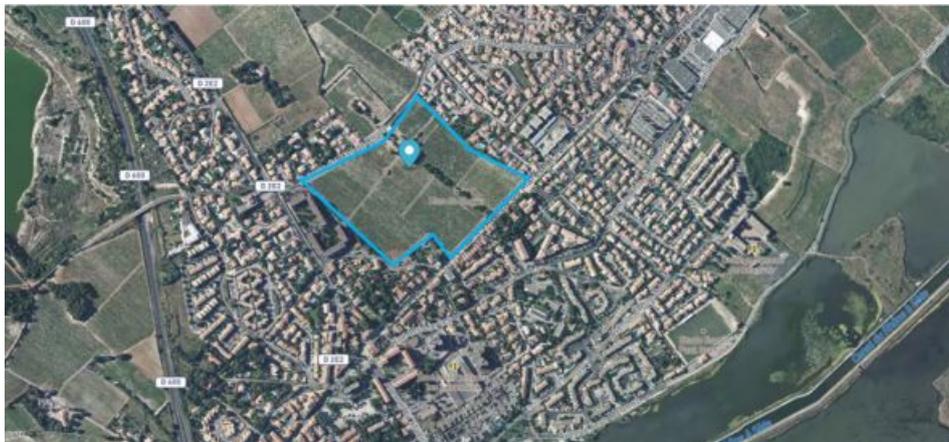


FRONTIGNAN (34)

Construction d'une ensemble de logements

MAS DE CHAVE



META PROMOTION

Note hydraulique

Gestion des eaux pluviales

DATE	MODIFICATION	PAR
JUIN 2024	Edition originale	SM



Préambule

La note hydraulique a pour vocation de définir les principes de gestion hydraulique envisagée sur l'opération d'aménagement.

Elle permet de définir la philosophie générale de gestion hydraulique dans le cadre du dossier de permis de construire.

Cette note sera fournie dans le cadre du dépôt de permis de construire ultérieur.

L'opération se situe chemin Avenue du Mas de Chave à l'Ouest de la Commune dans un tissu pavillonnaire composé de maisons provençales de type R+1.

Le projet s'assoit sur plusieurs parcelles cadastrées section CW, n° 118, 120, 201, 23, 24, 26, 116 desservies par l'Avenue du Mas de Chave sur la commune de Frontignan (34), pour une unité foncière de 85 690.00 m² .

Comme le prévoit la loi sur l'eau, le projet est soumis à la réalisation d'un dossier de déclaration ou autorisation, il est concerné par la **Rubrique 2.1.5.0. concernant les rejets d'eaux pluviales dans le milieu naturel.**

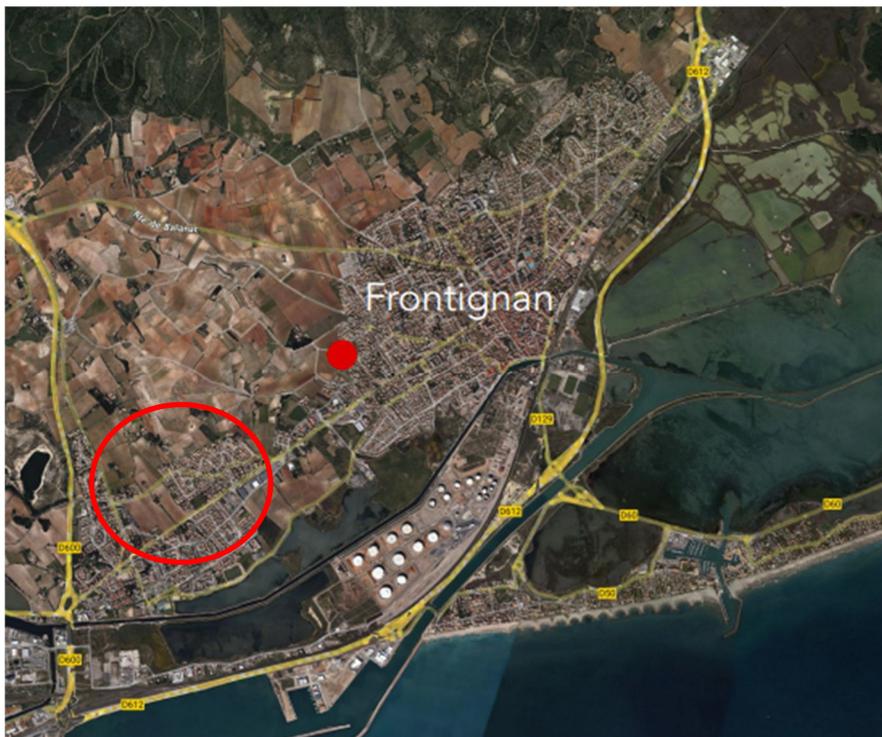
Présentation

FRONTIGNAN est une commune française située dans le sud-est du département de l'Hérault en région Occitanie. Depuis le 1er janvier 2017, elle fait également partie de la communauté d'agglomération de THAU.

Exposée à un climat méditerranéen, aucun cours d'eau permanent n'est répertorié sur la commune. La commune possède un patrimoine naturel remarquable : deux sites Natura 2000 (les « herbiers de l'étang de Thau » et l'« étang de Thau et lido de Sète à Agde ») et trois zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

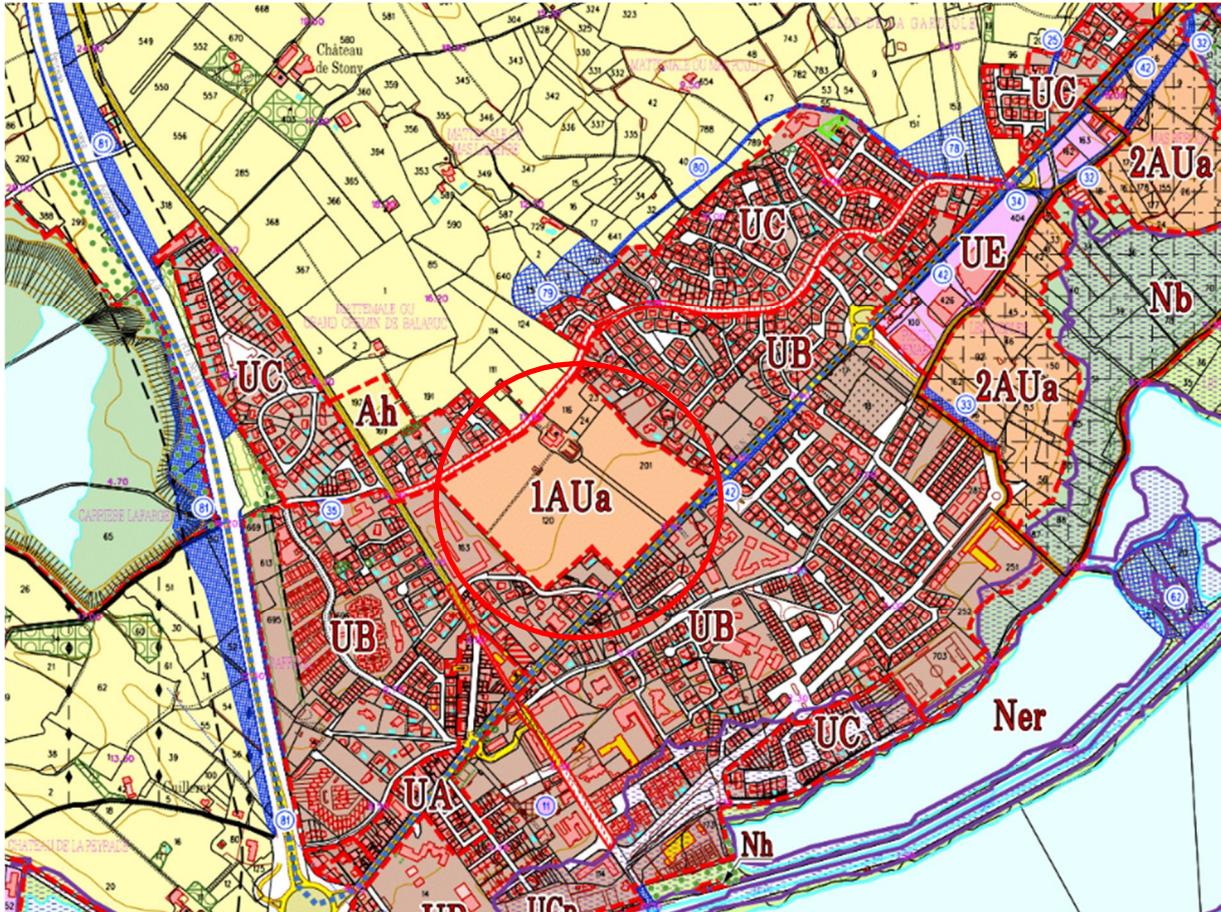
Un site Natura 2000 a été défini sur la commune au titre de la directive habitats12 : les « herbiers de l'étang de Thau ». Occupant une superficie de 8 320 ha, ce site abrite de très vastes herbiers de zostères (*Zostera marina* et *Zostera noltii*) en très bon état de conservation.

