

Note de Calcul Hydraulique

Parking P+R – Les Sablières

Commune de Rezé

05/06/2024

Rédaction : Brice Caillibot – Nantes Métropole – Pôle Loire Sèvre et Vignoble

Sommaire :

Table des matières

1-Objet de l'étude.....	3
2-Description des Aménagements projetés.....	4
2.1 Description du projet.....	4
2.2 Les travaux préparatoires.....	5
2.3 Les travaux de terrassement et de voirie.....	6
2.3.1 – Zonage pluvial.....	6
2.3.2 – Structure du terrain existant.....	7
2.3.3 – Description des revêtements de sol et matériaux sur le projet de parking.....	8
1. La voirie.....	8
2. Les places de stationnement.....	8
3. Principe de gestion des eaux pluviales.....	8
3.1 L'assainissement des eaux pluviales.....	8
1. Localisation et prescriptions du zonage pluvial.....	8
2. La présence de la nappe – étude piézométrique.....	9
3. La capacité d'infiltration des sols.....	10
4. Les principes de l'assainissement projeté.....	11
Principe général.....	11
Plan des Aménagements.....	12
Principe projeté.....	13
Dimensionnements.....	14
Calcul du fonctionnement hydraulique du parking.....	15
Conclusion.....	19

1-Objet de l'étude

La métropole nantaise s'articule autour de la Loire qui scinde aujourd'hui le territoire métropolitain en trois parties : le Nantes-Nord (au nord de la Loire), l'île de Nantes, puis les communes de la métropole situées au sud de la Loire comme Rezé. L'objectif est de pouvoir améliorer la connectivité entre ces différents territoires par un renforcement de l'offre de transport en commune et notamment les transports fluviaux de personne sur la Loire par le Navibus.

Le réseau fluvial est d'ores et déjà composé de deux liaisons, une entre Bas-Chantenay et le Hangar à Bananes puis la seconde reliant Gare-Maritime à Trentemoult Roquios. Ce projet permettra ainsi de relier à la fois Gare-Maritime et le secteur de Bas-Chantenay à Trentemoult, et donc de créer un nouveau franchissement.

Figure 1: Photographie aérienne du site : google maps 2024



Le présent dossier porte sur le projet de création d'un pôle d'échange multimodal, composé d'un parking-relais, des cheminements, d'un embarcadère et d'une zone d'attente passagers, à Trentemoult, sur la commune de Rezé (44).

Les travaux relatifs à l'embarcadère se feront dans le lit mineur de la Loire. Les terrains concernés par la réalisation du projet appartiennent au Grand Port Maritime de Nantes/Saint-Nazaire. Nantes Métropole disposera d'une Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) de la part du GPM avant le démarrage des travaux.

2-Description des Aménagements projetés

2.1 Description du projet

Figure 2: Localisation du projet



Depuis plusieurs années Nantes Métropole développe le réseau de navettes fluviales. Le Grand Débat citoyen « Nantes, la Loire et nous » auquel 40 000 habitants et usagers de la Métropole ont participé, a fait émerger 30 engagements en lien avec la Loire, parmi eux, l'engagement 24 « créer de nouvelles navettes fluviales connectées au réseau de transport en commun ».

Pour répondre aux besoins de développement des liaisons fluviales exprimés dans le cadre du Débat Loire, Nantes Métropole et la Société d'économie mixte des transports en commun de l'agglomération nantaise (SEMITAN) ont lancé en 2017 une étude visant à identifier les nouvelles lignes à créer. Cette étude a montré que la création d'un embarcadère le long des anciennes sablières et d'un parking-relais d'environ 141 places à proximité immédiate permettraient d'assurer les déplacements quotidiens d'une rive à l'autre.

Le projet prévoit ainsi :

- La création de la ligne de navette fluviale reliant Trentemoult-Aval à Bas-Chantenay (appelée ligne N4) ;
- L'embarquement à Trentemoult-Aval remplacera celui de Trentemoult-Roquios pour la ligne N1 ;
- L'aménagement d'un parking-relais de 140 places, le long de la rue Californie, sur le site de l'ancienne sablière.



La zone d'attente des passagers sera située sur la berge non loin de l'embarcadere et inclura plusieurs abribus et des arceaux pour les vélos.

