

SETEC ORGA

Détermination des volumes à stocker
pour un projet de dépôt de bus à Ormoy
(91)

Note de calcul

18 mai 2021 | v2

1 PRESENTATION DU PROJET

La construction d'un dépôt de bus est envisagée à Ormoy sur un site de 2 ha (parcelles A420 et A906) au 1 rue de la Plaine.

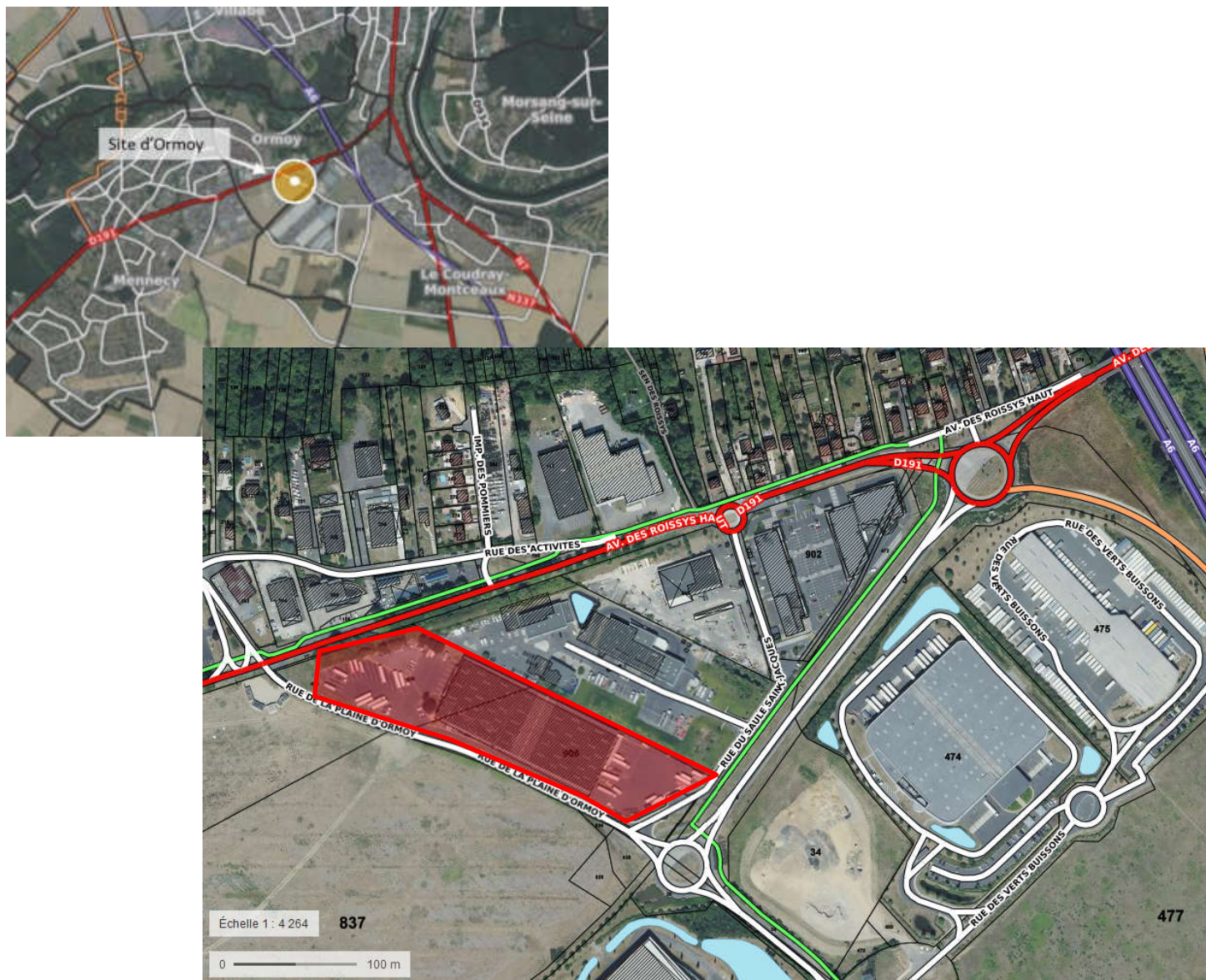
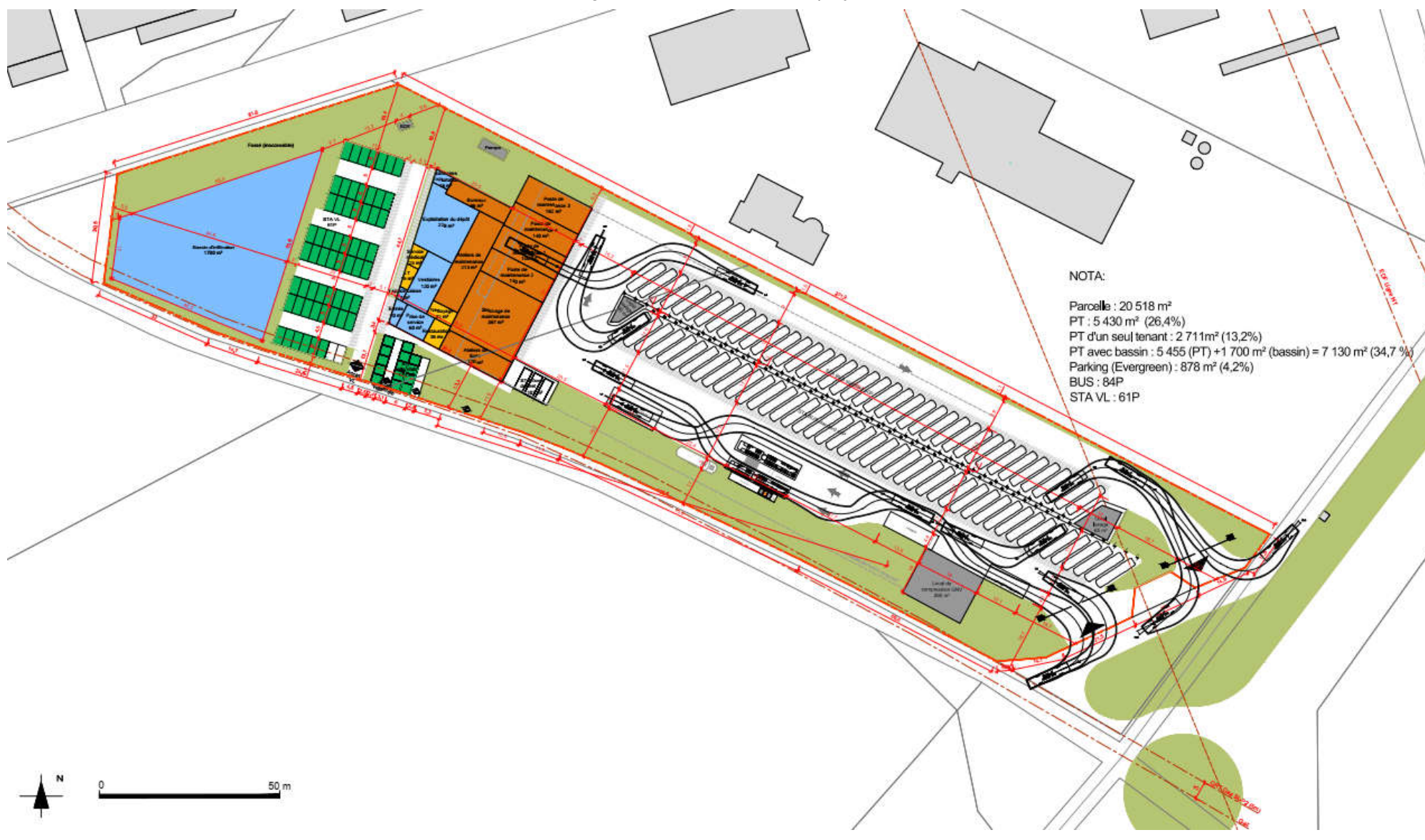


