

# MORPHOSIS - Déménagement des activités sur un site à Tourville-les-Ifs



## NOTE DE GESTION DES EAUX PLUVIALES



INGÉNIERIE  
MAÎTRISE D'ŒUVRE  
INFRASTRUCTURE  
AMÉNAGEMENT URBAIN

*55b rue Gaston Boulet  
Bapeaume-les-Rouen  
76380 Canteleu  
Tél : 02.32.82.36.81  
contact@infraservices.f  
r*

## Avant-propos

Morphosis, actuellement basée au Havre est une entreprise de revalorisation des déchets électroniques et électriques, l'entreprise propose plus particulièrement l'extraction et l'affinage des métaux rares et précieux. Le site de l'ancienne usine d'embouteillage Bénédictine a été choisi afin de permettre de développer l'activité de l'entreprise. Classée ICPE, l'ensemble du site devra répondre aux exigences fixées par la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie (AESN), notamment en matière de gestion des eaux pluviales. Ce document présente les orientations choisies pour la gestion des eaux pluviales du site.

## 1. Données d'entrée

### 1.1. Localisation du site

L'ancien site d'embouteillage Bénédictine est situé sur la commune de Tourville-les-Ifs en Pays de Caux, département de la Seine-Maritime (76), à une trentaine de kilomètres au Nord du Havre et à 6 kilomètres au Sud de Fécamp. Le site s'étend sur 11 hectares et se compose de deux bâtiments principaux et deux annexes. Le site dispose d'une entrée principale permettant également un accès aux véhicules lourds. Le site est pourvu de nombreux espaces verts ainsi que d'une mare artificielle, ces surfaces perméables donnent la possibilité de créer divers ouvrages de gestion intégrée des eaux pluviales.



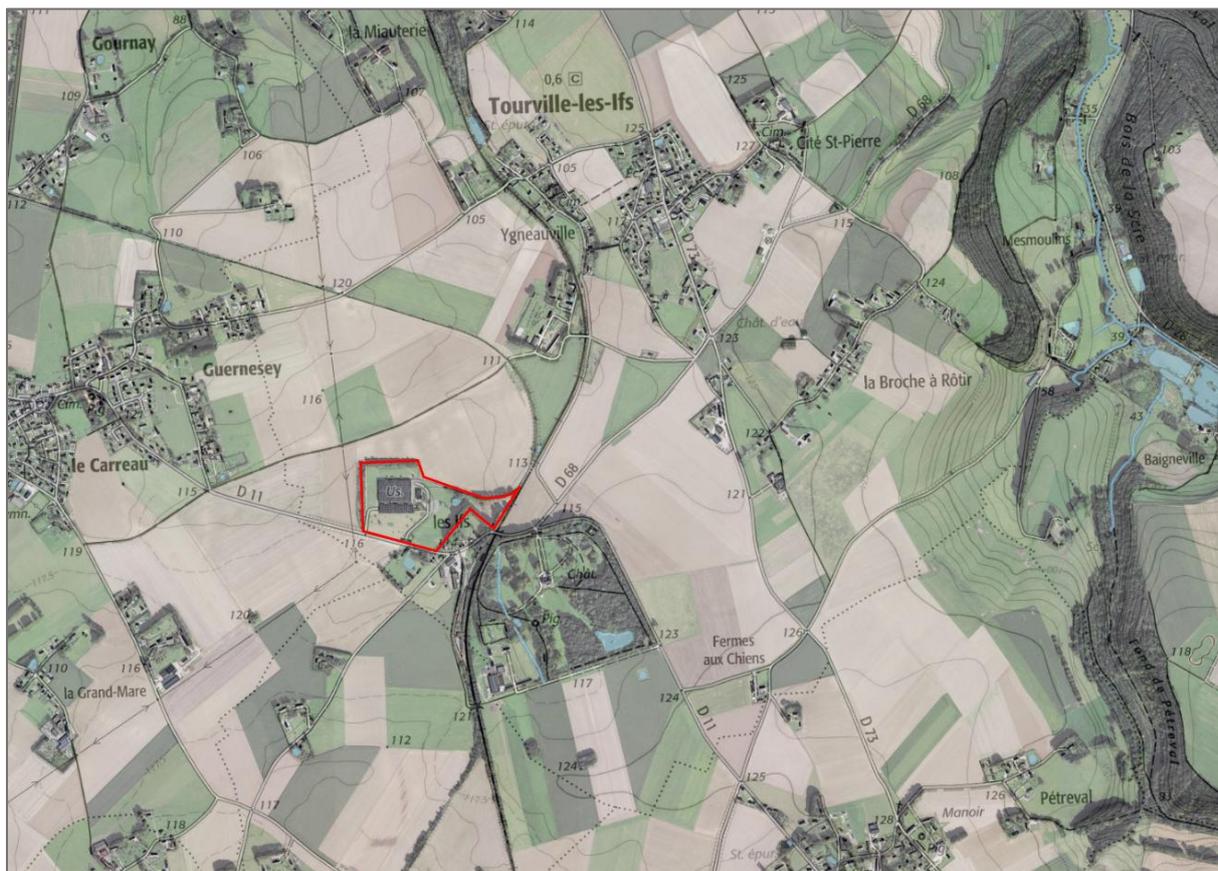
*Carte de localisation du site industriel de Morphosis*