Le projet prévoit la construction d'un parking de 141 places le long de la rue Californie, sur un espace artificialisé correspondant en partie à l'ancienne zone de stockage . Ce parking sera aménagé de noue d'infiltration des eaux pluviales, et de place de stationnement en GNT.

Le cheminement doux qui reliera le parking et l'embarcadere, sera situé à l'est entre la friche de l'ancienne sablière et le Parc de la Grève. Cette liaison, sur une longueur totale d'environ 470 m, permettra :

- Une connexion lisible et sécurisée avec la rue de la Californie ;
- Un revêtement durable pour un usage toutes saisons ;
- Un éclairage tout au long du parcours pour la sécurité des usagers ;
- Une mutualisation avec un nouvel itinéraire Loire à vélo.

2.2 Les travaux préparatoires

Les travaux préparatoires comprendront l'ensemble des prescriptions préalables aux interventions. Une signalisation de chantier sera mise en œuvre suivant les dispositions prises lors du phasage des travaux.

Un constat d'huissier sera effectué sur les limites des parcelles de façon à identifier l'état des lieux avant mise à disposition du terrain par le grand port (AOT).

Les travaux préparatoires regroupent :

- L'installation de chantiers :
 - Elle comprendra les installations des entreprises.
 - Sa position sera à définir avec le coordinateurs SPS.
- L'état des lieux avant travaux (le constat est effectué par un huissier)
- Le dégagement des emprises
- Le marquage des réseaux restants

2.3 Les travaux de terrassement et de voirie

2.3.1 – Zonage pluvial

Le site des Sablières de situe en Zone prioritaire 3 du zonage pluvial.

Le débit de rejet autorisé est de 3l/s/ha avec une période de retour de 10 ans.



2.3.2 – Structure du terrain existant

- Les piézomètres

Une étude de suivi piézométrique a été réalisée par le bureau d'étude géotechniques HYDROGEOTECHNIQUE NORD concernant la pose et le suivi de piézomètre . (Voir annexe 1)

- Les tests Matsuo

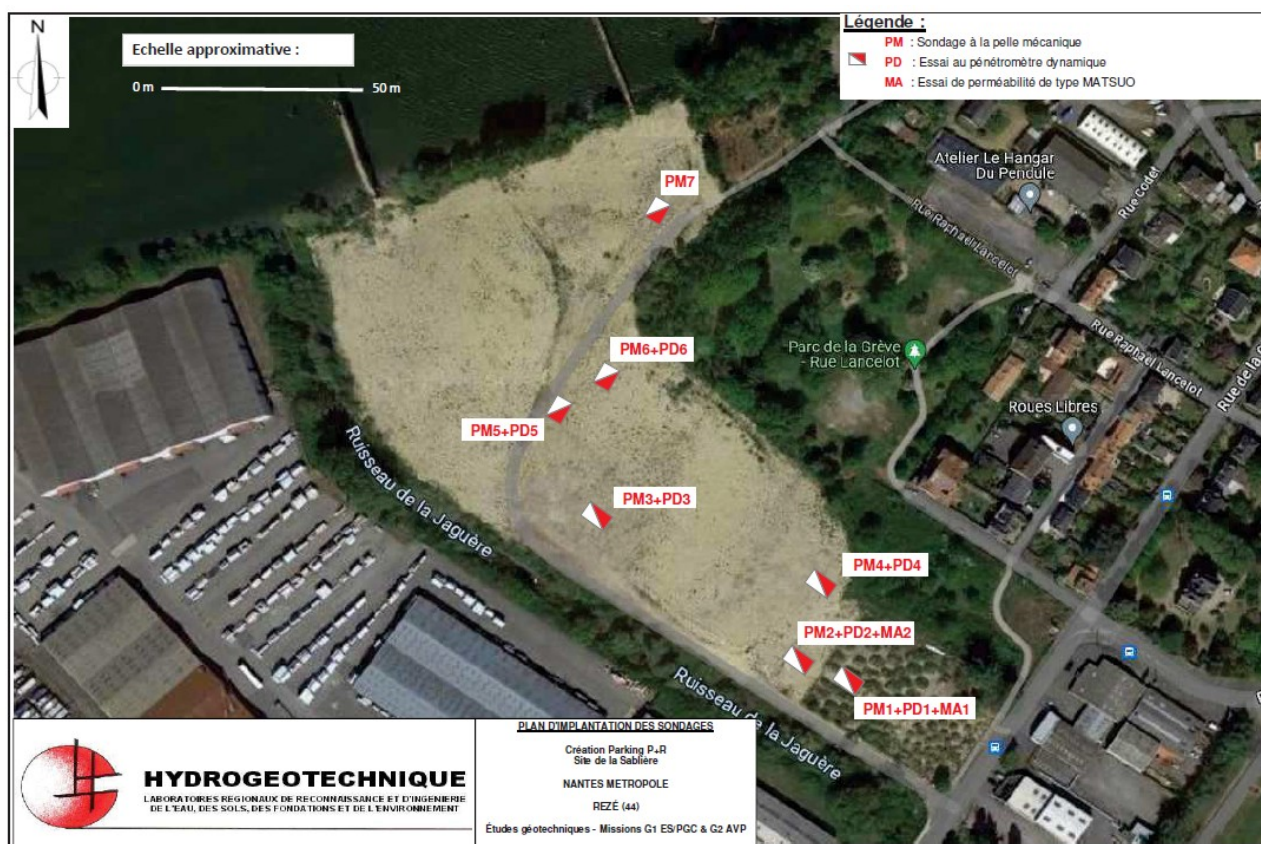
Des essais au pénétromètre dynamique ainsi que des essais de perméabilités de type Matsuo ont été réalisés sur différents secteurs du site de façon à déterminer les coefficients de perméabilité su secteur d'études.

