune	→ Condensats	Pas de déboureur
Faible	→ Traitements des eaux usées contenant un faible volume de boues défini ; → Parkings.	$\frac{100.TN}{f_d}$ (a)
Moyenne	→ Stations services, de lavage manuel des véhicules et de lavage des pièces ; → Eaux usées de garages.	$\frac{200.TN}{f_d}$ (b)
Élevée	→ Sites de lavage pour véhicules de chantier et machines agricoles ; → Sites de lavage de camions.	$\frac{300.TN}{f_d}$ (b)
	→ Sites de lavage automatiques de véhicules (à rouleaux, couloir).	$\frac{300.TN}{f_d}$ (c)

(a) Ne pas utiliser pour les séparateurs inférieurs ou égaux à TN 10, sauf pour les parkings couverts.

(b) Volume minimal des déboueurs = 600 litres.

(c) Volume minimal des déboueurs = 5 000 litres (2 000 litres = caniveau déboureur recommandé par les professionnels)



Cartes des niveaux maximaux de la nappe alluviale

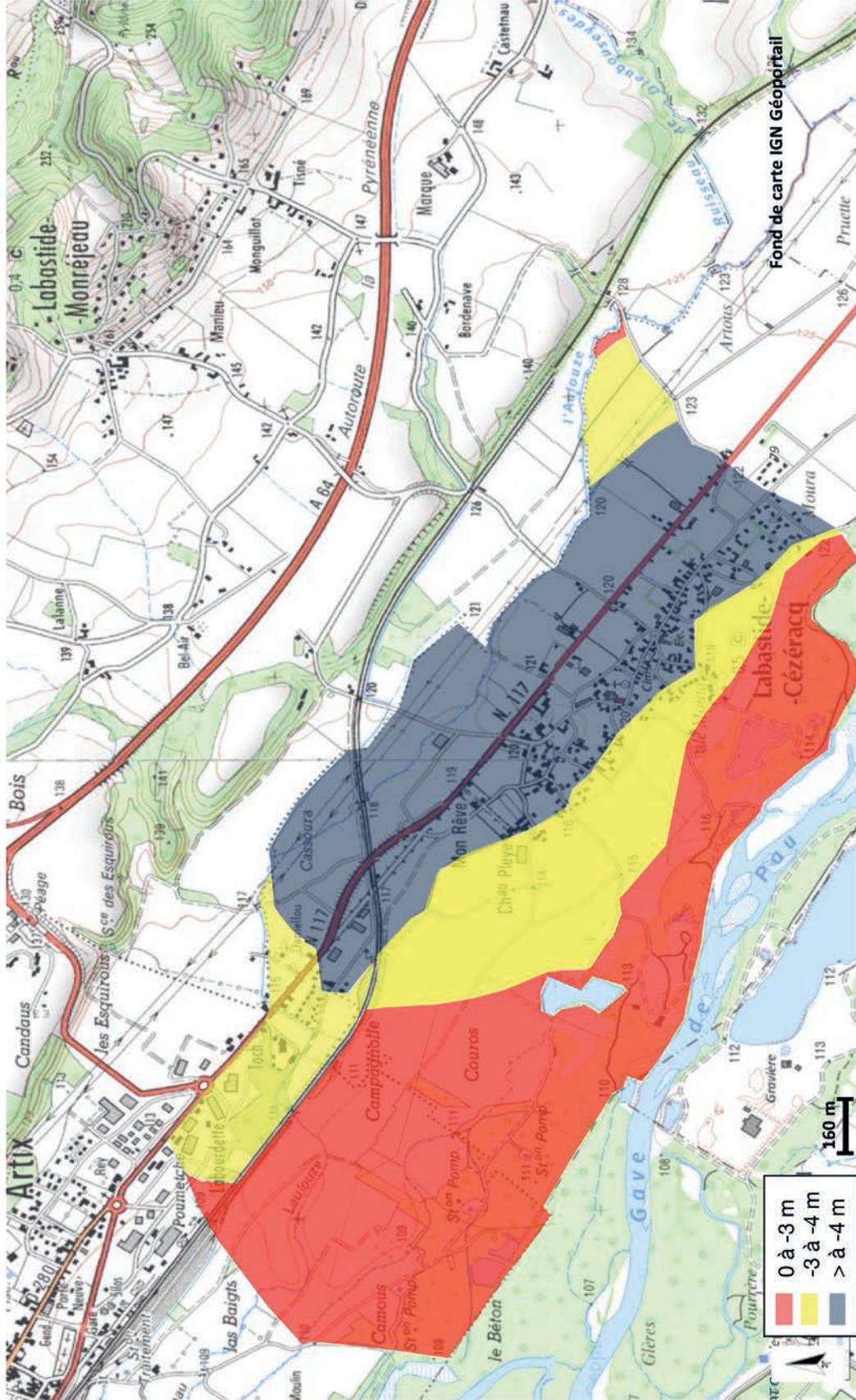
Sur le secteur du PAT
« Gave de Pau » (*)