### 1.2. Situation dans le paysage et particularité du site

Le futur site industriel de Morphosis est situé sur un plateau agricole à dominante culturale (blé, lin, betterave sucrière,...) du bassin versant de la Ganzeville. Le projet se situe à quelques centaines de

mètres d'une ferme en agriculture biologique, cette composante revêt une importance particulière notamment en terme environnemental où il faudra veiller à la qualité des eaux infiltrées. Le territoire présente un habitat éparpillé avec la présence de nombreux petits villages et hameaux, eux-mêmes constitués de plusieurs bâtiments de fermes et quelques habitations.

Le futur site comprendra une unité de traitement thermique. La cheminée associée sera équipée d'un système de traitement des fumées selon plusieurs procédés. Cependant lors d'évènements pluvieux il est possible que les poussières et particules rejetée soient susceptibles d'être interceptées et concentrées dans les eaux de ruissellement. Les eaux de toiture feront donc l'objet d'un double prétraitement par l'utilisation de filtre ADOPTA et par phyto-épuration afin d'éviter toute contamination du milieu naturel.



*Carte de situation du site industriel de Morphosis*

### 1.3. Climatologie

Le futur site Morphosis se situe à quelques kilomètres de la station Météo-France de Goderville (76), l'occurrence pluvieuse centennale sur 3 heures sera prise en compte dans le dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Elle se caractérise par les coefficients de Montana suivant :

$$A_{100 \text{ ans}} = 10,449$$

$$B_{100 \text{ ans}} = 0,676$$

La pluviométrie centennale sur 3 heures se caractérise par une hauteur d'eau de :

$$H \text{ (mm)} = A \times t_c^{(1-B)} = 10,449 \times (3 \times 60)^{1-0,676} = \underline{56,21 \text{ mm}}$$

**La pluviométrie centennale sera prise en compte pour les dimensionnements hydraulique du projet, soit une hauteur d'eau cumulée sur 3 heures de 56,21 mm.**

### 1.4. Perméabilité des sols

Des essais de perméabilité ont été réalisés par INFRA Services sur la parcelle du projet les 21 et 22 mars 2018. Le programme de cette étude comprenait :

- 20 sondages à la pelle mécanique entre 0,475 et 0,92 m de profondeur (moyenne à 0,63 m) ;
- 20 essais de perméabilité in situ du type MATSUO (essais de percolation à charge variable) dans ces derniers sondages.

Les essais d'infiltration ont donné les résultats suivants :

Point de mesure	Profondeur de l'essai	Nature de sol	K (mm/h)	K (m/s)
K1	0,92 m	limon brun peu argileux	23,89	$6,64.10^{-6}$
K2	0,9 m	limon brun peu argileux	44,52	$1,24.10^{-5}$
K3	0,615 m	limon marron argileux	2,98	$8,28.10^{-7}$
K4	0,66 m	limon marron argileux	2,09	$5,80.10^{-7}$
K5	0,75 m	limon brun peu argileux	12,09	$3,36.10^{-6}$
K6	0,58 m	limon brun peu argileux	22,25	$6,18.10^{-6}$
K7	0,615 m	limon brun peu argileux	31,02	$8,62.10^{-6}$
CeK8	0,625 m	limon brun peu argileux	13,68	$3,80.10^{-6}$
K9	0,525 m	limon brun peu argileux	14,17	$3,94.10^{-6}$
K10	0,57 m	limon brun peu argileux	16,05	$4,46.10^{-6}$
K11	0,55 m	limon brun peu argileux	28,67	$7,96.10^{-6}$
K12	0,61 m	limon brun peu argileux	20,05	$5,57.10^{-6}$
K13	0,605 m	limon brun peu argileux	66,16	$1,84.10^{-5}$
K14	0,53 m	limon brun peu argileux	33,03	$9,18.10^{-6}$
K15	0,58 m	limon brun argileux	114,12	$3,17.10^{-5}$