Plan de situation

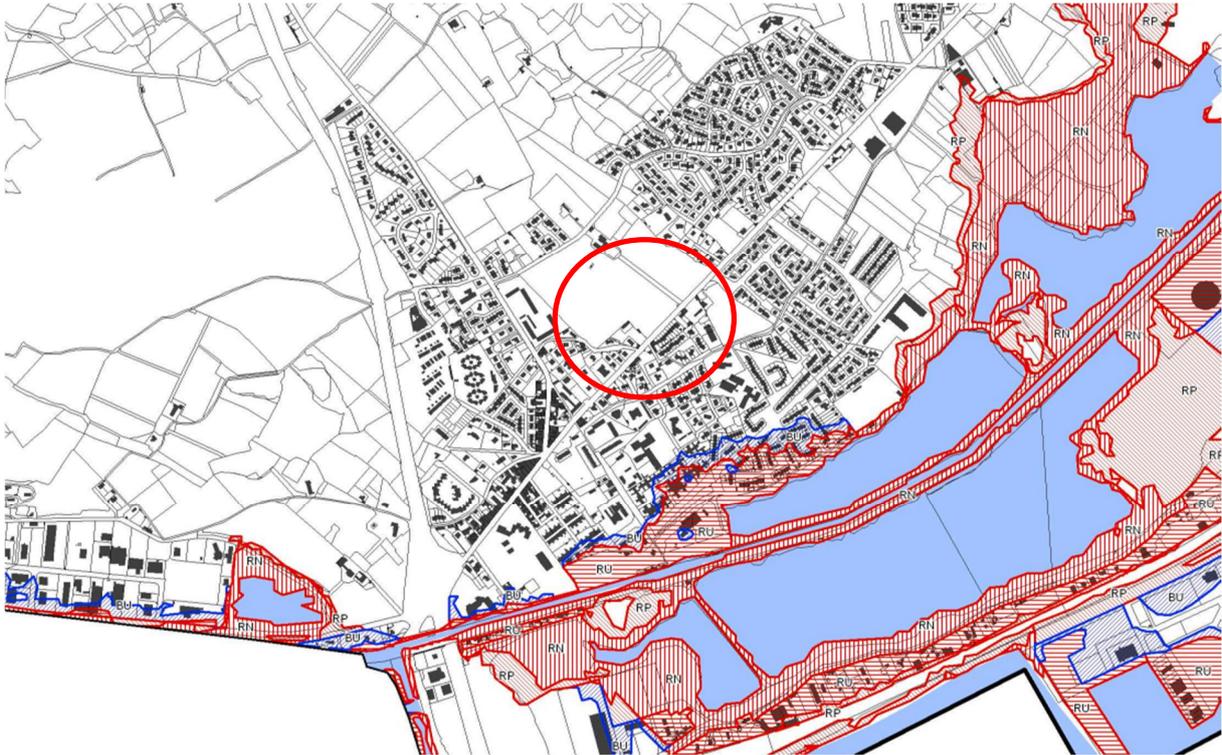


Plan de situation cadastral

Le site st situé en zone 1AUa.



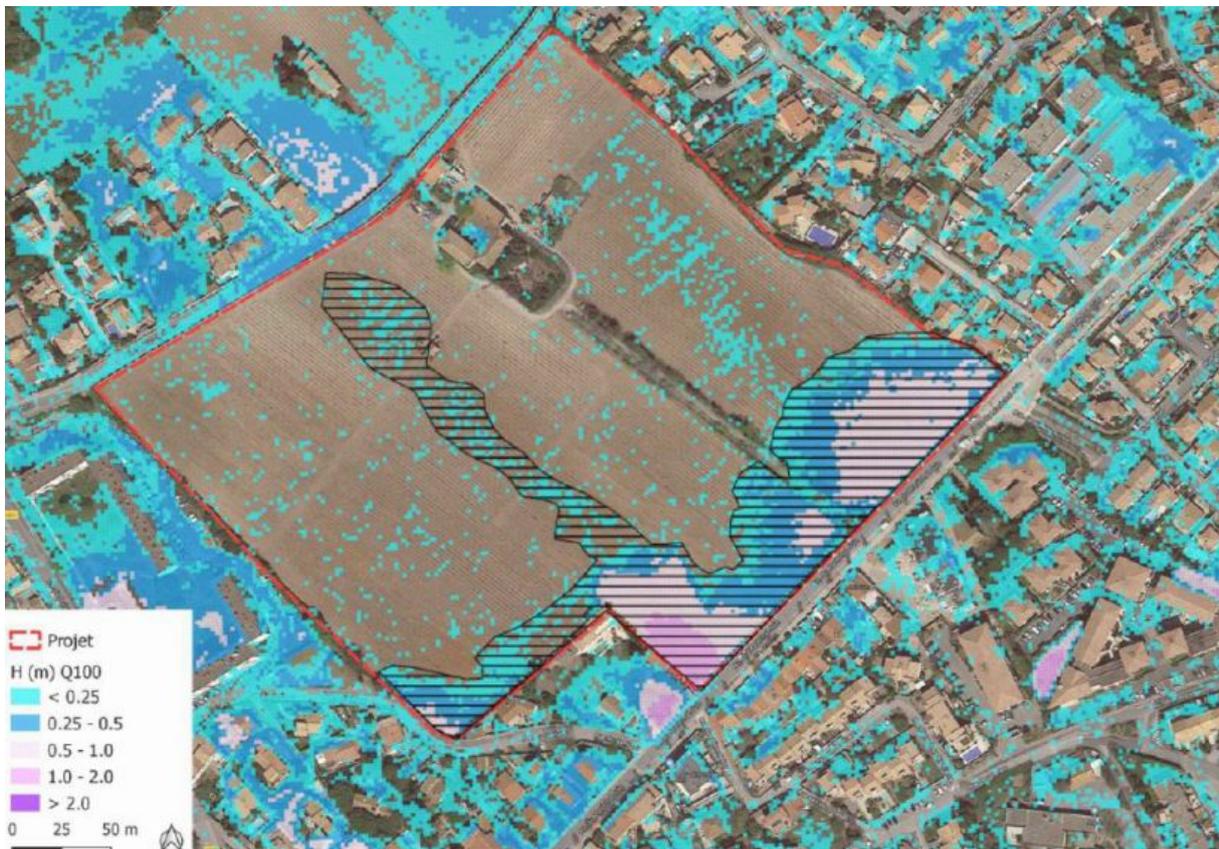
Le projet n'est pas concerné par les zones du PPRI.



La parcelle est déjà construite d'un Mas existant et de quelques dépendances.

La pente général est orientée vers le Sud- Sud-Ouest.

La parcelle se trouve dans une zone d'aléa ruissellement identifiée selon le modèle de Sete Agglopoles :



Le projet consiste en la construction d'immeubles de logements collectifs.

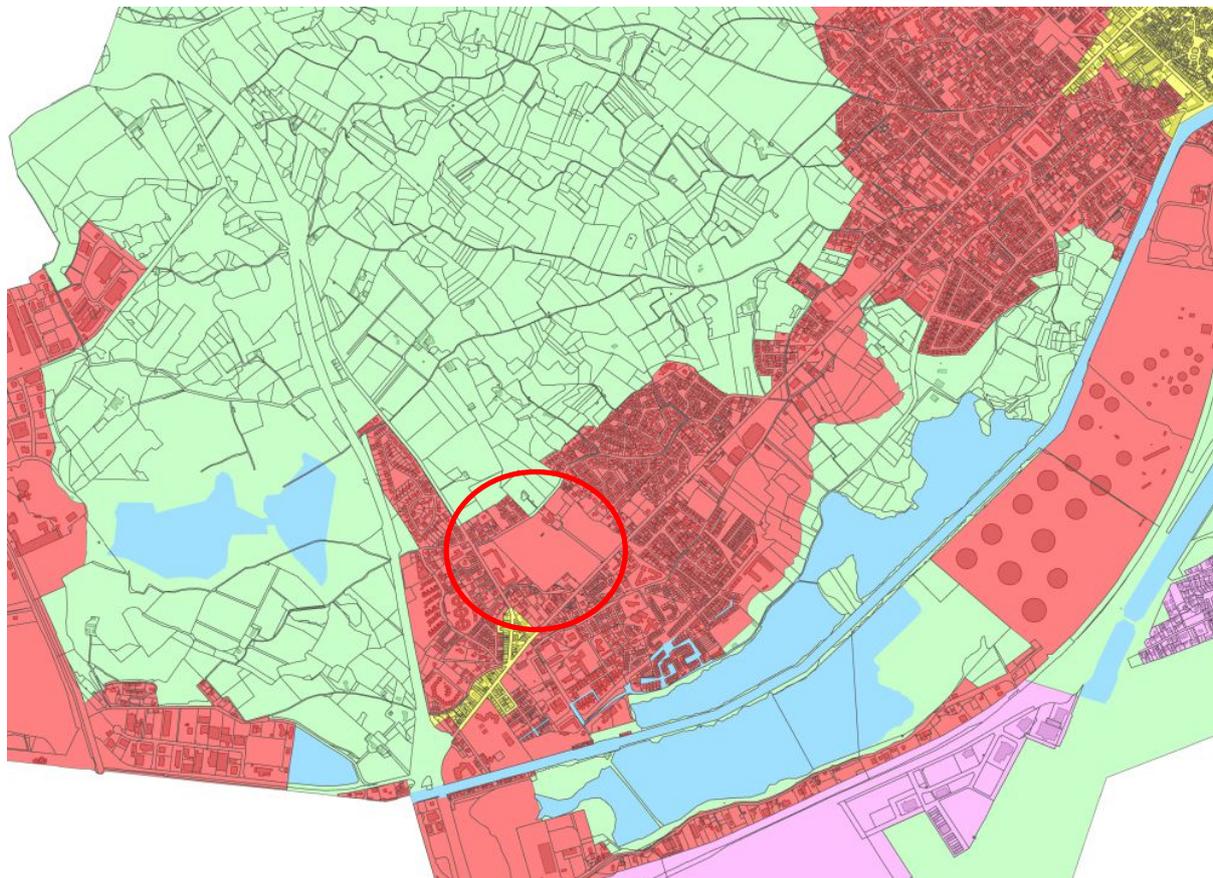


Cf plan masse joint à la note hydraulique.