Annexe I

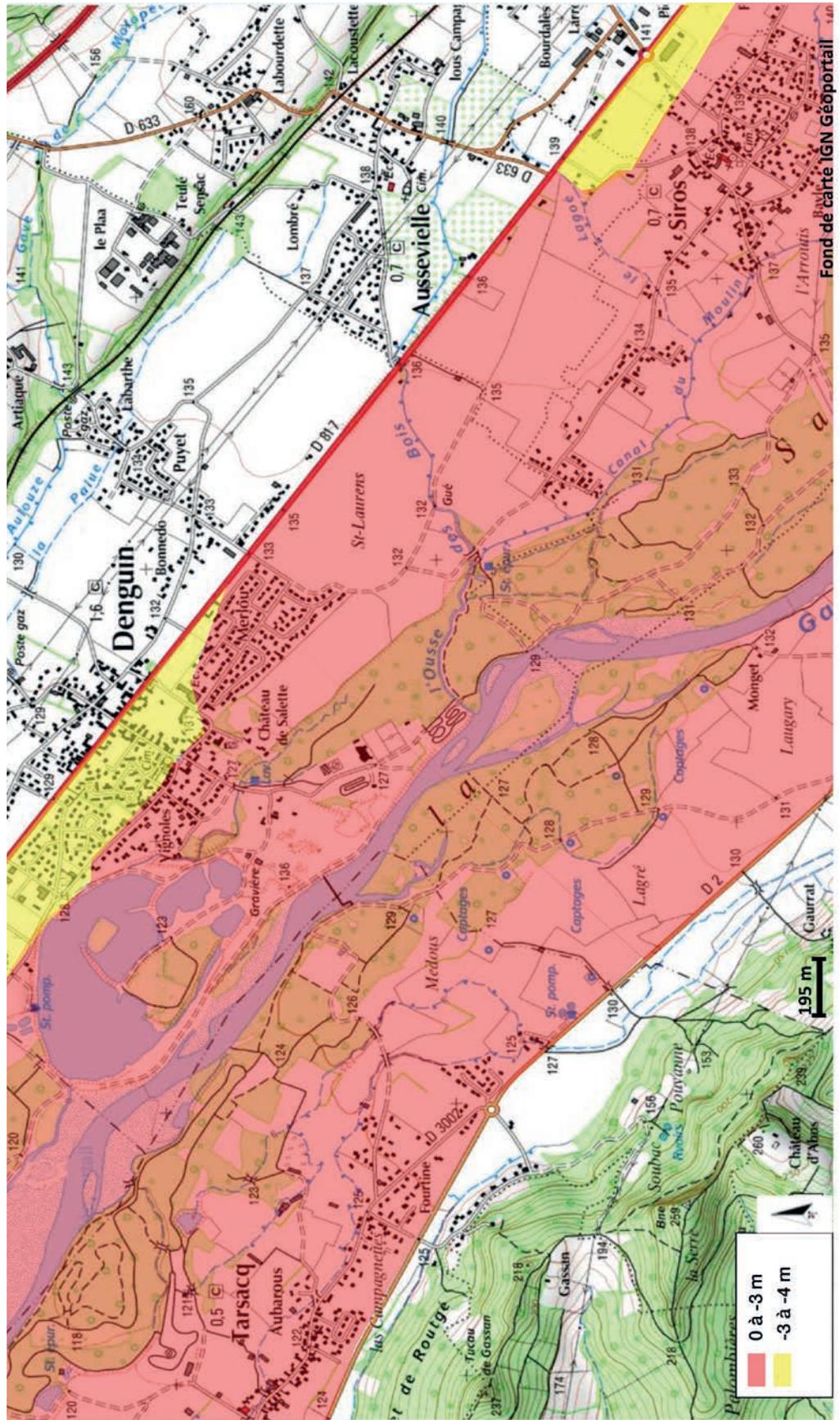
(*) *Faute de données hydrogéologiques récentes, les cartes indicatrices des profondeurs de la nappe par rapport au sol sur les secteurs de Baudrex et de Bordes n'ont pu être proposées.*

Estimation de la profondeur maximale de la nappe par rapport au sol (niveau piézométrique) sur le Syndicat des Trois Cantons

(Carte donnée à titre indicatif, ne pouvant se substituer à une étude hydrogéologique plus détaillée)