K16	0,635 m	limon brun argileux	31,07	$8,63.10^{-6}$
K17	0,67 m	limon brun argileux	13,19	$3,66.10^{-6}$
K18	0,63 m	limon brun peu argileux	47,48	$1,32.10^{-5}$
K19	0,52 m	limon brun peu argileux	57,66	$1,60.10^{-5}$
K20	0,475 m	limon brun peu argileux	17,60	$4,89.10^{-6}$

Ces résultats, de par leur faible dispersion révèlent que l'ensemble du site se situe sur un sous-sol relativement homogène. Cependant, lors de la construction, les espaces verts autour des bâtiments principaux ont subis des fort terrassements qui, couplés à la nature argileuse des sols les ont rendus par endroit très peu perméable. Les fosses (K3 et K4) donnent une perméabilité très faible, ces zones seront proscrites à l'infiltration.

**Par conséquent, nous prendront en compte la valeur la plus faible, excepté les fosses K3 et K4, soit  $3,36 \times 10^{-6}$  m/s (30,6 mm/h) comme caractéristique de perméabilité à l'eau des sols superficiels. La position et la surface des ouvrages de rétention et infiltration prendront en compte les caractéristiques pédologiques du site.**

Suite à la réunion du 27 juin 2018 avec la DREAL un essai MATSUO supplémentaire a été réalisé au droit de la future zone d'infiltration. En effet, positionnée en point bas topographique du site cette zone est l'exutoire naturel des eaux du bassin versant. Cet essai a été réalisé à faible profondeur (P = 0,29 m) de manière à apprécier la capacité d'infiltration des horizons supérieur. Les sols en place se présentent sous la forme de limons bruns à faible part argileuse. Les résultats sont présentés dans les tableaux suivant :

t (min)	$\Delta h / TN(m)$	h d'eau (m)	K (m/s)
0	0,108	0,18	-
5	0,145	0,15	5,88E-05
10	0,169	0,12	5,06E-05
15	0,191	0,10	4,78E-05
20	0,213	0,08	4,74E-05
25	0,231	0,06	4,61E-05
30	0,248	0,04	4,55E-05
45,0	0,284	0,01	4,19E-05
60,0	0,290	vide	-

P (m)	l (m)	L (m)	C	Référence
0,29	0,44	0,92	0,15	KM21

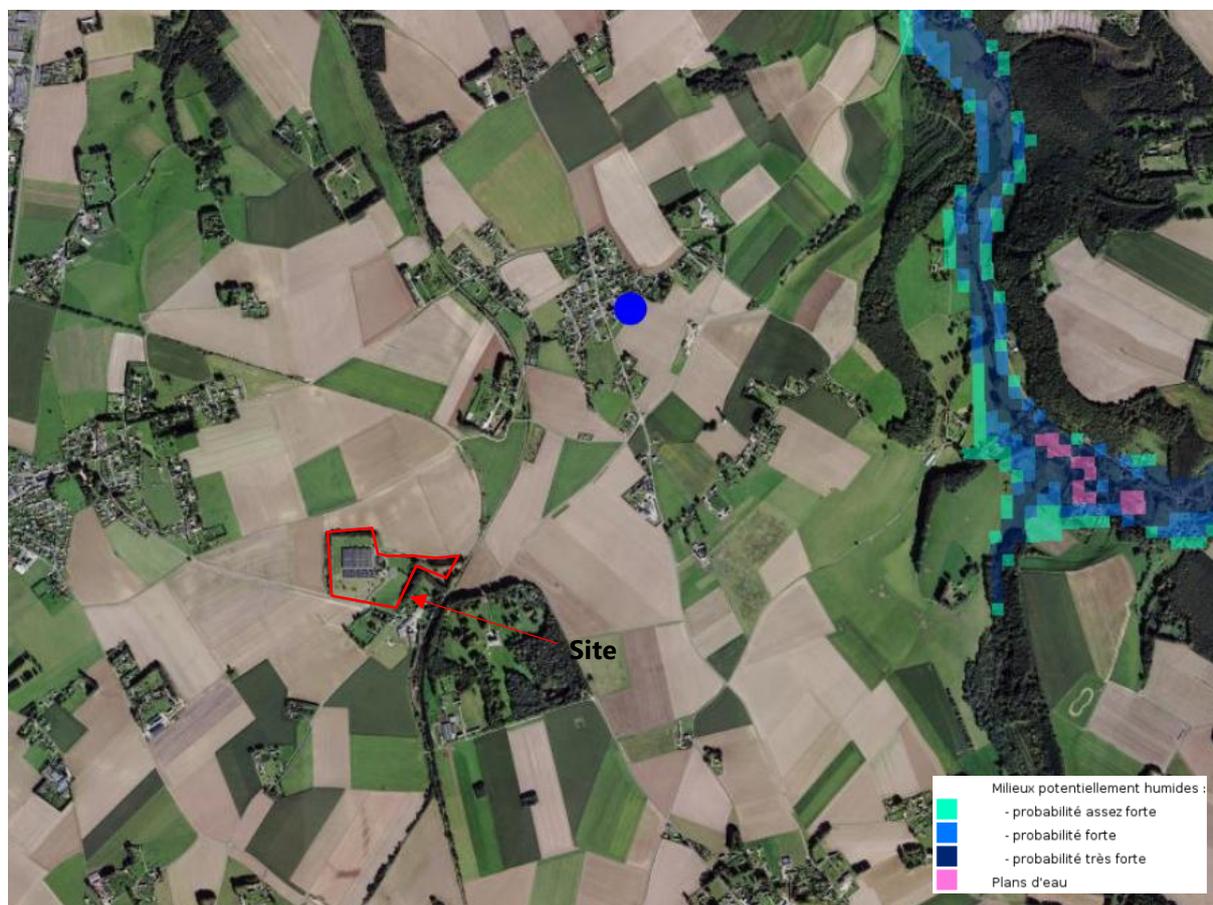
$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln \frac{h+C}{H+C} \quad \text{avec } C = \frac{L \times l}{2 \times (L+l)}$$