Les valeurs de perméabilités sont les suivantes :

- Sondage MA 1 : 2,10-5 m/s
- Sondage MA 2 : 1,10-5 m/s

- Structure du sol existant

Dans le cadre de cette étude sondages à la pelle mécanique a permis de définir les natures de sols existants . 7 Sondages ont été réalisés sur l'ensemble du site.



2.3.3 – Description des revêtements de sol et matériaux sur le projet de parking

1. La voirie

La voirie du parking sera en enrobé de type béton bitumineux semi-grenu (BBSG 0/10). La couche d'enrobé sera réalisée en surépaisseur de l'enrobé existant.

Les bordures seront en béton préfabriqué de type T ou P.

2. Les places de stationnement

Les places de stationnement du parking seront traitées en matériaux perméables de façon à créer des surfaces d'infiltration des eaux pluviales. Ces places seront réalisées en GNT 2/20 ocre .

3. Principe de gestion des eaux pluviales

3.1 L'assainissement des eaux pluviales

1. Localisation et prescriptions du zonage pluvial

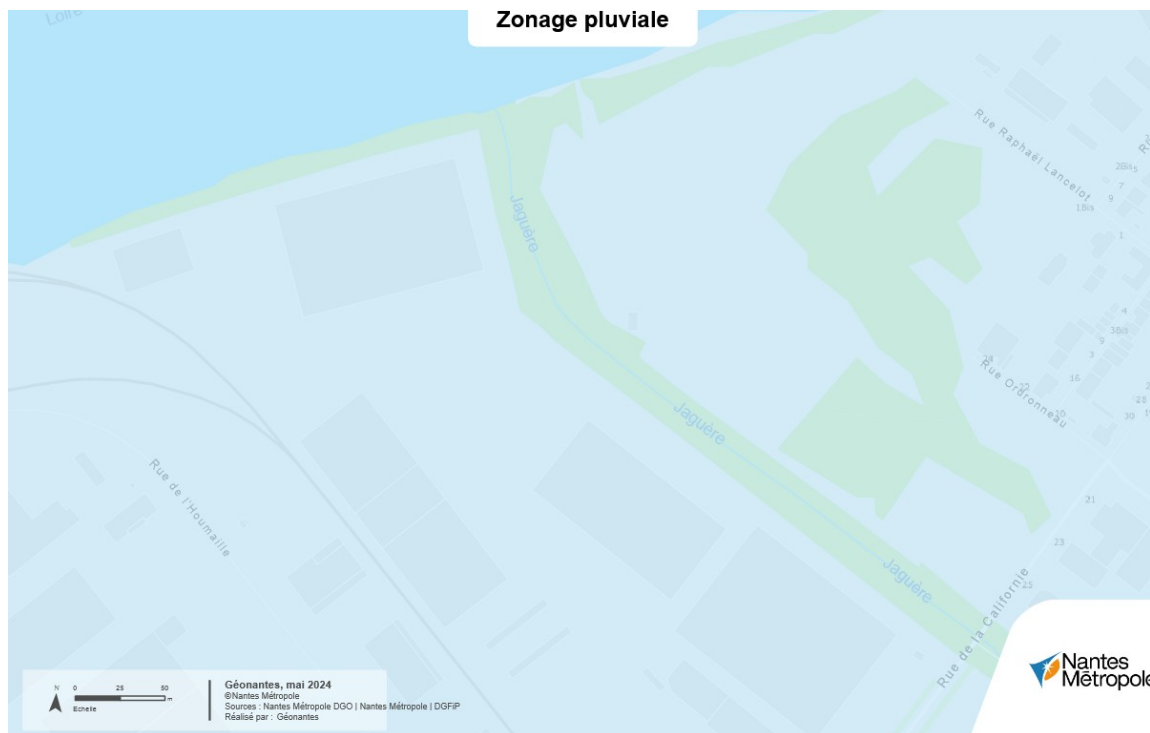
Le principe général de l'assainissement envisagé s'appuie sur les prescriptions du zonage pluvial de Nantes Métropole et sur le zonage pluvial lié.