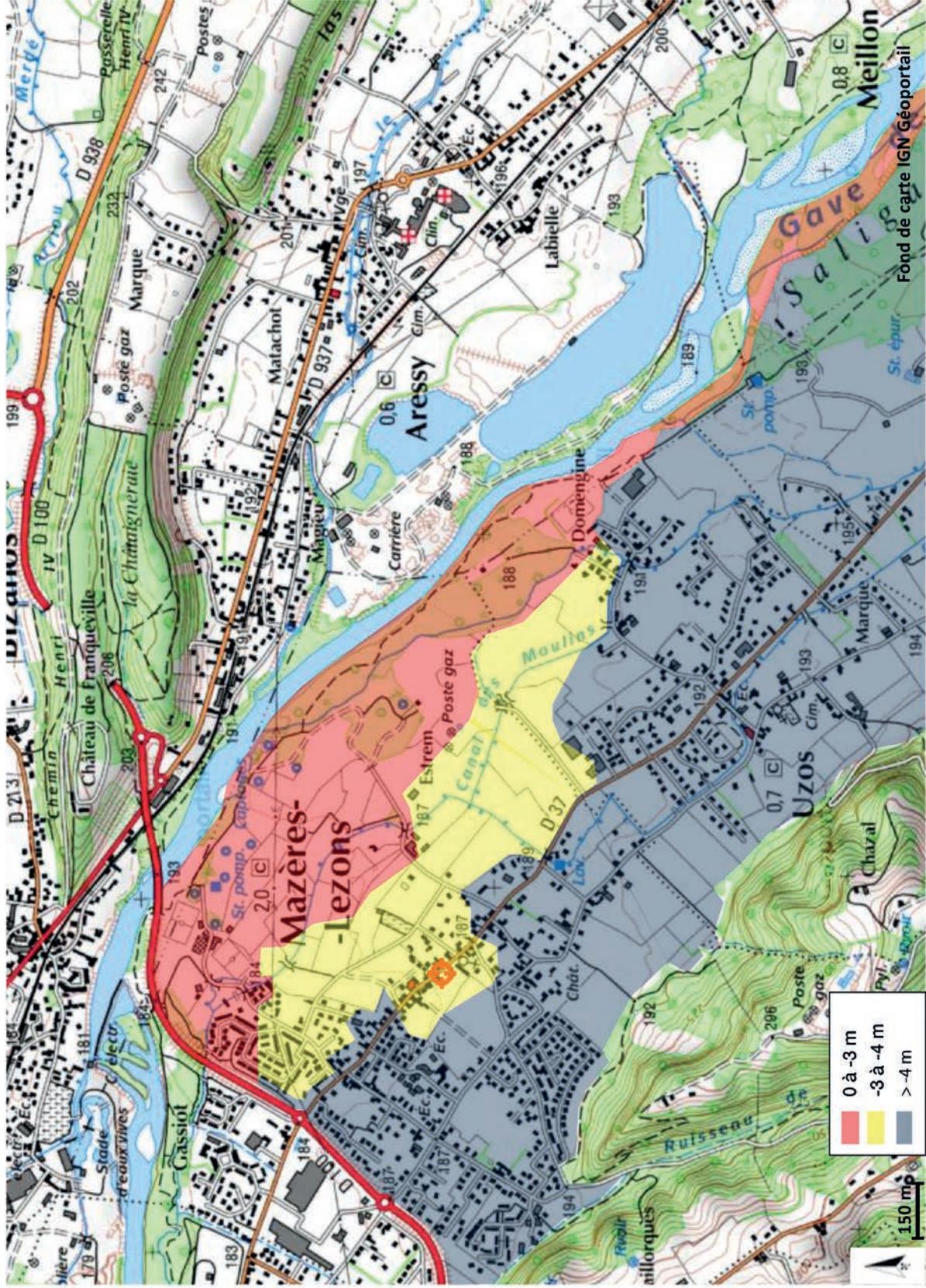


Estimation de la profondeur maximale de la nappe par rapport au sol (niveau piézométrique) sur le Syndicat Gave et Baise
(Carte donnée à titre indicatif, ne pouvant se substituer à une étude hydrogéologique plus détaillée)



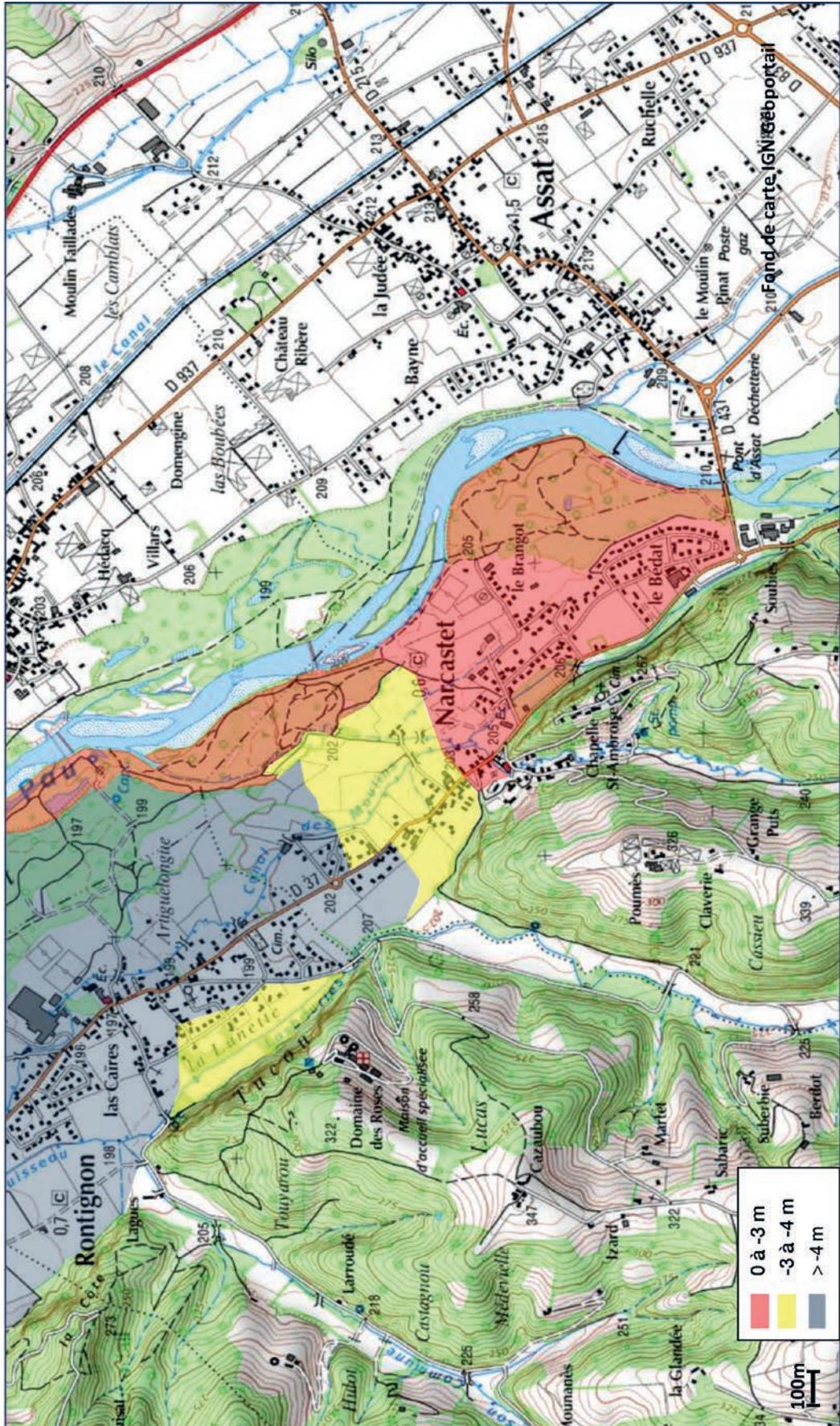
Estimation de la profondeur maximale de la nappe par rapport au sol (niveau piézométrique) sur le SIEP de Jurançon (secteur aval)