Figure 1 : Localisation du projet

Le plan de masse du projet est présenté ci-dessous.

Figure 2 : Plan de masse du projet



2 CONTEXTE HYDRAULIQUE ET REGLES DE DIMENSIONNEMENT

2.1 REGLES DE DIMENSIONNEMENT

Les règles de dimensionnement du réseau d'eaux pluviales sont fixées par plusieurs documents, allant d'une échelle très large à une échelle plus locale :

- Le SDAGE Seine Normandie : ce document mentionne, dans son défi 8 notamment de lutte contre le risque inondation, la nécessité de maîtriser les rejets pluviaux des projets d'aménagements. **La disposition D8.142 précise que le débit spécifique issu de la zone aménagée doit être inférieur ou égal au débit spécifique avant aménagement.**

Par ailleurs, il est également demandé de favoriser les techniques alternatives et notamment l'infiltration dans la mesure du possible (disposition D1.9).

- Le SAGE, Nappe de Beauce et ses milieux aquatiques : ce document indique à nouveau que les techniques alternatives et notamment l'infiltration doivent être favorisés dans la mesure du possible.

Dans son action 42, il propose des méthodes de gestion des eaux pluviales mais sans imposer de débit de fuite, ni de période de retour.

- Le PLU : pour la zone UC, dans laquelle s'inscrit le projet, le règlement du PLU recommande là encore de favoriser l'infiltration. Les eaux excédentaires, non absorbées doivent être dirigés vers les fossés et les canalisations du réseau collectif.

- **Le règlement d'assainissement du SIARCE** : ce document est quant à lui bien plus précis sur les règles de gestion des eaux pluviales.

Il indique que la recherche de solution permettant l'absence de rejets pluviaux dans les réseaux doit être favorisé (infiltration, rejet vers cours d'eau...), soit un **principe de rejets zéro**.

Sinon, le rejet aux réseaux communaux doit être limité soit par la valeur indiquée dans le PLU de la commune (ici inexistante), soit à 1l/s/ha pour une pluie de période de retour de 10 ans.

Le règlement demande également pour les nouvelles constructions une étude hydraulique et des tests d'infiltration à fournir par les maitres d'œuvre avec les projets d'aménagement et de construction.

2.2 CONTEXTE HYDRAULIQUE

2.2.1 Eaux superficielles

Le cours d'eau le plus proche est l'Essonne et se situe à plus de 750 m au Nord de la zone d'étude.

Par ailleurs, le site ne semble bordé par aucun fossé.

2.2.2 Réseaux d'assainissement communaux

La parcelle est actuellement raccordée à un réseau séparatif d'évacuation des eaux.

Les eaux usées de la parcelle sont évacuées par le réseau d'évacuation des eaux usées de diamètre nominal 200mm. La classe de précision de la localisation du réseau est de classe C (incertitude supérieure à 1.50m). La profondeur et le matériau du réseau sont inconnus.

Les eaux pluviales de la parcelle sont évacuées par le réseau d'évacuation des eaux pluviales de diamètre nominal 400mm en béton. La classe de précision de la localisation du réseau est la classe C (incertitude supérieure à 1.50m) et sa profondeur est inconnue.