K = perméabilité des sols (m/s)  
H = hauteur du niveau d'eau à t=0 (m)  
h = hauteur du niveau d'eau à t (m)  
L = longueur de la fosse (m)  
l = largeur de la fosse (m)

**La perméabilité retenue sur cet essai est de  $4,19.10^{-5}$  m/s. Toutefois l'ensemble des dimensionnements prendront en compte la valeur présenté précédemment.**

## 1.5. Zone humide

D'après le site [sig.reseau-zones-humides.org](http://sig.reseau-zones-humides.org) aucune zone humide ni de milieu potentiellement humide n'est répertorié sur l'emprise du site. Une étude de terrain a été réalisée le 4 juillet 2018 et n'a pas révélé de présence d'une zone humide au droit du site.



Carte de prélocalisation des milieux potentiellement humides  
Source : [sig.reseau-zones-humides.org](http://sig.reseau-zones-humides.org)

Cette étude se veut objective et se base sur une approche naturaliste et conformément à la réglementation en vigueur (article R211-108 du Code de l'environnement, arrêté du 1er octobre 2009). L'ensemble du site a été prospecté et l'inventaire floristique n'a révélé aucune espèce hygrophile.

Cependant la topographie du site peut laisser présager une éventuelle zone humide en point bas du projet. En effet, cette zone est située dans une cuvette naturelle et peut être le lieu d'une présence d'eau dans le sol une partie de l'année. Le critère végétation n'est pas retenue du fait qu'il est actuellement utilisée comme zone d'alimentation pour la faune sauvage et donc planté d'un mélange de fèverole, maïs doux et blé noir.

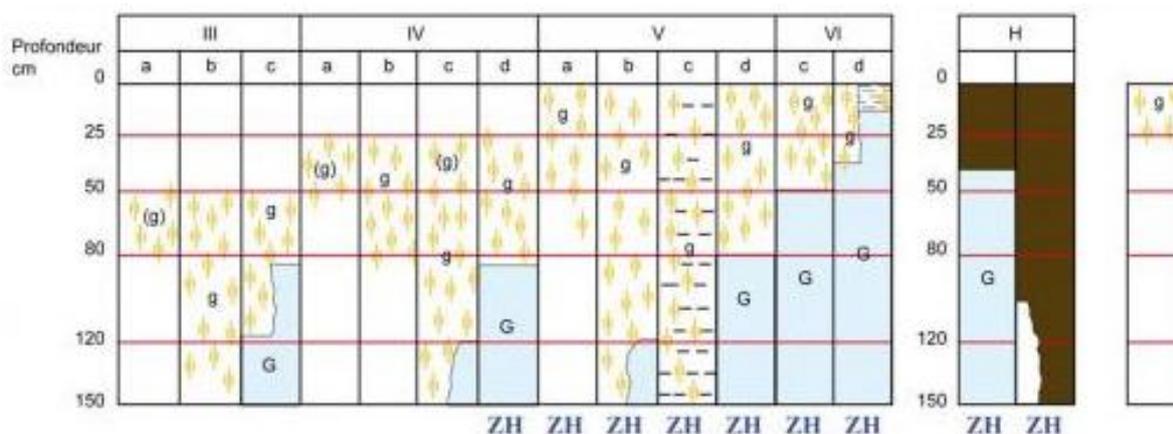
Un sondage à la tarière a permis de déterminer les horizons pédologiques et les éventuelles traces d'hydromorphie.