Dans le cadre de l'aménagement, il sera réalisé une étude de modélisation hydraulique vis-à-vis du ruissellement des eaux pluviales.

Règles Gestion des eaux pluviales sur le projet

ZONAGE PLUVIALE



Légende

ZonageEP	
	Zone 1
	Zone 2
	Zone 3
	Zone 4

Le projet est situé en zonage 3.

III.4.3. Zone 3

Cette zone comprend l'ensemble des zones urbanisées, hors centres et Plage, et urbanisables sensibles du point de vue de la gestion des eaux pluviales. Elles se situent en aval du massif de la Gardiole.

Dans tous les cas, le projet doit prendre en compte la gestion quantitative et qualitative de ses rejets. A ce titre le rejet direct des eaux de ruissellement vers le domaine public ou dans le réseau pluvial est interdit sans mise en place de techniques alternatives (infiltration, dispersion, rétention) au préalable.

D'autre part, toute opération doit être conçue de façon à :

- Ne pas faire obstacle au libre écoulement des eaux pluviales ;
- éviter de modifier les conditions d'écoulement et / ou la qualité des eaux de ruissellement ;
- ne pas aggraver le ruissellement vers l'aval ;
- favoriser le ralentissement et l'étalement des eaux de ruissellement sur la parcelle ;
- favoriser les techniques alternatives et l'infiltration lorsque les conditions le permettent (nature de sol, qualité, ...)
- éviter autant que possible le rejet direct des eaux de toitures, cours et terrasses, et plus globalement de l'opération vers le réseau pluvial ou sur le domaine public ;
- justifier du choix du ou des points de rejet en cas de raccordement (après compensation).

En aucun cas, les eaux pluviales ne doivent être rejetées directement dans le réseau d'assainissement des eaux usées s'il existe.

Enfin, pour toute urbanisation nouvelle (quelle que soit la surface), ainsi que pour toute extension de bâtiment de superficie supérieure à 150 m² d'emprise au sol, un dispositif de compensation sera dimensionné sur la base suivante :

- Volume minimum = 120 l / m² imperméabilisé
- Débit de fuite maximum avant surverse : 30 l/s/ha de parcelle, avec un minimum de 2 l/s.

Le débit de fuite est à éliminer en priorité sur la parcelle (infiltration, dispersion, évaporation).

Il conviendra de se reporter au cahier de recommandation en matière d'assainissement pluvial de la commune.

En complément de ces données réglementaires, le dimensionnement pluvial devra suivre les directives de la police de l'eau de l'Herault.

Principes Généraux pluviaux sur le projet

Principes généraux

Le présent projet consiste en la réalisation de logements sur la commune de FRONTIGNAN. Le programme élaboré est totalement voué à l'habitat.

Le principe d'aménagement recherché consiste à renouer avec l'identité paysagère du village champêtre et de changer l'image minérale du lotissement traditionnel grâce à la création de voies dont les emprises minérales sont réduites au profit d'accotements plantés et enherbés permettant la collecte et le stockage des eaux pluviales tout en favorisant l'intégration paysagère de l'opération.

L'assainissement pluvial de l'opération sera essentiellement basé sur la mise en œuvre d'une **gestion intégrée des eaux pluviales** dont les principes fondamentaux sont les suivants :

- respecter les écoulements naturels ;
- stocker l'eau au plus proche du lieu de précipitation ;
- favoriser l'infiltration et / ou le débit de fuite régulé ;
- veiller à la prise en compte des épisodes pluvieux exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux.
- Favoriser les revêtements perméables.

Ce système présente l'avantage d'annihiler les ruissellements et la vitesse de l'eau, de permettre une mise en scène de l'eau à travers la composition du plan masse ; dès lors, il n'est plus question de créer des ouvrages spécialement dédiés à l'eau, mais bel et bien d'utiliser un autre ouvrage, un autre lieu, pour lui créer une seconde fonction : la fonction hydraulique.

On parle alors de **plurifonctionnalité des ouvrages**. Des espaces verts d'alignement restent des espaces verts mais deviennent, légèrement creusés, des ouvrages de stockage et d'infiltration. Des chaussées restent avant tout des chaussées mais peuvent devenir ponctuellement des chaussées réservoirs lorsque leur structure est réalisée en grave drainante. Ou encore, une toiture terrasse équipée d'un parapet peut devenir une toiture de stockage.

La gestion intégrée des eaux pluviales possède ainsi de nombreux avantages :

- **Paysagers** : Ce concept va permettre de créer des ambiances de voiries, cheminements piétons et stationnements beaucoup plus qualitatives. L'eau n'est

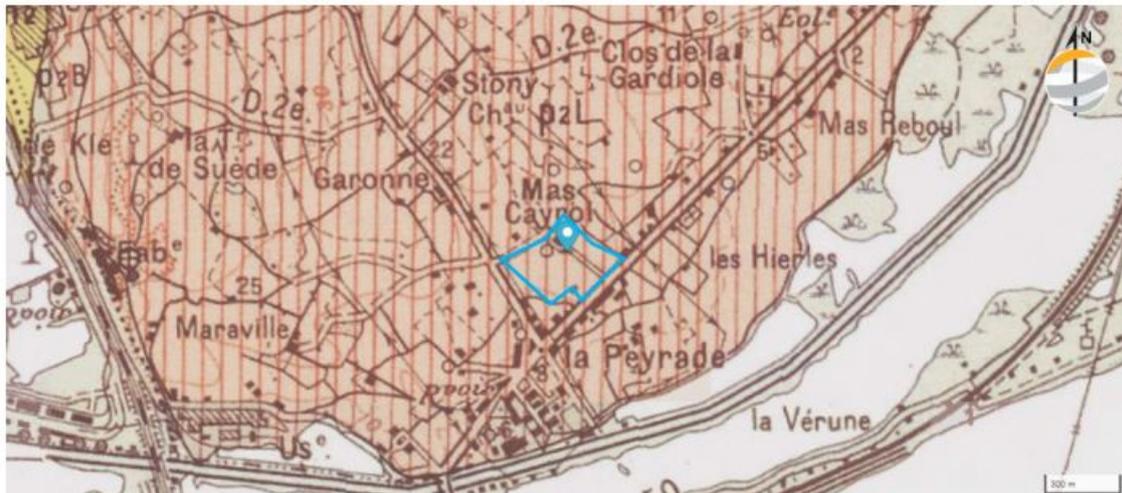
plus évacuée en sous-sol mais redevient une composante naturelle du paysage. Des espaces d'agrément naturels alliant hydraulique, paysage et environnement peuvent ainsi être réalisés.

- **Environnementaux** : La collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permet de limiter au maximum le ruissellement et donc la charge polluante. De plus, les ouvrages de stockage permettent une dépollution naturelle par décantation, filtration mécanique du sol et phyto-épuration. Le stockage en surface, dans des espaces verts plantés d'espèces adaptées constituent des milieux temporairement en eau riches en biodiversité, ce qui est particulièrement intéressant en milieu urbain. De plus, cela permettra de désaturer les réseaux existants dans le cadre de fortes pluviométries et de respecter le cycle naturel de l'eau en permettant l'infiltration des eaux et en assurant ainsi, partiellement, le rechargement des nappes d'eaux souterraines.
- **Economiques** : Les systèmes mis en œuvre permettent de s'affranchir des réseaux EP classiques et des ouvrages associés ce qui représente une économie conséquente. En outre, aucun espace n'est spécialement dédié à la gestion des eaux pluviales ce qui représente une grande plus value en terme d'emprise foncière. Les économies sont également présentes en matière d'entretien puisque les ouvrages de stockages et d'infiltration seront uniquement entretenus pour leur fonction primaire (espace vert, voirie, toiture, ...).

**Les ouvrages de gestion des eaux pluviales seront dimensionnés afin de collecter, stocker au plus proche du lieu de précipitation puis vidanger par infiltration le volume d'eau pluviale correspondant à une pluviométrie la plus défavorable d'occurrence centennale de 120 litres par m² selon le schéma directeur de gestion pluviales et la doctrine de la DDTM de l'Hérault
Le débit de fuite à prendre en compte est de 30l/s/hectare.**

GEOLOGIE

Selon la carte géologique du BRGM à 1/50 000 de SETE et notre connaissance du secteur, le site se situe sur des terrains caractérisés par des calcaires lacustres du Pliocène supérieur, notés p2L.