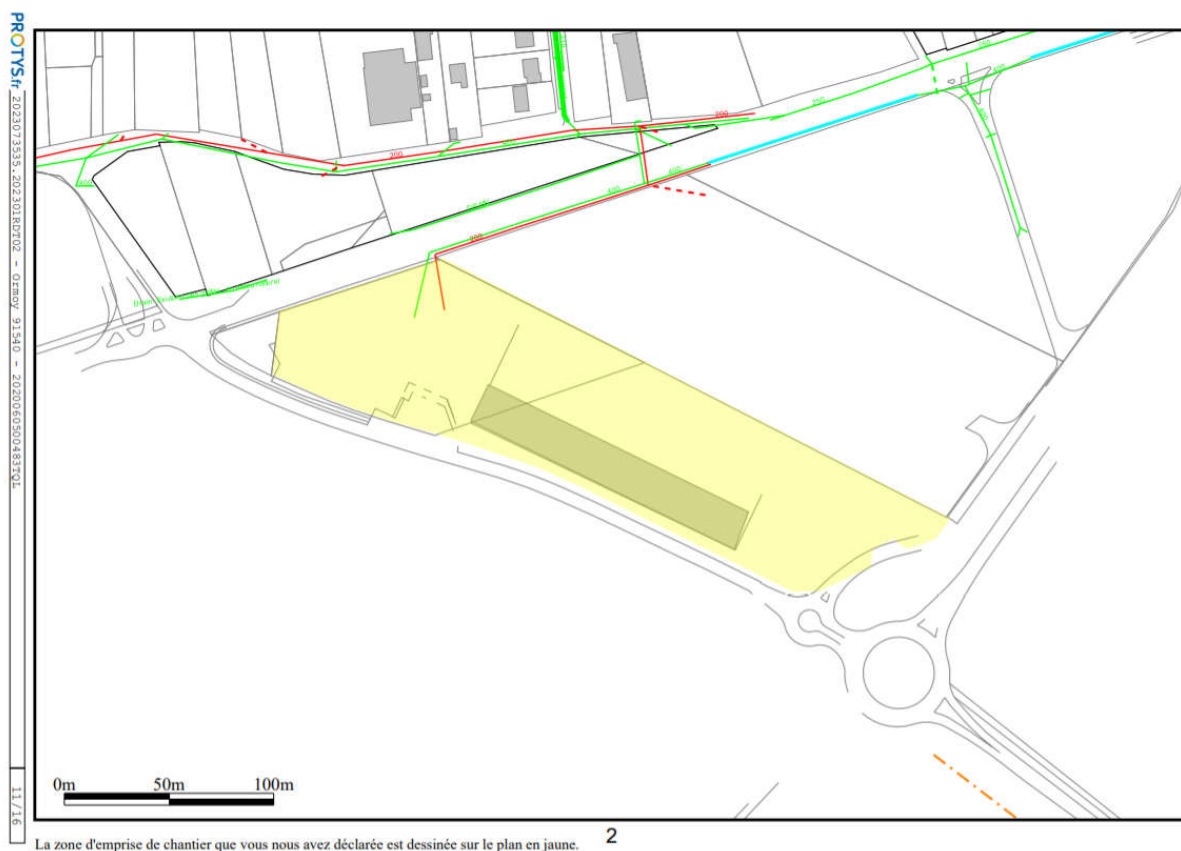


Figure 3 : Plan des réseaux EU et EP communaux (Source : Etude de faisabilité SYSTRA)

2.2.3 Contexte géologique et hydrogéologique

Une étude géotechnique a été menée en 2016 par SAGA Ingénierie sur un site tout proche de la zone d'étude, sur la ZAC de la Plaine Saint Jacques située de l'autre côté de la voie communale de la rue de la plaine d'Ormoy, soit juste en face du projet.

Cette étude a permis de qualifier les sols en place et d'évaluer les capacités d'infiltration notamment. Cela répond aux exigences du règlement d'assainissement du SIARCE.

Les données des paragraphes ci-dessous sont issues de cette étude.

a) Contexte géologique

D'après la carte géologique d'ETAMPES établie par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) au 1/50000^{ème}, les terrains sous le site d'étude devraient normalement être, de haut en bas :

- Limons des Plateaux,
- Argiles à Meulière et Calcaire de Brie,
- Argiles Vertes.

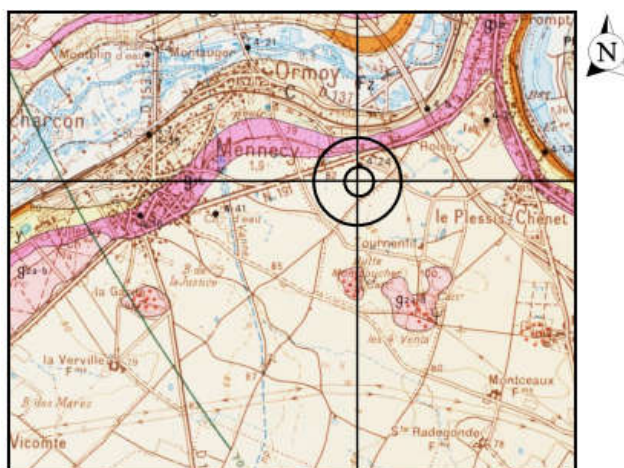


Figure 4 : Extrait de la carte géologique d'Etampes sur la commune d'Ormoy (91)

Les coupes des sondages de l'étude géotechnique concluent en effet que, sous 30 cm de terre végétale en moyenne, la succession lithologique suivante ressort :

1. Limons des Plateaux: ils se présentent sous forme de limon ou argile plus ou moins limoneuse marron à brun, parfois sableux. Cet horizon présente des épaisseurs variables. En effet, ils ont été reconnus jusqu'à 1,8 / 2,8 m de profondeur, soit jusqu'aux cotes 82,42 / 79,29 NGF.
2. Formation de Brie : elle est constituée d'une marne beige jaunâtre à grains calcaires et pouvant renfermer des bancs et/ou blocs indurés de meulières et/ou calcaires. Cette formation a été observée jusqu'à 3,8 / 5,0 m de profondeur, soit jusqu'aux cotes 80,02 / 77,81 NGF.
3. Argiles Vertes : constituée d'argiles verdâtre, cette formation a été rencontrée jusqu'à l'arrêt volontaire du sondage T4 le plus profond à 10,0 m de profondeur, soit jusqu'à la cote 74,22 NGF. Les Argiles Vertes sont réputées plastiques et sujettes aux phénomènes de retrait-gonflement.