L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- d'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres ;

- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol, se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur, et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 centimètres de profondeur.

Les limites des horizons sont indiqués et décrit (texture, tâches, ...). La classification des sols hydromorphes est effectuée au travers du tableau du GEPPA adapté à la réglementation en vigueur.



**Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)**

- horizon rédoxique peu marqué (g)
- horizon rédoxique marqué g
- Nappe
- horizon histique H

*Classification des sols hydromorphes d'après les classes d'hydromorphie du Groupe d'Etude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981).*

Le sondage n'a révélé aucune présence de zone humide (cf. tableau ci-dessous), une semelle de labour très marquée a été mise en évidence, les traces d'oxydes de fer ne sont dû qu'à la structure des argiles dans le sol, qui une fois glacés par la charrue vont retenir l'eau pendant une longue période. En dessous, le sol présente une structure grumeleuse et une teneur en argile faible mais qui tend à augmenter en profondeur.

N° sondage	Occupation du sol	Limite des horizons	Caractéristiques	Traces d'hydromorphie / classification
<b>P1</b>	Prairie cultivée	0 – 15 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure grumeleuse</li> <li>- Sol brun foncé</li> <li>- Limoneuse</li> </ul>	Non
		15-35 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure compacte (semelle de labour)</li> <li>- Sol brun</li> <li>- Limono-argileux</li> </ul>	Trace d'oxydes de fer (traits rédoxiques)

		35 -120 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Structure grumeleuse</li> <li>- Sol brun clair</li> <li>- Limono-argileux</li> </ul>	Non
--	--	------------	---	-----

*Tableau des horizons rencontrés lors du sondage*

**Aucune zone humide n'a été retenue sur l'emprise du projet.**

## 2. Modalités de gestion des eaux pluviales

La gestion des eaux de pluviales proposée est basée sur les principes d'une gestion intégrée des eaux pluviales qui consiste à :

- Respecter les écoulements naturels.
- Stocker l'eau à la source.
- Veiller au stockage des épisodes pluvieux exceptionnels ou à la répétition d'épisodes pluvieux.
- Favoriser l'infiltration.

La gestion intégrée des eaux pluviales est également basée sur la notion de plurifonctionnalité des ouvrages. C'est-à-dire qu'aucun espace ni ouvrage ne sera spécifiquement créé et destiné à la gestion des eaux de ruissellement. Un espace vert pourra être légèrement creusé afin d'ajouter une fonction hydraulique de stockage et d'infiltration.

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

- **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 économie en terme d'emprise foncière. Les économies sont également présentes en matière d'entretien puisque les ouvrages de stockages et d'infiltration sont uniquement entretenus pour leur fonction primaire (espace vert, voirie, toiture, etc.).
- **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 et 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, (noues, espaces verts creux) constituent des milieux temporairement en eau riches en biodiversité.
- **Paysagers** : La gestion intégrée des eaux pluviales va permettre de créer des ambiances de voiries, cheminements piétons et parkings beaucoup plus qualitatives. L'eau n'est plus évacuée en sous-sol mais redevient une composante naturelle su paysage pouvant même être mise en scène. Des espaces d'agrément naturels alliant hydraulique, paysage et environnement peuvent ainsi être réalisés.

### 1.1. Calcul de la surface active et du coefficient d'apport

	Coefficient d'apport	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficient moyen	Surface active (m <sup>2</sup> )
Toitures	1	~14 230	<b>0,44</b>	<b>49 261</b>
Stationnements, voiries	1	~ 8 180		
Espaces verts	0,3	~ 87 771		
Mare	1	~ 520		

*Tableau des surfaces et surface active du site Morphosis*

La surface active prend en compte l'ensemble des surfaces aménagées, ou non, au sein du site. Ces différentes surfaces sont pondérées d'un coefficient de ruissellement associé.

**La surface active à prendre en compte pour l'ensemble du projet est de 49 261 m<sup>2</sup> pour un coefficient d'apport moyen de 0,44. L'ensemble de ces surfaces bénéficieront d'ouvrage de gestion afin d'éviter tout ruissellement hors de la parcelle.**

### 1.2. Calcul du débit de fuite des ouvrages

La surface des ouvrages d'infiltration a été évaluée à environ 6 000 m<sup>2</sup> et la perméabilité retenue de 3,36.10<sup>-6</sup> m/s. On a donc un débit de fuite des ouvrages de :

$$Q_f = S_{\text{inf}} \times K = 6000 \times 3,36.10^{-6}$$

$$Q_f = 0,02016 \text{ m}^3/\text{s} = 2,016 \text{ L/s}$$

**Le débit de fuite des ouvrages d'infiltration à prendre en compte est de 2,016 L/s, cette valeur théorique se base sur la perméabilité la plus faible obtenue sur le site et n'est donc pas révélatrice du potentiel d'infiltration réel des zones choisies pour l'infiltration.**

### 1.3. Calcul du volume à stocker

Le volume d'eau à stocker sera déterminé par la méthode des pluies.