- LM : Quaternaire - Formations superficielles : vases et limons des étangs salés
- Fz : Alluvions récentes et modernes (Quaternaire)
- Ma : Quaternaire - Formations superficielles : cordons littoraux actuels ou récents
- p2L : Calcaires lacustres du Pliocène supérieur
- pCT : Tertiaire - Pliocène : calcaires littoraux de Frontignan
- non_carto : Non cartographié

Extrait de la carte géologique au 1/50 000ème (source : BRGM)

C.4. Résultats des essais de perméabilité

Les résultats obtenus au droit des essais de perméabilité réalisés sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	Profondeur d'essai (m)	Lithologie testée	Perméabilité – essai Matsuo (m/s)
PM1	0.2 - 0.45	Limons gravo-cailleux légèrement sableux	2×10^{-5}
PM2	0.6 - 0.8	Calcaire	2.5×10^{-5}
PM3	0.7 - 1.0	Calcaire altéré	4×10^{-6}
PM4	0.3 - 0.5	Limons gravo-cailleux légèrement sableux	3×10^{-5}
PM5	0.5 - 0.8	Calcaire altéré	3×10^{-5}
PM6	0.7 - 0.95	Calcaire altéré	4×10^{-6}
PM7	0.7 - 0.95	Calcaire altéré	4×10^{-6}
PM8	0.7 - 0.95	Calcaire fracturé	1×10^{-5}
PM9	0.25 - 0.45	Limon gravo-cailleux légèrement sableux	5.5×10^{-5}
PM10	0.2 - 0.5	Limon gravo-cailleux légèrement sableux	9×10^{-6}

Soit une moyenne de 1.93×10^{-5} m/s.

Gestion des eaux pluviales proposée

La gestion des eaux pluviales ici proposée a pour but de démontrer la faisabilité d'une gestion intégrée basée sur les techniques alternatives. Cette dernière pourra évoluer et être optimisée en corrélation avec les différents acteurs du projet (MOA, architecte, paysagiste, ...).

Le projet est divisé en une partie de promotion immobilière de logements collectifs sur une parcelle, la rénovation de la maison existante et la gestion d'une nouvelle construction individuelle

Principe

- 1) Les eaux pluviales des voies d'accès et des parkings ruisselleront sur des revêtements perméables, et seront dirigés vers des noues et structures réservoirs.**
- 2) Les eaux de toiture seront stockés en toiture réservoir et dirigées vers des espaces vert hydrauliques plantés et des structure drainantes**
- 3) L'ensemble sera relié et fonctionnera de manière gravitaire vers un point bas final.**
- 4) L'ensemble du projet pluvial sera réalisé de façon gravitaire, l'ensemble sera relié.**
- 5) Une surverse de sécurité sera aménagée en point bas.**

Les eaux pluviales seront collectés et stockées au plus proche du lieu de précipitation par différents ouvrages de gestion (chaussées à structure réservoir, toiture terrasse) puis vidangées. (cf. *Schéma de gestion des Eaux Pluviales en annexe jointe*).

L'ensemble du système fonctionnera également par surverse de sécurité. Pour de fortes pluviométries, les eaux de surverse seront acheminées, en suivant la topographie du terrain, de l'amont vers l'aval au sein des ouvrages de gestion envisagés.

Les eaux de ruissellement seront stockées au plus proche du lieu de précipitation par des structures réservoirs sous chaussée et stationnement positionnées en accotement de la voirie d'accès, dans des massifs drainants sous voirie et stationnement et dans des espaces verts hydrauliques plantés.

L'ensemble du système sera drainé. Autrement dit, lorsqu'un ouvrage amont est plein, les eaux de débordement sont envoyées dans un ouvrage aval. Ainsi, pour de fortes

pluviométries, les eaux de surverse seront acheminées, en suivant la topographie du terrain, de l'amont vers l'aval au sein des ouvrages de gestion envisagés.

Fonctionnement des structures réservoirs

Cet outil est utilisé en France depuis de nombreuses années avec des très bon retours d'expériences, nous avons participé en 1996 à la réalisation d'un parking drainant de 12 500m² pour l'université de DOUAI. Cet aménagement permet de gérer l'eau au plus près de l'endroit où elle précipite.

Utilisées pour la voirie et les parkings, la structure réservoir permet de stocker les eaux pluviales dans le corps de la chaussée, constituée de grave drainante. La chaussée peut être recouverte d'un enrobé poreux qui laisse passer l'eau directement dans la structure réservoir tout en retenant les impuretés. On peut aussi choisir un enrobé traditionnel imperméable avec un système d'avaloirs qui collectent et diffusent les eaux de pluie dans la structure. L'eau circule entre les vides laissés par les cailloux et peut être, soit infiltrée dans le sol (solution privilégiée), soit évacuée vers un exutoire naturel ou un réseau d'eaux pluviales.

Une grande capacité d'absorption :

La forte porosité des enrobés poreux et du corps de chaussée permet de gérer par infiltration toutes les pluies même les plus fortes. La capacité d'absorption est 100 fois plus grande que les besoins nécessaires à l'absorption d'une pluie dite décennale. La vitesse d'infiltration mesurée sur des enrobés poreux neufs est d'environ 72 000 l/h/m, soit une perméabilité des enrobés de 20 litres par m² par seconde.

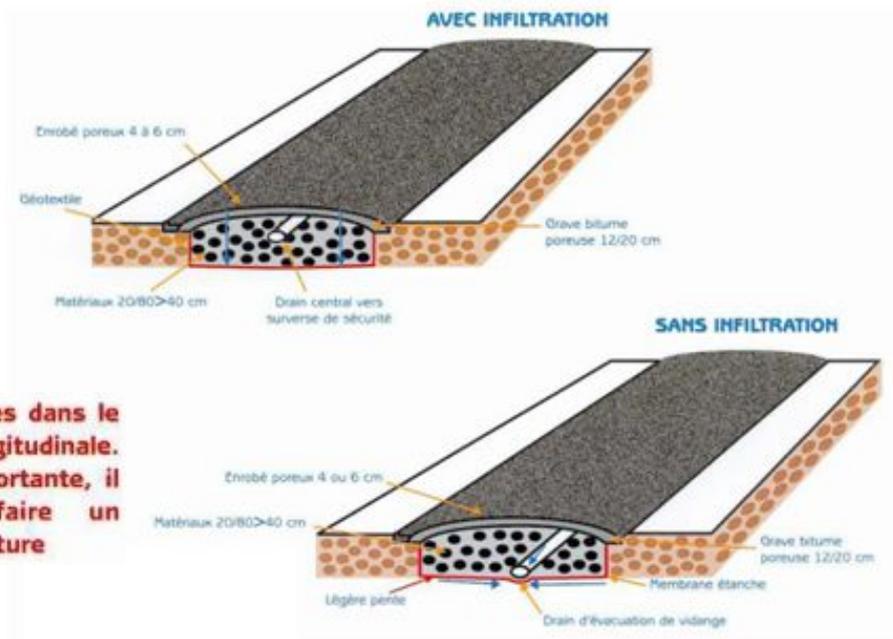
Il est possible de gérer 120 litres en 6 secondes.

Une épuration naturelle et gratuite :

Comme 80% de la pollution des eaux pluviales provient du ruissellement, on limite considérablement la concentration des polluants qui se fixent aux matières en suspension.

Les cailloux, appelés « grave », de la structure réservoir servent de support à une culture bactérienne comparable à celle d'une station d'épuration. Les micro-organismes dégradent les matières organiques, les hydrocarbures, etc. (Etude C.J. Pratt, A.P. Newman, P.C. Bond disponible sur le site du GRAIE : www.graie.org).

- Source ADOPTA.fr
- Coupe schématique :

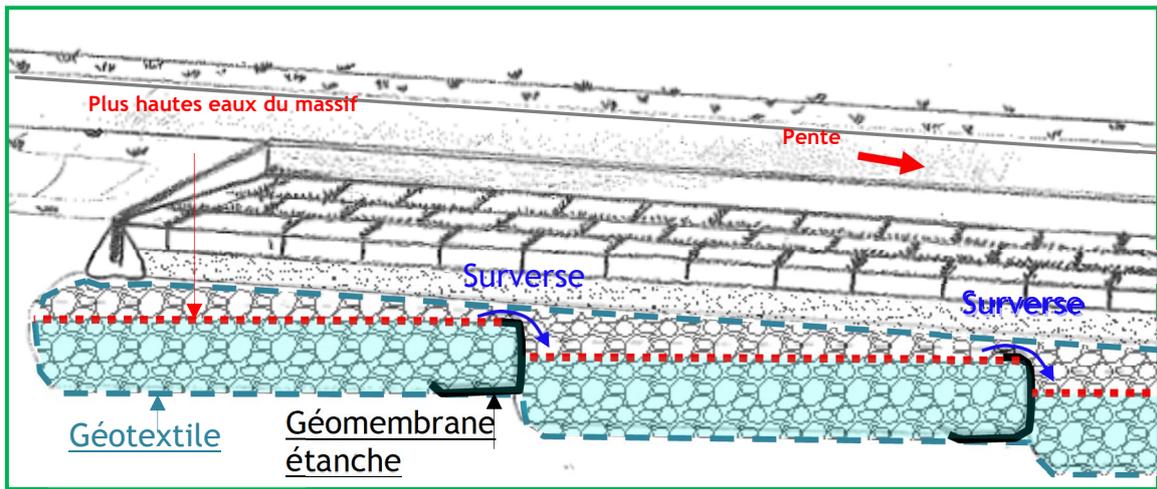


NB : Ces schémas sont valables dans le cas d'une faible pente longitudinale. Pour une pente plus importante, il est nécessaire de faire un cloisonnement de la structure

Lorsque que la surface présente une pente en long, il faut réaliser les aménagements en « escalier ».