b) Contexte hydrogéologique

La *Formation de Brie* constitue le premier aquifère présent au droit du site. Cette nappe circule sur le toit de l'horizon imperméable des *Argiles Vertes*. D'après les sondages BRGM répertoriés dans le secteur et notre connaissance du secteur, **le niveau de cette nappe est attendu à faible profondeur avec un toit situé entre environ 82,00 et 79,50 m NGF (pour un terrain naturel au droit du site entre 82 et 83 m NGF)**. Ce niveau est susceptible de fluctuer en fonction de la pluviométrie.

De plus des circulations d'eau sont susceptibles de se produire au sein des horizons superficiels (*Limons des Plateaux et Toit des Argiles à Meulières*), notamment en périodes pluvieuses.

L'étude géotechnique à notre disposition fournit des valeurs ponctuelles de niveaux d'eau effectués le 02/09/2016, donc plutôt **en période de basses eaux**. Les mesures indiquent une **nappe entre -1,7 et -2,6 m/TN**, soit entre les côtes 82,52 et 79,49 NGF. Ces niveaux correspondraient à la nappe contenue au sein de la *Formation de Brie* et reposant sur le toit de l'horizon imperméable *des Argiles Vertes*. Ce niveau est susceptible de fluctuer en fonction de la pluviométrie. **Seul un suivi piézométrique sur un cycle saisonnier, selon une fréquence à définir, permettrait d'appréhender les fluctuations de la nappe.**

c) Risques de remontées de nappe

Le projet se situe en zone sensibles aux remontées de nappe.

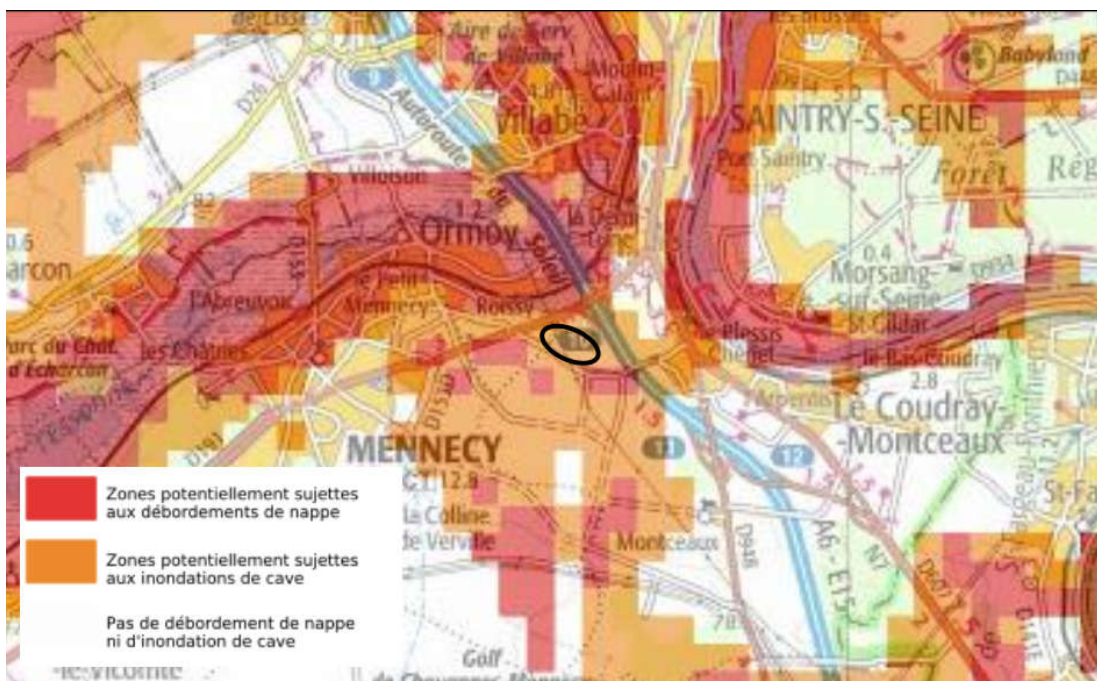


Figure 5 : Zones potentiellement sujettes aux inondations par remontées de nappe (Source : BRGM)

2.2.4 Etude géotechnique – Perméabilité des sols en place

Huit essais de perméabilité ont été réalisés sur les terrains de la ZAC limitrophe. Il s'agit d'essai de type Porchet permettant de mesurer la capacité d'infiltration des terrains en place.