Cette méthode tire profit de l'information statistique contenue dans les courbes « Intensité – Durée – Fréquence » (IDF). Elle peut faire l'objet d'une construction graphique simple qui permet d'obtenir, en sus du volume à stocker, un ordre de grandeur des durées moyennes de remplissage et de vidange.

Le calcul du volume s'effectue en différentes étapes :

- construction des courbes IDF si celles-ci ne sont pas déjà disponibles localement ;
- tracé pour chaque période de retour souhaitée de la courbe enveloppe « intensité – durée » ou « volume de pluie - durée » ;
- tracé sur le même graphique de la courbe « volume vidangé – durée ».

Le volume nécessaire pour une période de retour donnée est l'écart maximum entre la courbe « volume vidangé – durée » et la courbe « volume de pluie – durée ».

Le volume à stocker V est donc déterminé par le moment de la plus grande différence entre le volume entrant Ve et le volume sortant Vs.

Le volume entrant (Ve) est déterminé à partir de la surface active et de l'intensité de la pluie déterminée avec les coefficients de Montana (méthode des pluies à partir de données locales).

Dans le cas présent, la pluviométrie prise en compte est issue des données de la station Météo France de Goderville (76) Celle-ci est caractérisée par les coefficients de Montana suivants pour la période de retour 100 ans (durée de pluie de 6 minutes à 24 heures) :

$$\mathbf{A_{100 \text{ ans}} = 10,449}$$

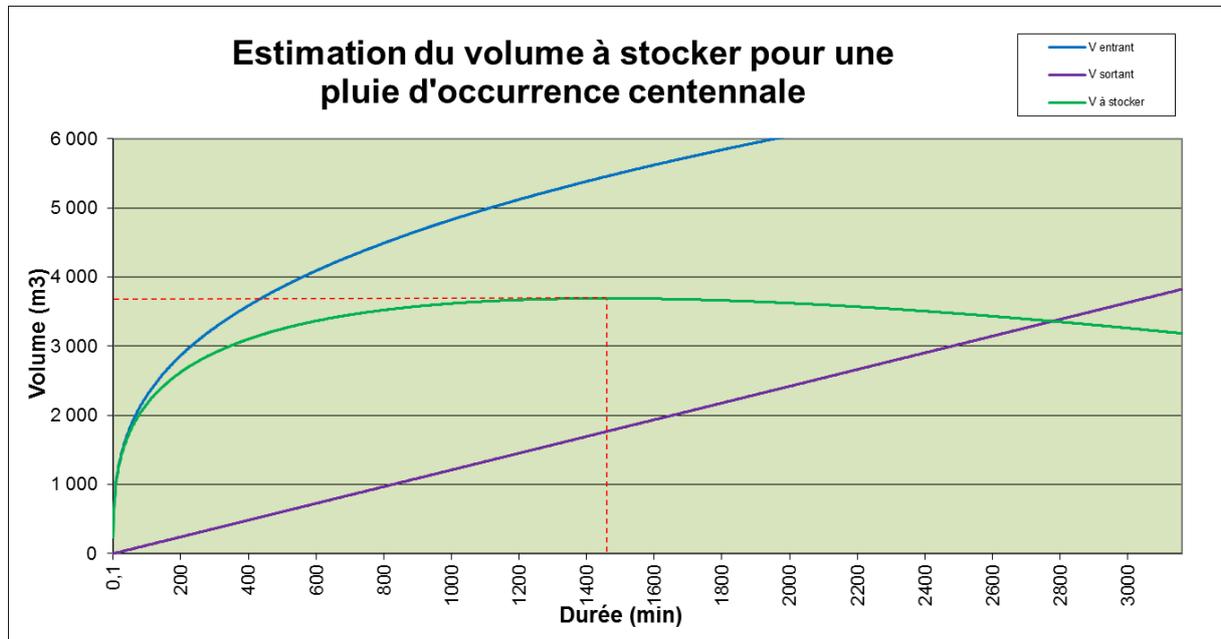
$$\mathbf{B_{100 \text{ ans}} = 0,676}$$

Le volume sortant (Vs) est déterminé par le débit de fuite (caractérisé ici par le débit d'infiltration dans le sol) considéré comme constant et égal au débit maximum pouvant être évacué par le réservoir pendant la phase de remplissage et la phase de vidange de l'ouvrage de gestion des eaux pluviales.