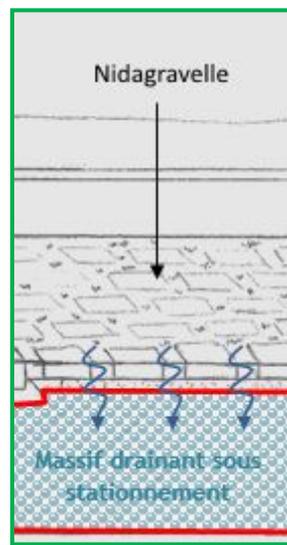
Les massifs drainants sont constitués d'une grave de granulométrie 20/60 définie par un indice de vide de 35%. Ils sont entourés d'un géotextile anti-contaminant afin de préserver la grave de tout apport de fines extérieures et ainsi éviter l'altération de sa porosité, et donc de ses capacités de stockage.

Dans les secteurs ou la pente est la plus forte et ou le linéaire de stationnement et/ou de voirie est important, les massifs drainants sont réalisés en cascade afin d'optimiser le volume de stockage. Ils seront compartimentés par des cloisons étanches en géomembrane qui permettent la mise en charge des biefs amont et la surverse dans le bief aval en cas de saturation.



Les revêtements perméables seront réalisés sous les piétonniers, stationnements et voirie, sur une superficie totale de 19 959 m², les massifs drainants offrent un volume de stockage total de 2 557 m³, pour 30cm à 40cm de GNT 20/60.

Les places de stationnement seront réalisées en béton perméables, pavés drainants ou nidagravel pour limiter l'imperméabilisation du site. Ce procédé permet également la percolation des eaux pluviales de ruissellement à travers le dallage par l'intermédiaire du gravillon.



Le Graie précise dans sa note rédigée par Bernard Chocat, Insa de Lyon et le groupe de travail "eaux pluviales et aménagement" du Graie :

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution chronique des sols et des nappes par l'infiltration directe des eaux de ruissellement d'un parking ou d'une voirie tertiaire à travers un revêtement poreux associé à une chaussée à structure réservoir est quasiment nul.

En effet, d'une part l'eau de pluie ne ruisselle pas sur le revêtement et ne se charge donc pas en polluant et d'autre part les eaux se filtrent très rapidement lors de leur transfert à travers les matériaux et le sol.

L'essentiel à retenir

Le risque de pollution accidentelle des sols et des nappes par l'infiltration d'un polluant dangereux provenant d'un accident de la circulation ou de toute autre cause existe, mais sa fréquence est généralement rare pour la plupart des situations.

Le risque doit cependant être évalué et ce type de solution ne devra pas être utilisé lorsque l'aléa (par exemple, présence fréquente de camions chargés de matières dangereuses) ou la vulnérabilité (par exemple, nappe phréatique utilisée pour la production d'eau potable) seront trop grands.

Le risque est acceptable dans tous les autres cas.

L'essentiel à retenir

Non seulement le risque d'endommagement lié aux cycles gel-dégel associé à la présence d'eau dans l'ouvrage est très faible, mais les revêtements de ce type résistent mieux aux cycles gel-dégel que les revêtements traditionnels.

L'essentiel à retenir

Les perméabilités initiales des revêtements sont plusieurs milliers de fois supérieures à celles nécessaires pour infiltrer les pluies les plus intenses.

Même si le colmatage progressif des revêtements drainants est une réalité nécessairement associée à l'efficacité de dépollution de ces ouvrages, ce phénomène pose donc rarement de réels problèmes.

L'essentiel à retenir

Même si l'aspiration à sec est plus efficace pour prévenir le colmatage en surface, aucune étude n'a mis en évidence le fait que ce phénomène était accéléré par les procédés de balayage humide.

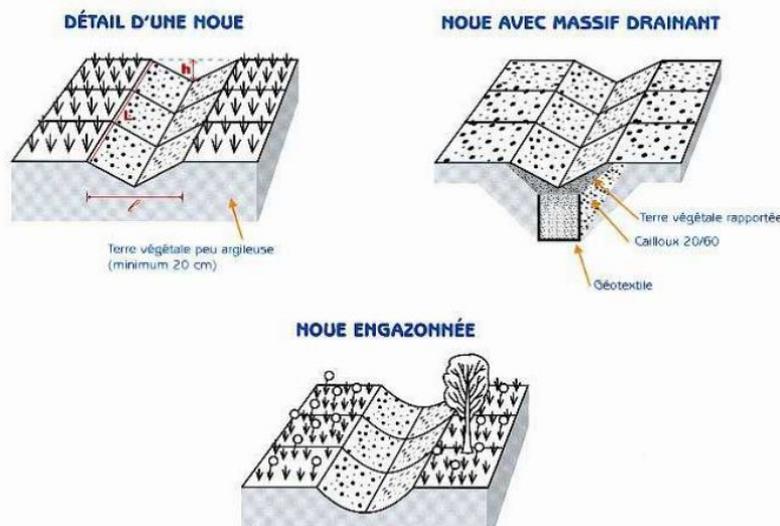
Les revêtements poreux peuvent donc être nettoyés avec les mêmes procédés que les revêtements traditionnels.

L'essentiel à retenir

La viabilité hivernale peut parfaitement être assurée avec des revêtements poreux. Un surcoût est cependant à prévoir si l'on souhaite continuer à utiliser des sels de déneigement ; mais à l'opposé, utiliser ce type de revêtement peut permettre d'initier une réflexion sur les pratiques de viabilisation hivernale.

Fonctionnement des espaces verts creux

Une noue est un fossé large et peu profond avec des rives en pente douce. Elle sert à stocker un épisode de pluie ou à écouler une pluie plus importante. L'eau est collectée soit par l'intermédiaire de canalisations (récupération des eaux de toiture et de chaussée), soit directement, après ruissellement sur les surfaces adjacentes.



Les espaces verts plantés hydrauliques, offrent un volume de stockage de 360 m³ pour 0.20m de profondeur moyen sur 1 800m².

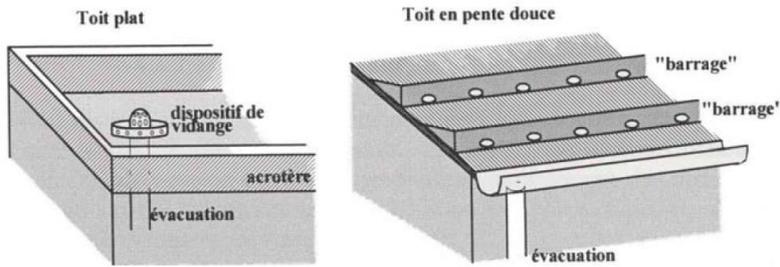
Cf plan Projet.

Fonctionnement des Toitures plates de stockage pluviale

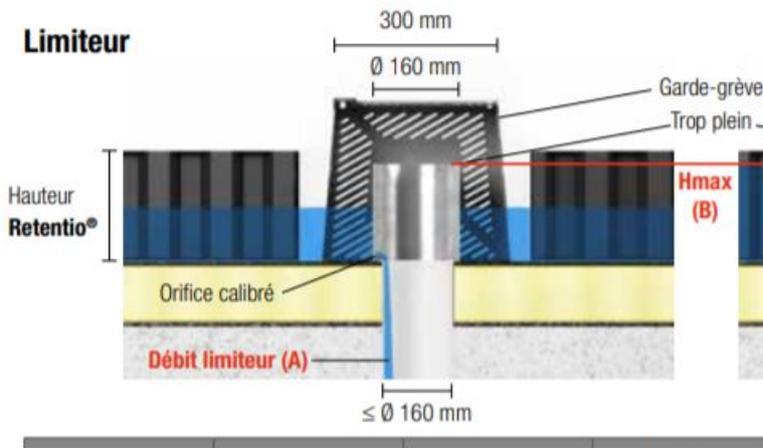
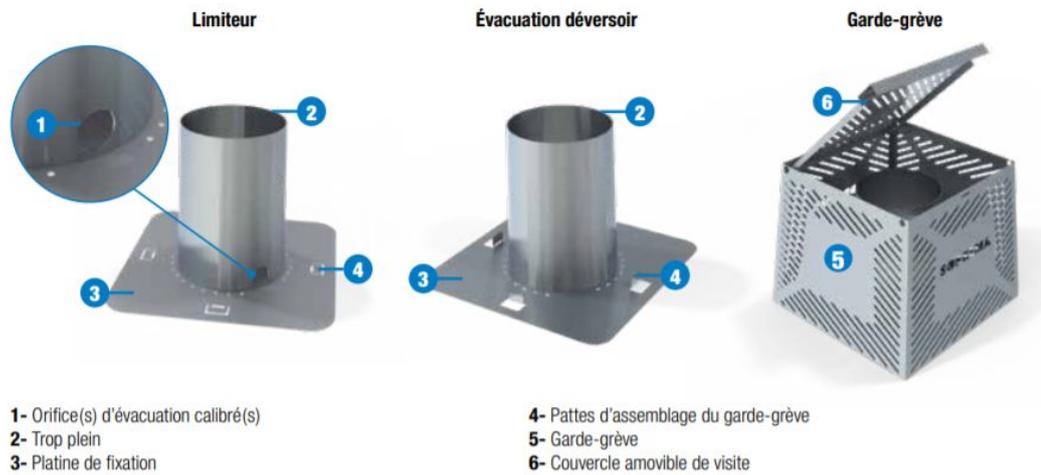
La toiture fonctionne comme un bassin béton qui stocke l'eau et la reverse à débit régulé vers l'exutoire.