Ils montrent que la formation des Limons des Plateaux présente dans l'ensemble des perméabilités homogènes avec une valeur moyenne d'environ $1,5 \times 10^{-6}$ m/s. Au droit du sondage PER8, la perméabilité est plus faible et elle est due à un passage plus argileux. En effet, la formation des *Limons des Plateaux* est constituée de sols fins à dominance limoneuse et argileuse.

Les résultats obtenus témoignent de sols classés « peu perméable » ou « de faible perméabilité » selon les classifications en vigueur. En effet, les sols sont très fins avec un potentiel de colmatage des interstices assez important.

2.3 CONCLUSION, REGLE DE DIMENSIONNEMENT RETENUE

L'ensemble des textes réglementaires demande à favoriser la gestion des eaux pluviales par de l'infiltration dans les sols. Cependant au vu du contexte hydrogéologique du secteur (nappe haute voire affleurante, sols peu perméables et fins), **nos experts hydrogéologues bannissent toute infiltration dans les sols.**

Dans un second temps, le règlement d'assainissement demande alors d'étudier la possibilité de rejeter les eaux plutôt en milieu naturel, mais là encore le contexte hydraulique montre que ce type d'exutoire se trouve trop loin du projet pour être envisagé.

Par conséquent, seul un rejet dans le réseau pluvial communal existant au Nord du site d'étude est envisageable.

La règle de dimensionnement des ouvrages de rétention avant rejet sera celle imposée par le règlement d'assainissement, soit un débit de fuite de 1 l/s/ha et une pluie de période de retour de 10 ans.

3 DETERMINATION DU VOLUME A STOCKER

3.1 PLUVIOMETRIE UTILISEE

Dans l'étude de Systra, les coefficients de Montana utilisés sont ceux de la station de Paris Montsouris, distante du site d'étude d'environ 30 km, et datent de 2008. Nous disposons des données météorologiques de la station Météo France de Orly, qui est plus proche du site d'étude (16 km seulement), donc plus représentative, et qui sont plus récentes (2014). Par conséquent, nous utiliserons les informations recueillies à cette station.

Les coefficients de Montana estimés à cette station entre 1970 et 2020 sont présentés ci-dessous :

Durée de retour	pluies de durée comprise entre 6 min et 2h		pluies de durée comprise entre 2h et 24 h	
	a	b	a	b
5 ans	5.037	0.619	10.257	0.792
10 ans	5.679	0.6	13.951	0.812
20 ans	6.14	0.577	18.406	0.83
30 ans	6.312	0.561	21.437	0.839
50 ans	6.492	0.54	25.987	0.852
100 ans	6.665	0.511	33.409	0.868

Tableau 1 : Coefficients de Montana à la station de Orly (Source : Météo France)

Ces coefficients de Montana permettent de calculer les hauteurs statistiques de précipitation par la formule : $H = a \cdot t^{1-b}$ avec H la hauteur de pluie en mm et t la durée de la pluie en minutes.

Par ailleurs, d'après Météo France la pluie moyenne annuelle à Orly est de : $P_a = 673,09$ mm.

3.2 BASSIN VERSANT D'ETUDE ET CARACTERISTIQUES

Le bassin versant d'étude se limite ici aux parcelles du projet. En effet, compte tenu de la topographie et des réseaux pluviaux communaux existants à proximité, les écoulements interceptés par le projet se limitent aux ruissellements de surface sur le projet.

Le bassin versant est également caractérisé par un coefficient de ruissellement. Ce coefficient de ruissellement représente la fraction du débit ruisselé de la pluie nette par rapport au débit de pluie brute. Il permet de prendre en compte les pertes par infiltration dans le sol, par évaporation et par évapotranspiration.

Le coefficient de ruissellement est déterminé selon les méthodes suivantes, basées sur le guide technique pour l'assainissement routier (LCPC-SETRA 2006).

Pour des événements de période de retour inférieure ou égale à 10 ans, le tableau ci-dessous fournit les coefficients de ruissellement type pour les différentes couvertures de sols considérées.