(Carte donnée à titre indicatif, ne pouvant se substituer à une étude hydrogéologique plus détaillée)



Estimation de la profondeur maximale de la nappe par rapport au sol (niveau piézométrique) sur le SIEP de Jurançon (secteur amont)

(Carte donnée à titre indicatif, ne pouvant se substituer à une étude hydrogéologique plus détaillée)





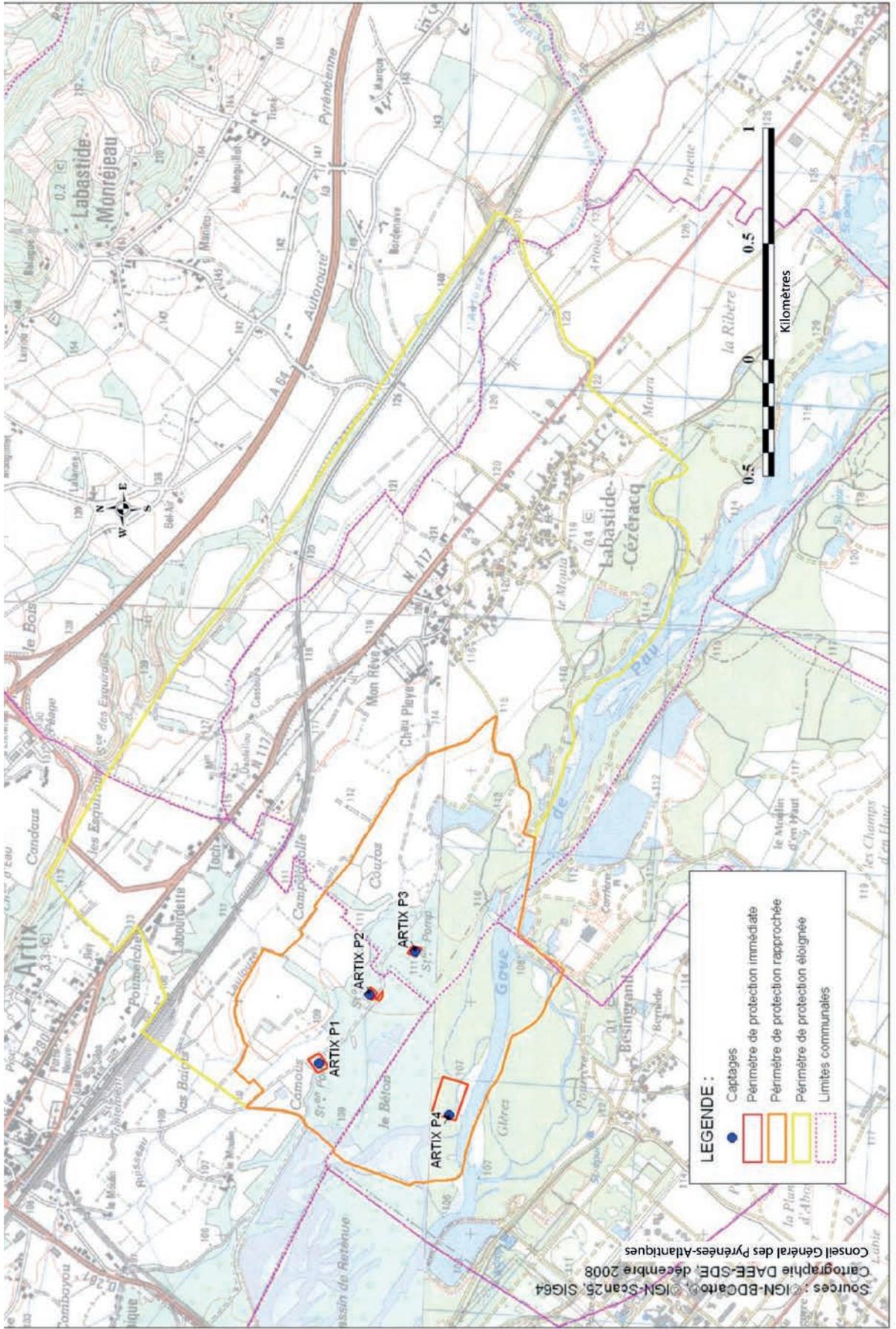


Cartes des périmètres de protection des captages en nappe alluviale

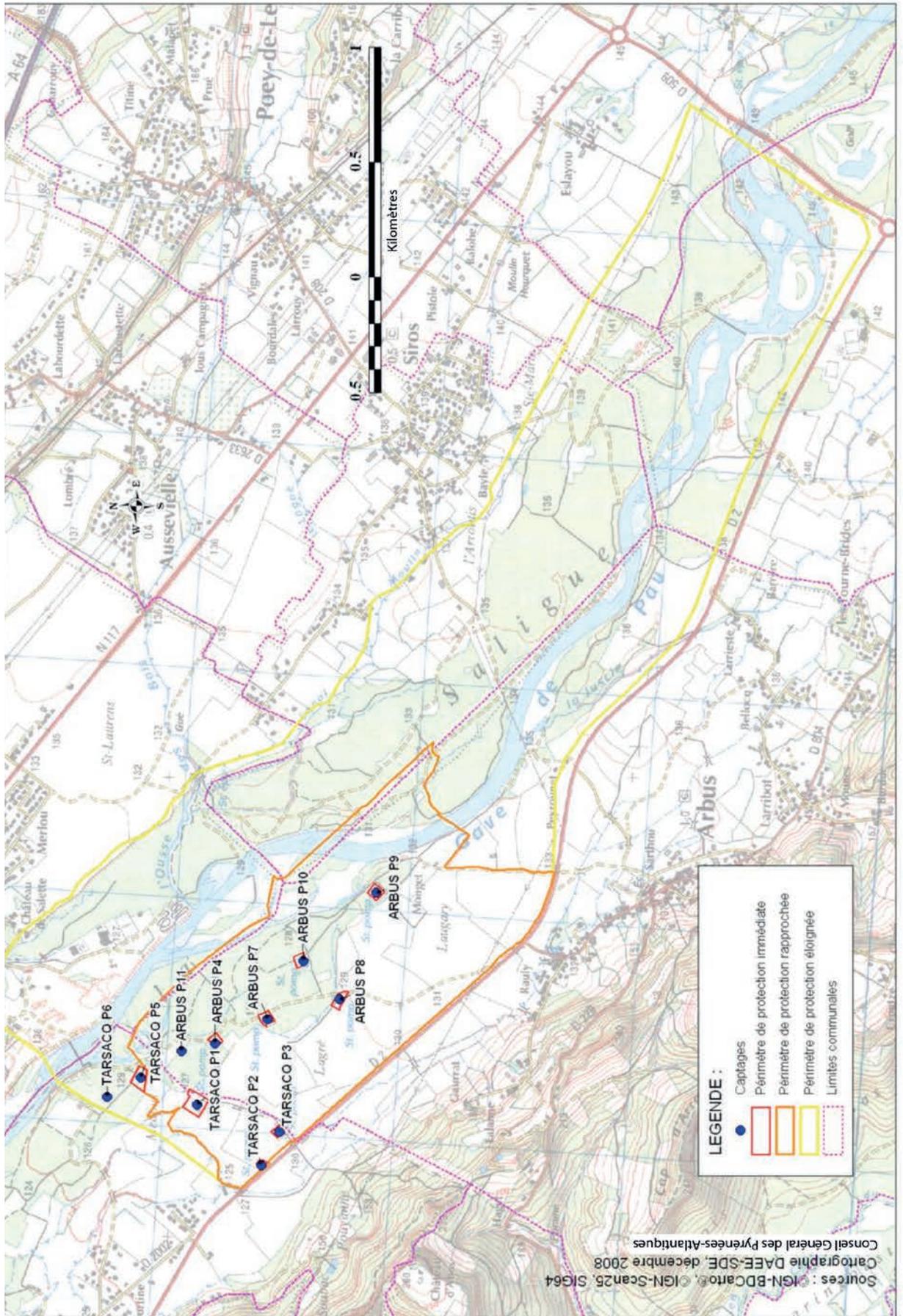
Sur le secteur du PAT
« Gave de Pau »