Le stockage en toitures terrasses (toits stockants) est un moyen efficace pour réduire les effets de l'imperméabilisation sur le ruissellement. L'eau stockée est restituée à débit limité au réseau d'eau pluvial ou à un autre exutoire grâce à un dispositif de régulation spécifique. Le stockage se fait sur quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits le plus souvent plats, ou éventuellement présentant une pente de 0,1 à 5 %.

L'eau est retenue au moyen d'un parapet en pourtour de toiture, sur une certaine hauteur d'eau, puis est évacuée. Sur les toits plats, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordée au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge. Dans le cas de toits en pente, le stockage est rendu possible grâce à l'utilisation des caissons cloisonnant la surface et jouant le rôle de mini barrages.



Le dispositif de régulation de débit pourra être de type SOPREMA :



L'orifice de sortie permet de réguler le débit.

Les descentes EP proposeront des diamètres variant de 80mm à 100mm, dimensionnées par le BET Fluide bâtiment.

La toiture terrasse du bâtiment collectif offre une surface de 6 600m², pour un volume de stockage de 462.00m³ (soit une hauteur d'eau de 7cm).

Note de calcul

Caractéristiques et dimensionnements

Utilisation de 120 l/m² de surface active :

Calculs de la Surface active (Sa) et du Coefficient d'apport (Ca)

	coefficients	superficie	Ca	Sa	Volume (m3)
Voirie enrobé perméable	0,3	4 050m ²	0,33	27 918m ²	3 350m ³
Trottoirs Balthazar	0,5	9 559m ²			
Stationnement Perméables	0,5	6 350m ²			
Espaces verts	0	46 373m ²			
Terrasses bois perméables	0,5	0m ²			
Toitures construction	1	17 327m²			
Sable stabilisé	0,7	2 031m²			
BV amont	1	0m ²			
		total pris en compte			
		85690			

Surface active et Coefficient d'apport

La surface active (Sa) Totale à prendre en compte pour l'ensemble du projet est donc de 27 918 m². Elle prend en compte l'ensemble des surfaces aménagées du projet. Pour 3 350.00 m3 d'eau en volume brute à gérer sur site.

Utilisation de Méthode des pluies majorée de 20%

Dimensionner les ouvrages sans déversement pour la pluie centennale (simulation ou méthode des pluies + 20 %) ;

- Respecter un débit de fuite maximum compris entre le débit de pointe biennal et le débit de pointe quinquennal avant aménagement.

Nous avons pris en compte les coefficients a et b de Montana ajustés sur la pluviométrie de Montpellier pour des épisodes pluvieux allant de 15 minutes à 24 heures.

**Coefficients de Montana pour des pluies
de durée de 15 minutes à 24 heures**

Durée de retour	a	b
5 ans	11.776	0.67
10 ans	13.348	0.651
20 ans	14.551	0.629
30 ans	15.1	0.615
50 ans	15.69	0.597
100 ans	16.274	0.571

Nous n'avons pas pris en compte l'infiltration existante sur les surfaces d'aménagement hydraulique, l'étude de sol indique une perméabilité moyenne de 1.25 10-5m/s, non prise en compte.

Nous avons pris en compte un débit de fuite compris entre Q2 et Q5 avant aménagement comme indiqué dans le document de la doctrine de la MISEN.

Soit

Pour le débit Q2 :

$$Q = 1/3,6 \times Cr \times i(tc,T) \times S$$

Q= débit instantané maximal en m3/s - S = superficie du bassin versant (km²)

i(tc,T) = formule de Montana avec i (mm/h)= a x tc-b intensité de la pluie de durée égale au temps de concentration tc et de période de retour T.

$$S : = 0.0856 \text{ km}^2. L = 310\text{m.}$$

Tc est égale à $tc=L/(v*60)$, soit 5.16 minutes.

$$Cr=0,8 \times (1 - P0 / Pj (T)) = 0.42$$

$$Q = 1/3,6 \times Cr \times i(tc,T) \times S$$

$$Q : 0.159 \text{ m}^3/\text{s.}$$

Pour le débit Q5 :

$$Q = 1/3,6 \times Cr \times i(tc,T) \times S$$

Q= débit instantané maximal en m3/s - S = superficie du bassin versant (km²)

i(tc,T) = formule de Montana avec i (mm/h)= a x tc-b intensité de la pluie de durée égale au temps de concentration tc et de période de retour T.

$$S : = 0.016 \text{ km}^2. L = 210\text{m.}$$

T_c est égale à $t_c=L/(v*60)$, soit 5.16minutes.

$$C_r=0,8 \times (1- P_0 / P_j (T)) = 0.50$$

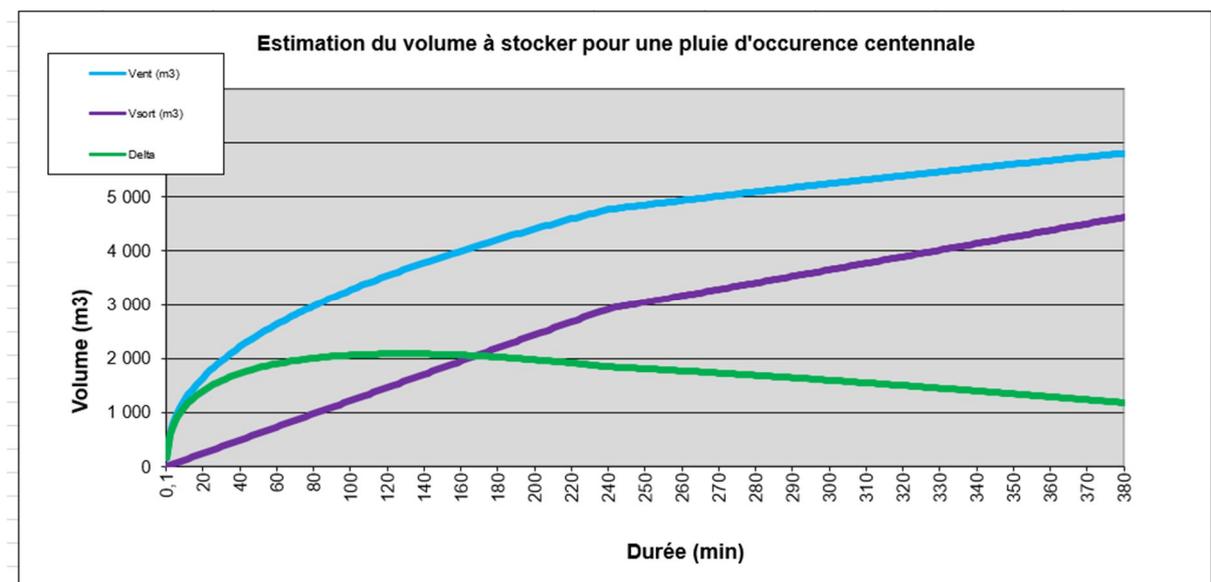
$$Q = 1/3,6 \times C_r \times i(tc,T) \times S$$

$$Q : 0.247 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Soit un débit de fuite moyen entre Q2 et Q5 de 0.203m³/s, 203 litres/s

methode des pluies	Montana	a	b	Sa (ha)	Qf (L/s/ha)	Qf (L/s)	t critique	V à stocker
	100ans	16,274	0,571	2,79	17,5	203,00	128,50	2 083m ³

Cela conduit à un besoin de compensation de 2083 m³



Tel que le demande la doctrine du 34, le volume sera majoré de 20%.

Soit V : 2 499 m³ de stockage.

Conclusion :

Règle des 120l/m² de surface active : V : 3 350 m³

Méthode des pluies : V : 2 499 m³.

Nous prendrons donc en compte la méthode des 120l/m² de surface active pour 3 350 m³ de stockage nécessaire sur site.

Description de l'exutoire – modalité de rejet vers le milieu naturel

En fonctionnement normal

En fonctionnement normal, les eaux de ruissellement issues de la totalité du projet (espaces verts communs, voirie de desserte, surfaces parcellaires, ...) seront collectées sur le bassin versant considéré, stockées puis vidangées dans un premier temps par l'infiltration naturelle du site.

En prenant en compte une hypothèse d'infiltration de $1.93 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$:

Surface infiltrante des structures réservoirs et noues $21\,759 \text{ m}^2$, le débit de fuite serait de $1\,511 \text{ m}^3/\text{heure}$

Uniquement par infiltration, il faudrait 2.5 heures

Ces différents ouvrages seront dimensionnés pour pallier un événement pluvieux de 120 l/m^2 .