Couverture du sol	CR type
Espaces verts	0.10
Evergreen	0.40
Toitures végétalisées	0.80
Zones imperméabilisées (toitures, voiries, ...)	1.00

Tableau 2 : Coefficients de ruissellement type utilisés pour une période de retour de 10 ans

Le coefficient de ruissellement de chaque bassin est ensuite estimé avec la formule $C = \sum \%S_i C_i$, avec $\%S_i$ le pourcentage de chaque type de couverture de sols et C_i le coefficient de ruissellement type correspondant.

Dans notre cas, l'occupation des sols, déterminée sur la base des plans de masses fournis est détaillée dans le tableau ci-dessous.

Bassin versant	Superficie totale (ha)	Superficie enrobée (ha)	Superficie evergreen (ha)	Superficie végétalisée (ha)	Superficie toitures végétalisées (ha)
Projet	2.0518	1.0578	0.0878	0.7130	0.1932

Tableau 3 : Occupation des sols des bassins versants d'étude

Pour les événements de période de retour supérieure à 10 ans, le calcul est le suivant :

$$\text{pour } C_{10} < 0,8, C_T = 0,8 \times \left(1 - \frac{P_0}{P_T}\right)$$

avec P_T la pluie journalière de durée de retour T en mm et P_0 la rétention initiale en mm estimée à l'aide de la formule suivante, où C_{10} est le coefficient de ruissellement décennal et P_{10} la pluie journalière décennale :

$$P_0 = \left(1 - \frac{C_{10}}{0,8}\right) \times P_{10}$$

$$\text{pour } C_{10} \geq 0,8, P_0 = 0 \text{ et } C_T = C_{10}$$

Les pluies journalières ont été calculées avec les coefficients de Montana fournis par Météo France à la station du Bourget.

On estime ensuite le temps de concentration avec la méthode du guide technique pour l'assainissement routier (LCPC-SETRA 2006) représentative d'un écoulement concentré :

$$t_c = \frac{L}{V \times 60}$$

avec t_c le temps de concentration décennal en minutes, et L la longueur d'écoulement en mètres sur un tronçon d'écoulement où la vitesse vaut V (en m/s).

La vitesse est déterminée selon la formule suivante : $V = K \times p^{1/2} \times R_h^{2/3}$ où p est la pente du bassin en m/m, K = 15 et $R_h = 1$.

La valeur minimale de temps de concentration généralement admise est de 6 minutes.

Les coefficients de ruissellement et les temps de concentration retenus sont précisés dans le tableau ci-après.

Bassin versant	Coefficient de ruissellement T = 10 ans	Coefficient de ruissellement T = 50 ans	Temps de concentration (en min)
Projet	0.64	0.69	6

Tableau 4 : Coefficients de ruissellement et temps de concentration du bassin versant d'étude

3.3 CALCUL DES VOLUMES A STOCKER

Le volume à stocker est déterminé à l'aide de la méthode des pluies, détaillée ci-dessous.

Cette méthode consiste à calculer, en fonction du temps, la différence entre la lame d'eau précipitée sur le terrain et la lame d'eau évacuée par le ou les ouvrages de rejet. La méthodologie est présentée ci-dessous.

1. Calcul du volume ruisselé pour chaque pluie de durée t :

$$V_{\text{ruisselé}}(t) = Q_{\text{ruisselé}}(t) \times t$$

$$Q_{\text{ruisselé}}(t) = C \times \left[\frac{i(t)}{60 \times 1000} \right] \times (A \times 10000)$$

Avec :

- $V_{\text{ruisselé}}(t)$: le volume ruisselé en m³ en fonction du temps t en secondes,
- $Q_{\text{ruisselé}}(t)$: le débit ruisselé en m³/s en fonction du temps t en secondes,
- C : le coefficient de ruissellement de la période de retour étudiée du bassin versant intercepté en situation future
- A : sa surface en hectares
- i(t) : l'intensité en mm/min de la pluie de durée t.

2. Calcul du volume de fuite :

$$V_{\text{fuite}}(t) = Q_{\text{fuite}} \times t$$

Avec :

- $V_{\text{fuite}}(t)$: le volume de fuite en m^3 en fonction du temps t en secondes,
- Q_{fuite} : le débit de fuite en m^3/s .

3. Calcul du volume résiduel :

$$V_{\text{résiduel}}(t) = V_{\text{ruisselé}}(t) - V_{\text{fuite}}(t)$$

Une courbe $V_{\text{résiduel}} = f(t)$ est ainsi établie : le volume d'eau à stocker est la valeur maximale de la différence $V_{\text{ruisselé}}(t) - V_{\text{fuite}}(t)$, en se limitant à une période de 24h.