Il est tout d'abord rappelé les principes généraux du zonage pluvial concernant les rejets d'eaux pluviales :

Concernant les rejets d'eaux pluviales, la règle à appliquer est (par ordre de priorité) :

- 1. L'infiltration dans le sol ;
- 2. Le rejet régulé et évacué gravitairement vers le milieu superficiel (Talweg, cours d'eau ou fossé) ;
- 3. Le rejet régulé et évacué gravitairement vers le réseau d'eaux pluviales ou unitaires.

Parallèlement, le plan de zonage pluvial précise que la zone d'étude, ci-dessous identifiée, est concernée par la zone suivante :



L'ensemble de la zone d'études est donc dans la zone « Prioritaire 3 »

Sur cette zone, le zonage pluvial de Nantes Métropole impose les principes majeurs suivants :

Pour maîtriser la qualité des rejets au milieu naturel, un volume de 16 l / m² imperméabilisé (pluie de 16 mm en 1 heure = période de retour 2 ans) doit être retenu à la source par infiltration ou toute autre technique visant à déconnecter l'eau de pluie des réseaux.

Par ailleurs et pour ne pas aggraver le risque d'inondation, le ruissellement généré par une pluie décennale doit être stocké dans l'unité foncière du projet et l'excédent d'eau n'ayant pu être infiltré est soumis à une limitation de rejet à un débit de fuite maximum de 3 litres par seconde et par hectare aménagé (le débit de rejet ne pouvant être fixé en dessous de 1l/s).

Sur ce projet il est toutefois recherché prioritairement le stockage et l'infiltration in situ de l'ensemble du ruissellement généré par une pluie de temps de retour 10 ans.

2. La présence de la nappe – étude piézométrique

Suite à l'analyse du bilan des piézomètres, nous avons relevés les niveaux de nappes les plus hautes et donc les profondeurs minimum entre le terrain définitif et le niveau de plus hautes eaux des nappes :

- PZ1 : Situé sous futur cheminement piéton
 - Terrain naturel : 4,86 m NGF
 - Altimétrie projet : 5,32 m NGF
 - Altimétrie maximum de la nappe (le 11/04/2024) : 3,11 m NGF
 - Profondeur nappe vis à vis du projet : 2,22 m

Le fond de noue (cote fini de l'engazonnement) le plus défavorable, à proximité de PZ1, est estimé à 4,80 m NGF, soit 1,69m au dessus du niveau de nappe le plus défavorable.

- PZ2 : Situé sous futur cheminement piéton

- Terrain naturel : 6,96 m NGF
- Altimétrie projet : 5,73 m NGF
- Altimétrie maximum de la nappe (le 11/12/2023) : 3,69 m NGF
- Profondeur nappe vis à vis du projet : 2,04 m