Traitement qualitatif des eaux pluviales

Dans le cas d'une gestion des eaux pluviales classique, le transit des eaux de ruissellement au sein d'ouvrages de transferts comme des canalisations enterrées augmente leur pouvoir polluant puisque leur parcours par ruissellement est extrêmement important.

En effet, le paramètre du « temps de parcours » de l'eau par ruissellement sur les surfaces minérales de voirie potentiellement polluées et canalisations enterrées est prépondérant. Plus le parcours de ruissellement est long et plus les substances polluantes sont arrachées des surfaces, par abrasion mécanique et par mise en solution au sein de la masse d'eau, et inversement.

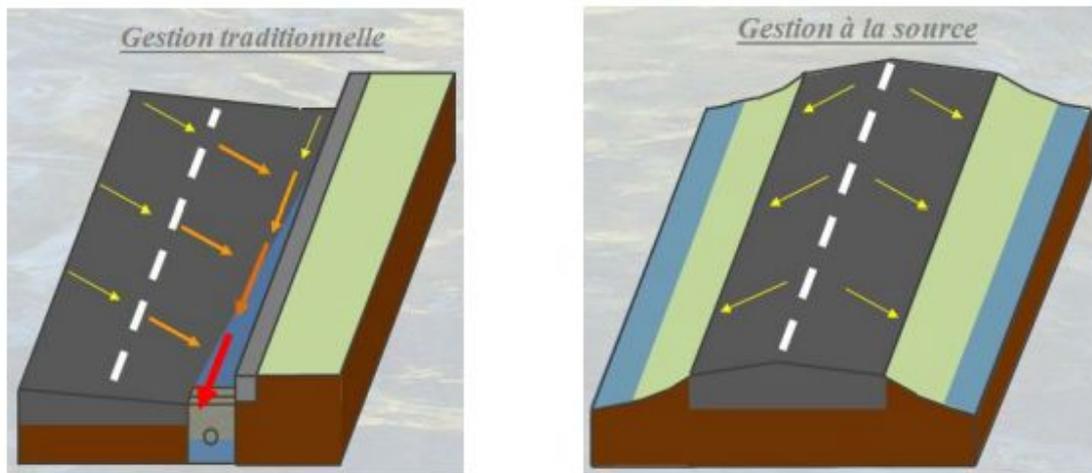


Figure 1 : Comparaison de principes de gestion traditionnelle et gestion intégrée des eaux pluviales
Source : INNOVINFRA

La gestion des eaux pluviales à la source, au plus proche du lieu de précipitation, permet ainsi de limiter la charge polluante des eaux de ruissellement. En outre, il est intéressant de voir de quelle manière se comportent les polluants dans des ouvrages de stockage / infiltration réalisés en espace vert ou en structure drainante.

La qualité de l'eau de ruissellement et le devenir des polluants ont été suivis durant une thèse sur une opération de référence d'INFRA Services aménagée pour l'étude : la ZAC de la Carbonnière à Barentin (76) où des contrôles de pollution ont été effectués dans une noue en bord de voirie.

Les eaux pluviales vont pour partie ruisseler dans les jardins et espaces verts communs du projet, favorisant une infiltration des eaux pluviales. Ces eaux rencontreront des espaces verts plantés de plantes de type vivaces et graminées.

L'étude d'INFRA SERVICES sur site a été associée à des essais grandeur nature sur des mésocosmes contaminés artificiellement avec six polluants (métaux lourds et HAP) toxiques et/ou cancérigènes et mutagènes et récalcitrants dans l'environnement afin de tester les capacités de remédiation de quatre espèces végétales couramment plantées dans nos ouvrages. L'absorption des métaux lourds dans les racines des végétaux, l'exportation de ces éléments dans les parties aériennes des plantes (tiges, feuilles et racines) mais aussi l'augmentation de la dégradation des polluants organiques comme les HAP par l'intermédiaire des microorganismes ont été étudiées.

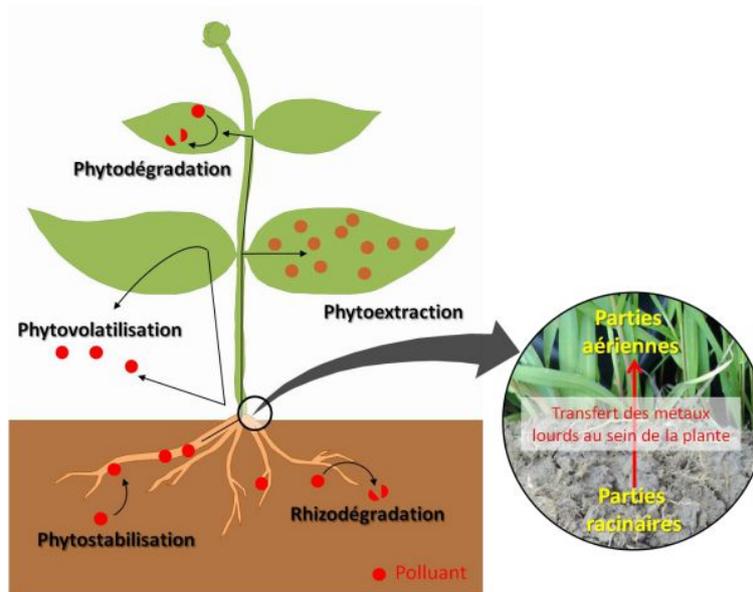


Figure 2 : Principaux mécanismes de la phytoremédiation des polluants
Source : INFRA services

Les travaux ont notamment montré que :

- les sols limono-argileux retiennent très majoritairement les polluants hydrophobes et peu solubles dans l'eau (HAP) ;
- la dégradation des HAP est favorisée autour des racines de certaines plantes ;
- les plantes peuvent stabiliser dans leurs racines et extraire dans leurs feuilles et tiges de faibles quantités de métaux ;
- la dépollution est meilleure lorsque le système est vivant, planté et propice au développement de micro-organismes.

C'est bien l'association de la plante et des microorganismes du sol qui va dans certains cas avoir un effet de synergie et favoriser le traitement des polluants. Pour ne citer que certains exemples qui témoignent de cette synergie, la plante est capable de diminuer la toxicité de certains polluants en libérant des substances dans le sol ou encore l'ensemble des racines va créer un habitat favorable au développement des micro-organismes alors plus performants pour la dégradation des polluants organiques,...

De nombreuses études confirment aujourd'hui l'efficacité du concept de gestion intégrée pour le traitement des polluants associés aux ruissellements. La gestion des eaux pluviales en espaces verts, est grandement favorable à la dépollution, notamment en comparaison avec un système classique.

Incidence sur la qualité des eaux souterraines

Les temps de transit dans les ouvrages de gestion favoriseront la décantation et l'oxydation des éléments. Les végétaux mis en place dans les espaces verts de ruissellement accentueront cet effet épuratoire naturel.

Lors de pollutions ponctuelles, une simple réfection des matériaux pollués suffira. L'accès étant aisé, le contrôle visuel facile et la surveillance en sont simplifiés.

L'interface entre la structure et le sol permet la diffusion de la pollution plutôt que la concentration engendrée par une canalisation qui ne possède qu'un point de rejet. Ainsi la percolation dans le sol permet une filtration à travers les matériaux en place et une dégradation/oxydation plus importante.

Incidence sur la qualité des eaux superficielles

Lors des pluies, les matières déposées sur les surfaces de ruissellement sont transportées jusqu'à l'exutoire ou en fond d'ouvrage. Ces matières constituent une source de pollution relative. L'entraînement et le transport de ces matières sont fonction de facteurs caractéristiques :

- de la pluie : hauteur, intensité, durée de temps sec précédant la pluie ;
- du sol : nature, pente, existence ou non d'un nettoyage régulier ;
- du dépôt : type, importance.

Il est difficile de pouvoir évaluer les apports en polluants dus au ruissellement. La bibliographie donne les fourchettes suivantes actualisées selon les données de "*La ville et son assainissement*" du Certu -2003 ainsi que par "*le document d'orientation pour une meilleure maîtrise des pollutions dès l'origine du ruissellement*" de Novembre 2011 par Agence de l'Eau Seine-Normandie :

Polluants	Voirie urbaine			Aire de stationnement	Abattement par les techniques alternatives (Certu 2003)		Sources bibliographique
	Trafic faible <3000véhicules/j	Trafic moyen	Trafic fort >10000véhicules/j		Mini ma	Maxi ma	
DBO5 (mg/L)	8-35 (26)				75%	95%	Certu 2003
MES (mg/L)	11,7-117 (84,5)	59,8-240 (99)	69,3-260 (160)	98-150 (129)	80%		Agence de l'eau Seine-

DCO (mg/L)	70-368 (120)			50-199 (70)	80%	90%	Normandie 11/2011
Cuivre (µg/L)	47-75,9 (60,4)	51,7- 103,8 (97)	65,6-143,5 (90)	6-80 (43)	30%	65%	
Plomb (µg/L)	25-535 (170)			15,4-137 (78,5)	80%	98%	
Zinc (µg/L)	129,3-1956 (407)			125-526 (281)	15%	40%	
Hct (µg/L)	160-2277 (1402)	4000-11000 (4170)		150-1000 (160)	80%	90%	

Tableau 1 : Estimation des apports en polluants dus au ruissellement
Source : Certu et Agence de l'Eau Seine-Normandie

Dans le cas présent et vu les données de trafic envisagées, les valeurs de trafic faibles seront reprises avec un taux d'abattement moyen.