L'hypothèse d'un débit de fuite constant et maximum sur la durée de la pluie est a priori minorant. La méthode des pluies ne tient pas compte de la forme complexe des hyétogrammes de pluie qui peuvent présenter plusieurs pics. Le débit entrant dans le bassin n'est généralement pas constant et peut éventuellement être inférieur au débit de vidange appliqué, en particulier en début d'événement.

En revanche, le volume à stocker est déterminé à partir des pluies et non des débits à l'exutoire du bassin, ce qui conduit à surévaluer les volumes à stocker. On peut tenir compte du coefficient de ruissellement en ne rapportant les hauteurs de pluie qu'à la surface active du bassin versant pour déterminer les volumes à stocker. En revanche, on ne peut pas tenir compte des pertes initiales et des processus hydrauliques liés à la propagation des débits dans les systèmes d'assainissement (laminage des hydrogrammes, passage en charge de conduites, possibilités de stockage dans le système amont).

L'ensemble de ces hypothèses nous donne le graphe suivant :



Ainsi, la courbe bleue représente le volume entrant qui correspond à la précipitation sur le bassin versant donné, la courbe violette, le volume sortant engendré par le débit de fuite ; et en vert, il s'agit de la différence entre les deux références précédentes.

**Le volume à stocker pour une pluie centennale, déterminé par le moment de la plus grande différence entre le volume entrant et le volume sortant (infiltration) est de 3 689 m<sup>3</sup>. Le volume de stockage sera suffisant pour contenir l'ensemble des eaux contaminées en cas d'incendie.**

#### 1.4. Calcul du temps de vidange des ouvrages

Pour une pluviométrie centennale de 56,21 mm sur 3 heures les ouvrages seront vidangés en :

$$T_{\text{vidange}} = (V_{\text{à stocker}} / Q_f) / 3600 = (3\,689 / 0,02016) / 3600 = \mathbf{50,83\ h}$$

**Les ouvrages seront vidangés en 50 heures et 50 minutes lors d'une pluie centennale. Il est important de noter le caractère exceptionnel de l'évènement pris en compte.**

#### 1.5. Réseau d'eau pluviale existant

L'ensemble du réseau d'eau pluviale (EP) devra faire l'objet d'un diagnostic en vue de sa possible réutilisation. Les sections faisant l'objet d'une réhabilitation pourront bénéficier d'une remise en état par des techniques sans tranchées (chemisage partiel ou total). L'ensemble des réseaux connectés à

des siphons de sol seront abandonnés ou raccordés au réseau d'eau usée. Une partie des réseaux EP en présence seront abandonnés au profit de la mise en place d'ouvrage de gestion intégrée.

Nb : Les réseaux d'eaux usées feront également l'objet d'un diagnostic, ainsi les sections concernées par une remise en état structurelle et fonctionnelle pourront bénéficier des mêmes techniques de travaux sans tranchée.

### 1.6. Sécurité incendie et vannes de confinements

Afin de se prémunir d'éventuelles pollutions liées aux eaux d'incendie, l'espace vert creux drainé et la mare existante seront équipés d'une vanne de confinement automatique installée dans les regards de surverse. Ces installations sont obligatoires sur les sites ICPE, et pourront stocker environ 1 600 m<sup>3</sup>. Les eaux chargées devront être pompées puis envoyées en centre de traitement. L'ensemble des ouvrages ayant vocation première d'infiltrer les eaux de ruissellement, un décapage du fond de l'ouvrage sera nécessaire.

### 1.7. Traitement des eaux de voiries

La réglementation concernant les ICPE demande la mise en place de débourbeur-déshuileur afin de traiter les eaux de voiries. Cette solution n'est effective qu'à partir d'un seuil de circulation suffisant, en deçà ces installations sont inopérantes. La gestion par infiltration superficielle va permettre de mobiliser les capacités mécaniques et biologiques du sol et des végétaux qui permettront l'abattement de la pollution.

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		Minima	Maxima	
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-Normandie 11/2011
DCO (mg/L)	70-368 (120)			50-199 (70)	80%	90%	
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 très faibles seront reprises avec un taux d'abattement moyen.

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.

Cette étude 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.