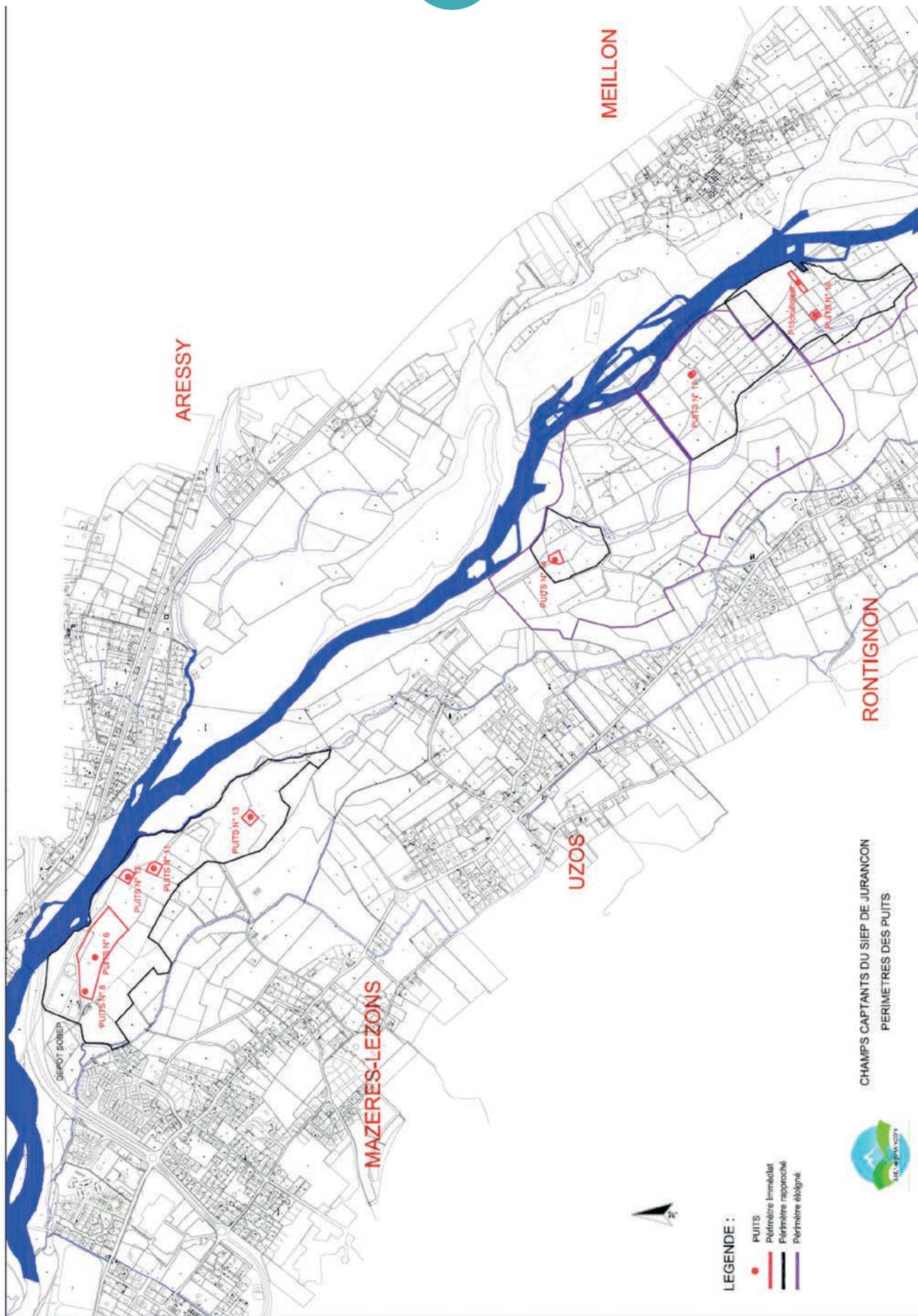
Annexe II

Périmètres de protection des forages du Syndicat des 3 Cantons

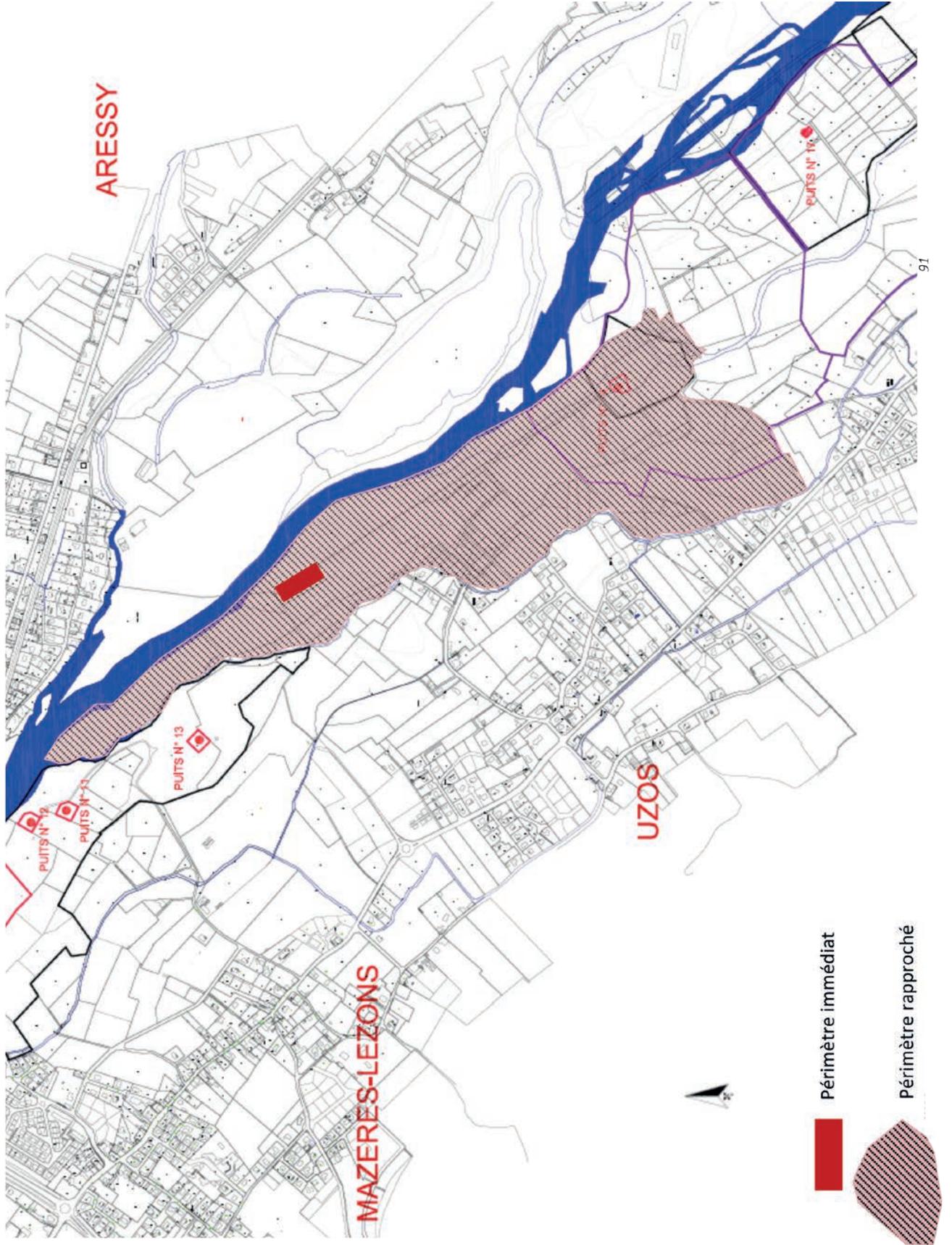


Périmètres de protection des forages du Syndicat Gave et Baise

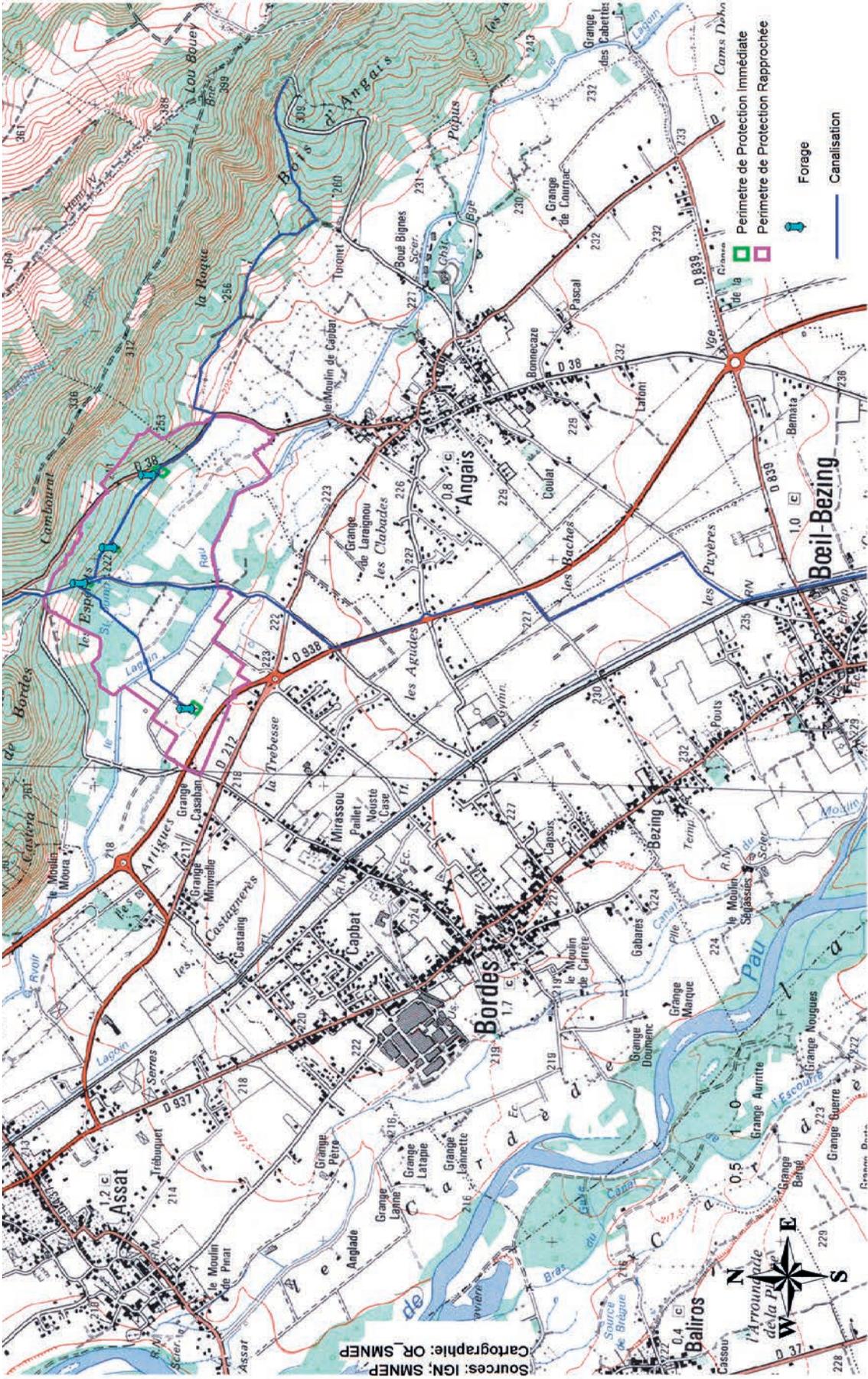




Périmètres de protection projetés (non encore opposables aux tiers) du puits de la ville de Pau



Périmètres de protection des forages de Bordes appartenant au Syndicat Mixte du Nord-Est de Pau



Liste de bureaux d'études spécialisés

(liste non exhaustive)