Les charges polluantes les plus importantes sont emportées par les premiers orages après une saison sèche. Ces phénomènes constituent le principal risque pour le milieu naturel.

Après une saison sèche, on peut évaluer à 25 %, voire 50 % de la pollution annuelle, la charge polluante transportée par les eaux de ruissellement générées par cinq événements successifs de quelques heures. Un seul de ces événements pourrait transporter 10 à 20 % de la charge annuelle.

La pollution des eaux pluviales se distingue par un certain nombre de caractéristiques qui sont favorables à son traitement. En effet, une grande partie de la pollution se fixe sur les matériaux solides, à l'exception toutefois des nitrites, des nitrates et des phosphates qui sont essentiellement sous forme dissoute.

Ouvrages de gestion

L'aménagement des ouvrages permettra une importante décantation, une **filtration** mécanique et une épuration biologique naturelle. L'accompagnement végétal renforcera encore le rôle épurateur.

Sur ces bases, les concentrations et les flux de pollution en sortie de noue sont calculés à titre indicatif dans le tableau suivant, à partir des données issues de la bibliographie du CERTU et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie présentées précédemment.

Paramètre de pollution des eaux pluviales	Charge polluante moyenne	Taux d'abattement moyen CERTU 2003	Charge polluante annuelle en sortie de noue		Charge polluante événements pluvieux défavorable Kg / an	Classification SEQ-Eau V2 - Indice de qualité
	mg / l		Kg / an	mg / l		
DBO ₅ (mg/L)	26,00	85%	1,60	3,90	0,16	60%
Matières en suspension (mg/L)	84,50	80%	56,29	16,90	5,63	80%
DCO (mg/L)	0,12	85%	0,08	0,02	0,01	80%
Cuivre (mg/L)	0,06	48%	0,04	0,03	0,00	80%
Plomb (mg/L)	0,17	89%	0,11	0,02	0,01	non classifié
Zinc (mg/L)	0,41	28%	0,27	0,30	0,03	80%
Hydrocarbures (mg/L)	1,40	85%	0,93	0,21	0,09	60%

Tableau 2 : Estimation des concentrations et flux de pollution en sortie des ouvrages de gestion
Source : INNOVINFRA

Du fait de sa conception, de la circulation interne prévue et du mode de gestion des eaux de ruissellement de l'opération, la quantité de polluants générés par l'urbanisation ne sera que très faible. Le projet n'aura ainsi pas d'incidence sur la qualité des eaux superficielles.

En effet, la collecte des eaux pluviales au plus proche du lieu de précipitation permettra de limiter au maximum les ruissellements et donc la charge polluante. Les ouvrages de gestion des eaux pluviales permettront, par ailleurs, d'annihiler la vitesse de l'eau et de favoriser la décantation.

Moyens de surveillance et entretien du système de gestion des eaux pluviales

Comme nous venons de le mentionner, la gestion des eaux pluviales du projet sera réalisée sur le principe des techniques alternatives de gestion d'eaux pluviales.

A ces ouvrages originaux s'ajoutent des ouvrages associés appartenant à l'ingénierie « classique » (ouvrages de collecte, ouvrages de transit, ...).

Nous présenterons donc, séparément, ce qui relève de l'entretien des espaces verts (noues, espace vert creux, ...) et ce qui relève de l'entretien des ouvrages hydrauliques « classiques ».

Nota : La fréquence indiquée est un minimum. Les ouvrages doivent être entretenus autant que nécessaire. Il paraît pertinent d'inclure une visite de contrôle de l'ensemble des ouvrages de la zone après un événement pluvieux décennal.

Surveillance :

Ceci permet d'assurer une surveillance visuelle permanente et d'en repérer les anomalies ou pollutions évidentes, telles que l'irisation caractéristique des hydrocarbures ou les rejets par temps secs dus aux mauvais branchements d'eaux usées. Cet aspect visuel apparaît d'autant plus important qu'il permet de sensibiliser les occupants du site, tout déversement indésirable vers le réseau étant détecté.

Entretien :

Noues, et espaces verts creux :

- les noues et espaces verts creux doivent être tondu mécaniquement 5 à 6 fois par an ;
- l'enrochement des arrivées d'eau et l'exhaussement des ouvrages annexes (boîtes, ...) par rapport au fil d'eau nécessitent ponctuellement le passage d'un rotofil (même fréquence) ;
- l'arrosage, le ramassage de feuilles et des détritiques doivent être effectués aussi souvent que nécessaire, suivant les saisons ;
- Il est déconseillé de réaliser le désherbage de manière chimique. En effet, bien que plus rapide et ayant un effet durable, celui-ci est susceptible d'apporter une grande quantité de substances polluantes dans les eaux de surface, les eaux souterraines et le milieu naturel ;
- pour les noues et espaces verts creux plantés d'hélophytes, un fauchage au minimum annuel sera nécessaire au maintien des formations végétales ;
- une intervention sur les plantations proprement dites est à envisager chaque année. Il faut d'une part veiller à couper les parties mortes des plantes, afin de limiter l'envasement des noues au début de l'été, et d'autre part, d'arracher les plantes envahissantes ;

- le nettoyage des ouvrages annexes (grille...) doit être effectué aussi souvent que nécessaire.

Ouvrages hydrauliques « classiques » :

Nous qualifions d'ouvrages « classiques » les ouvrages d'assainissement traditionnel appartenant à l'ingénierie classique comme les bouches avaloirs, les regards, les canalisations, ...

Le nettoyage de ces ouvrages doit être effectué aussi souvent que nécessaire. Il est notamment très important de :

- inspecter les orifices d'arrivée et de sortie d'eau en fonction des tontes et des événements pluvieux importants ;
- nettoyer si besoin en enlevant les embâcles et en curant les atterrissements ;
- inspecter les boîtes de branchement et les regards tous les six mois ;
- nettoyer si besoin en curant les fonds de décantation de ces ouvrages ;
- contrôler les mauvais branchements.

Un curage trop fréquent des fonds de décantation implique l'existence d'un dysfonctionnement en amont. Un diagnostic visant notamment à déceler des signes d'érosion est alors nécessaire.

Structures réservoirs :

Pour les ouvrages d'injection, 2 types de prestations sont nécessaires :

- des visites régulières comprenant une observation attentive du dispositif, en particulier dans les mois qui suivent les premiers événements pluvieux significatifs

Il convient de prévoir une chambre de visite tous les 75m, systématiquement à chaque bouche d'injection et/ou regard de drain.

- des opérations d'entretien nécessaires à la pérennité et au bon fonctionnement du dispositif.

Les opérations d'entretien courant des ouvrages d'injection comprennent :

- l'enlèvement des flottants et éléments grossiers sur grilles avaloirs, en décantation ;
- vidange des bouches d'injection ;
- pompage des dépôts dans les regards de *décantation* avant que ceux-ci n'atteignent la génératrice inférieure des drains de diffusions ;
- curage des siphons, nettoyage des regards.

La fréquence de l'entretien dépend des évènements pluvieux et du site. Les ouvrages doivent être entretenus autant que nécessaire. Une intervention biannuelle est au minimum souhaitable. La fréquence indiquée est un minimum. Il paraît pertinent d'inclure une visite de contrôle de l'ensemble des ouvrages de la zone après un événement pluvieux important (pluie décennale).

De même que pour les ouvrages spécifiques d'injection, 2 types de prestation sont recommandées sur les drains : tout d'abord, une inspection caméra peut être envisagée et comparée avec celle ayant eu lieu lors de la réception du chantier. Ensuite un hydrocurage annuel des drains doit être réalisé.

- **Surveillance**

Une surveillance visuelle permanente est conseillée pour en repérer les anomalies ou pollutions évidentes, telles que l'irisation caractéristique des hydrocarbures ou les rejets par temps secs dus aux mauvais branchements d'eaux usées. Cet aspect visuel apparaît d'autant plus important car il permet de sensibiliser les occupants du site, tout déversement indésirable vers le réseau étant détecté.

Dispositif de sécurité en cas de pollution accidentelle

Au vu des aménagements futurs de la zone (lotissement / zone d'activités économiques) et compte tenu que la voie de l'opération ne constitue pas d'axe de passage majeur de circulation (uniquement desserté par les véhicules particuliers / uniquement desserté par les véhicules se rendant sur la zone du projet), l'éventualité d'une pollution est un cadre bien improbable.

Contrairement au réseau entièrement busé, qui entraîne la pollution accidentelle directement et rapidement en aval vers le milieu naturel, le système retenu permet la diffusion au lieu de la concentration des eaux pluviales en un point.

Les ouvrages de gestion de chaque sous-bassin versant seront connectés entre eux par surverse. C'est-à-dire que lorsqu'un ouvrage est plein, le débordement de ses eaux sera acheminé vers l'ouvrage situé en aval.

Ainsi, en cas de pollution accidentelle, les polluants seront confinés dans l'ouvrage impacté. Les actions suivantes seront alors mises en place :

- les polluants devront être pompés au plus tôt ;
- la terre végétale devra être curée et remplacée au droit de l'ouvrage souillé ;
- les sols éventuellement pollués devront être évacués vers un centre de traitement adapté.