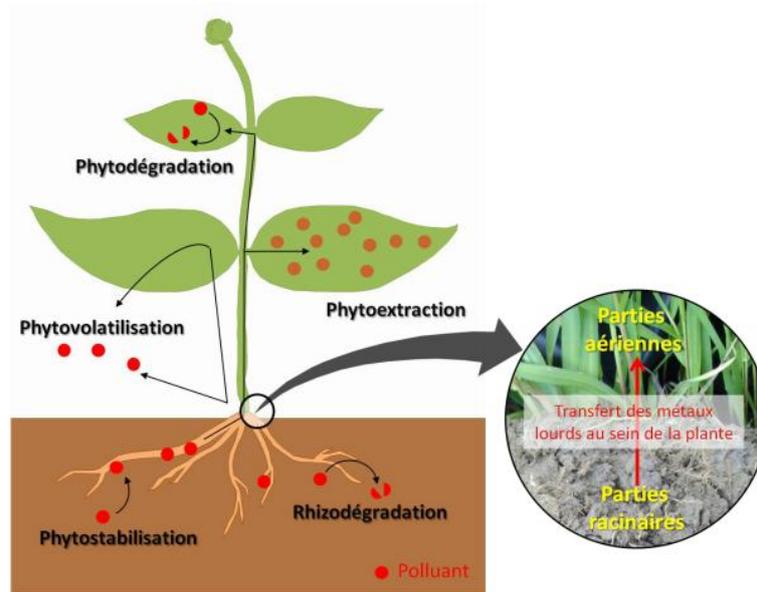


Figure 1 : Principaux mécanismes de la phytoremédiation des polluants  
Source : INFRA Services

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 microorganismes 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 tels que mise en œuvre sur le présent projet est grandement favorable à la dépollution, notamment en comparaison au système classique.

**Afin de vérifier les performances de dépollution des noues, l'ensemble des avaloirs seront équipés d'une décantation permettant le prélèvement d'échantillons d'eau de voirie avant infiltration et des ouvrages de type « piézomètre » permettront d'échantillonner les eaux infiltrées.**

### 1.8. Les noues paysagères et espaces verts creux

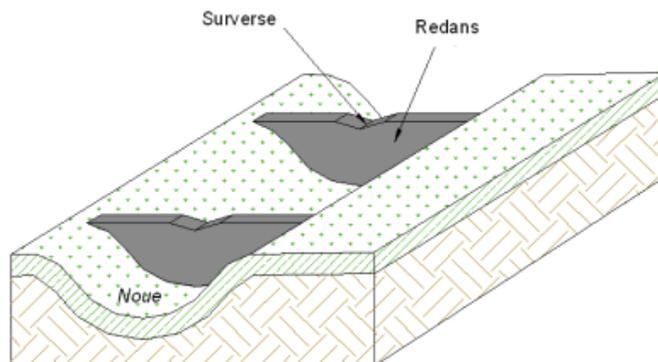
L'ensemble du site étant entouré d'espaces verts, nous préconisons la mise en œuvre d'ouvrage de surface. En plus d'être simple et peu coûteuse, la création d'une légère dépression va permettre de stocker les eaux de ruissellement, tout en apportant une forte plus-value paysagère et environnementale.



*Exemple d'espace vert creux paysager*

Ces espaces peuvent être soit simplement engazonnés ou plantés d'hélophytes possédant une fonction épuratoire grâce à leur capacité de fixation des métaux lourds notamment (Iris, Carex, Joncs...) et permettant de valoriser considérablement les espaces en terme de paysage. Temporairement en eau, ils constitueront des espaces d'agrément humides à semi-humides favorables à la biodiversité et aux continuités écologiques.

Dans les secteurs en pente, il est nécessaire de créer, dans les noues, des obstacles à l'écoulement (redans) afin de maximiser le volume de stockage et la décantation. Ces redans peuvent être réalisés en terre ou en béton.



*Principe d'une noue à redans*

Leur surface est variable selon les emprises disponibles et leur profil pourra être de type cunette ou encore trapézoïdal avec une hauteur moyenne en eau et des pentes de berge adaptées aux besoins de stockage nécessaires.

Le site comprend déjà des ouvrages permettant la gestion des eaux pluviales (fossés) ceux-ci seront réutilisés en veillant à ce qu'ils soient suffisamment dimensionnés pour gérer une pluie d'occurrence centennale sur la surface active qu'ils récupèrent. La gestion des eaux de toitures demandera la création d'espaces verts creux étendus et peu profond permettant d'infiltrer rapidement les eaux pluviales. La mare en eau permanente qui répond à un besoin paysager tout en animant l'espace sera utilisée également en tant que réserve incendie.

**L'ensemble des ouvrages d'infiltration proposent un volume de stockage d'environ 3700 m<sup>3</sup>. Le volume de chaque ouvrage est consultable sur le plan fourni en annexe de ce document.**