- **2 AE Assistance Environnement Aménagement**
26, rue du Stade - 64110 UZOS
Tél. : 05 59 06 83 55
- **AMIDEV**
63, rue Pasteur - 65000 TARBES
Tél. : 05 62 34 11 51
- **ARTELIA**
Hélioparc 2, av du Pdt Angot - 64053 PAU Cedex 9
Tél. : 05 59 84 58 27
- **ASCONIT Consultants**
Av. S. Allende, rés. les Ormes II bât. D2
31320 CASTANET TOLOSAN
Tél. : 05 61 81 08 02
- **ATI Services**
Hélioparc 2, av du Pdt Angot - 64053 PAU Cedex 9
Tél. : 05 59 02 02 37
- **B2e Lapassade**
Hélioparc 2, av du Pdt Angot - 64053 PAU Cedex 9
Tél. : 05 59 84 49 21
- **BIOTOPE**
22, bd Maréchal Foch BP58 - 34140 MEZE
Tél. : 04 67 18 46 20
- **BKM**
8, place Amédée Larrieu - 33000 BORDEAUX
Tél. : 05 56 24 20 94
- **BOUBEE DUPONT**
9, rue Caussade - 65600 SEMEAC
Tél. : 05 62 37 97 99
- **CALLIGEE Sud-Ouest**
Le Prologue 2, Innopole BP2714 - 33312 LABEGE Cedex
Tél. : 05 62 24 36 97
- **CAP TERRE**
1, impasse du Rhone - 69960 CORBAS
Tél. : 04 72 51 48 16
- **CE3E**
12bis, route de Conches - 27180 ARNIERES/ETON
Tél. : 02 32 62 53 62
- **CETRA**
12, rue de l'artisanat - 64110 LAROIN
Tél. : 05 59 11 00 60
- **E.CO.G.E.A.**
10, av de Toulouse - 31860 PINS-JUSTARET
Tél. : 05 62 20 98 24
- **ECOSYSTEMES SERVICES**
2, place Lafayette - 31210 MONTREJEAU
Tél. : 05 61 79 84 13
- **ECTARE**
2, allée Victor Hugo BP8 - 31240 SAINT JEAN L'UNION
Tél. : 05 62 89 06 10
- **EGIDE**
52, rue du Jouanicot - 64600 ANGLET
Tél. : 06 77 78 73 98
- **ENVISAGE**
Parc technologique du canal 3, av de l'Europe campus 2
BAT C - 31400 TOULOUSE
Tél. : 05 62 19 31 64
- **ETEN**
Rés. parc St Paul 6, rue de la Fontaine BAT 1 porte 6
40990 St PAUL LES DAX
Tél. : 05 58 74 84 10
- **GEODIAG**
8bis, rue cany - 64000 PAU
Tél. : 05 59 05 38 29
- **HYDRAULIQUE ENVIRONNEMENT AQUITAINE**
3bis, rue Denis Papin - 64230 LESCAR
Tél. : 05 59 77 65 00
- **HYDRO IMPACT**
33, av Georges Clémenceau - 64000 PAU
Tél. : 05 59 27 58 10
- **ICHTHYO Système Environnement**
29, allée de Sauveterre - 31280 DREMIL-LAFAGE
- **INGEROP**
29, av de Bayonne - 64600 ANGLET
Tél. : 05 59 58 23 23
- **ISL**
15, av du Maréchal Harispe - 64500 St JEAN de LUZ
Tél. : 05 59 85 14 55
- **MPE**
244, chemin Bellevue - 64300 BAIGTS de BEARN
- **POYRY**
CETIR - ZA Pic des Pyrénées Innovation
65150 St LAURENT DE NESTE
Tél. : 05 62 39 67 51
- **RIVIERE ENVIRONNEMENT**
32, rue du Prêche - 33130 BEGLES
Tél. : 05 56 49 59 78
- **SAFEGE**
Espace Crystall 1, avenue Moulin
64140 LONS
Tél. : 05 59 14 11 11
- **SCE**
ZAC du Golf 3, chemin de l'Aviation
64200 BASSUSSARRY
Tél. : 05 59 70 33 61
- **SIEE Sud-Ouest**
Parc technologique du Canal 2, rue giotto
31520 RAMONVILLE St AGNE
Tél. : 05 61 73 67 54
- **SOCOTEC**
Hélioparc 2, av du Pdt Angot - 64053 PAU Cedex 9
Tél. : 05 59 14 03 53
- **TECHNICHEM**
Hélioparc 2, av du Pdt Angot - 64053 PAU Cedex 9
Tél. : 05 59 02 02 37

Optimiser l'infiltration des eaux pluviales dans la nappe alluviale du Gave de Pau

Janvier 2013

Crédits photos : APGL 64, CERTU, CETE, SETRA, SIEP de Jurançon, Ville de Lescar.

Conception graphique : Imprimerie Moderne à Lons (64)

Impression : Imprimerie Moderne à Lons (64)

Imprimé à partir d'encre végétales sur du papier 100% recyclé

• Les collectivités associées au Plan d'Action Territorial du Gave de Pau :



• Les partenaires financiers :



Le PAT est cofinancé par l'Agence de l'Eau Adour Garonne, le Conseil Général des Pyrénées-Atlantiques et l'Union européenne. L'Europe s'engage en Aquitaine avec le Fonds européen de développement régional.

• Les structures partenaires :