Dans le cas d'un rejet au réseau communal, **le débit de fuite** est égal à celui du règlement d'assainissement, à savoir 1l/s/ha , soit **2,1 l/s pour notre projet**.

Le volume à stocker est alors de 550 m^3 .

NB : A noter que le temps de vidange d'un tel ouvrage est d'un peu plus de 3 jours.

Si on souhaite respecter un temps de vidange de 24h maximum, pour rendre opérationnel le bassin en cas de plusieurs événements pluvieux successifs, le débit de fuite doit être porté à 5,2 l/s et le volume à stocker serait alors de 440 m^3 . Sous réserve d'acceptation du SIARCE, car le débit de fuite autorisé est alors dépassé.

4 PRISE EN COMPTE DE L'INFILTRATION

Comme démontré dans les paragraphes précédents, le contexte hydrogéologique n'est pas favorable à l'infiltration.

Cependant, à la demande du client, un calcul de l'infiltration potentielle dans les espaces verts du projet est réalisé et comparé au volume des petites pluies.

Le débit d'infiltration est calculé avec la formule :

$$Q = \alpha \times k \times S_{inf}$$

Avec :

- K, la perméabilité des sols égal à $1,5 \times 10^{-6}$ m/s (valeur issue de l'étude géotechnique) ;
- S_{inf} , la surface d'infiltration en m^2 .
- $\alpha = 20\%$ coefficient minorateur correspondant à un colmatage de 80%, étant donné que les sols en places sont constitués de matériaux fins.

Le volume des pluies est calculé par la formule :

$$V_{pluie} = S_{active} \text{ (soit } S \times Cr) \times H_{pluie}$$

La hauteur d'eau dans les noues (soit la lame d'eau sur les espaces vert) est déterminée de manière à retrouver le volume de la pluie.

Le temps de vidange est ensuite calculé, car le dimensionnement s'effectue de manière à respecter un temps de vidange de 24 h maximum, pour rendre opérationnel le bassin en cas de plusieurs événements pluvieux successifs.

Deux calculs sont effectués : le premier en considérant la totalité des surfaces d'espaces verts, et le second en ne considérant que 20 % de cette surface comme exploitable pour la gestion des eaux pluviales.

Pluie (mm)	Volume décennal pluie (m3)	S espaces verts totale (ha)	Hauteur d'eau dans les noues (m)	V stockage (m3)	Q inf (m3/s)	Temps de vidange (h)
2	26	0.713	0.01	71	0.002139	9
8	106	0.713	0.02	143	0.002139	19
14	185	0.713	0.026	185	0.002139	24
15	198	0.713	0.03	214	0.002139	28

Tableau 5 : Calculs des potentialités d'infiltration des petites pluies dans les espaces verts en considérant la totalité des espaces verts.

Pluie (mm)	Volume décennal pluie (m3)	S espaces verts exploitable (20 % de la surface) (ha)	Hauteur d'eau dans les noues (m)	V stockage (m3)	Q inf (m3/s)	Temps de vidange (h)
2	26	0.1426	0.02	29	0.0004278	19
2.8	37	0.1426	0.026	37	0.0004278	24
8	106	0.1426	0.08	114	0.0004278	74
15	198	0.1426	0.14	200	0.0004278	130

Tableau 6 : Calculs des potentialités d'infiltration des petites pluies dans les espaces verts en considérant 20 % des espaces verts.

On constate qu'en considérant la totalité des espaces verts, on peut abattre une pluie décennale de 14 mm en décaissant les espaces verts de 2,6 cm. Au-delà le temps de vidange dépasse les 24h, et le système n'est donc pas opérationnel.

En considérant seulement 20 % des espaces verts, on peut abattre une pluie décennale de 2,8 mm en décaissant les espaces verts de 2,6 cm.

NB : A titre informatif, nous avons également calculé quelle serait la surface totale d'infiltration nécessaire, afin de stocker et d'infiltrer la pluie de période de retour de 10 ans du projet. La surface totale d'infiltration nécessaire pour obtenir un débit d'infiltration permettant de respecter un temps de vidange inférieur à 24h serait de 1,7 ha pour notre projet, avec un débit infiltré de 5,2 l/s et un volume de rétention de 450 m3.