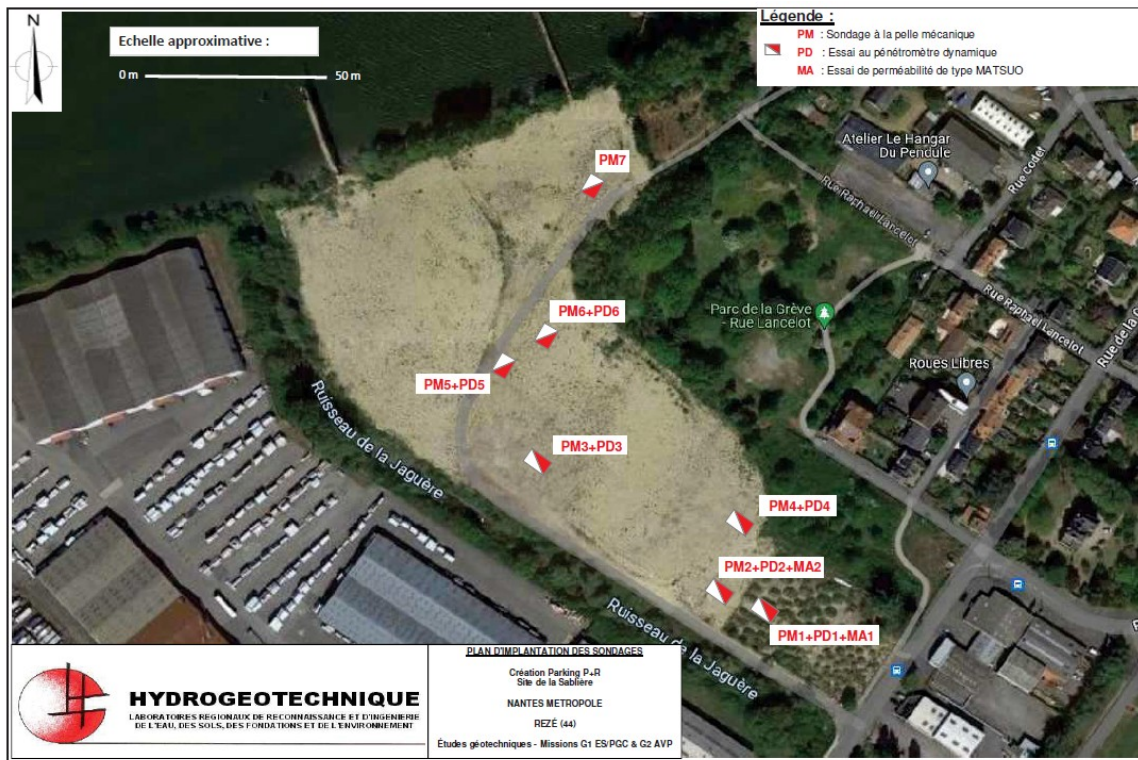
Le fond de noue (cote fini de l'engazonnement) le plus défavorable, situé à 20 m de PZ2, est estimé à 4,90 m NGF, soit 1,21m au dessus du niveau de nappe le plus défavorable.

- PZ3 : hors emprise intervention

- PZ4 : hors emprise intervention

3. La capacité d'infiltration des sols.

Les investigations géotechniques menées par la société Hydrogéotechnique ont permis de préciser les capacités d'infiltration des sols aux points suivants :



MA-1: $K = 2,10^{-5} \text{ m/s}$ / MA-2 : $K = 1,10^{-5} \text{ m/s}$

QUELQUES VALEURS MOYENNES DE PERMEABILITE :

Perméabilité k (m/s)		10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
		+										-		
Granulo- métrie	homogène	gravier pur			sable pur		sable très fin			silt			argile	
	variée	gravier gros et moyen	gravier et sable			sable et argile-limons								

La grande majorité des essais réalisés mettent en évidence une perméabilité moyenne.

4. Les principes de l'assainissement projeté.

• *Principe général*

Le site présente une capacité d'infiltration moyenne qui est à valoriser en proposant une surface désimperméabilisée. L'étude se fonde autant que possible, sur les principes de gestion intégrée des eaux pluviales tout en intégrant les contraintes évoquées (présence de la nappe et capacité d'infiltration du sol). Elle n'ignore pas non plus les préconisations du zonage pluviale de Nantes Métropole et notamment les solutions techniques alternatives envisageables et listées dans le volet 4 du « Guide pratique à l'usage des professionnels de l'aménagement » établi par les services de la Métropole.

La zone d'étude étant une ancienne zone de dépôt déjà imperméabilisée, il sera par ailleurs recherché une désimperméabilisation des futures zones de stationnement, de maximiser le développement du végétal et les espaces verts de pleine terre. Ces principes recherchés sont primordiaux au regard des évolutions réglementaires, climatiques et de leurs répercussions sur les contraintes environnementales.

Les derniers retours d'expérience sur la prise en compte de la gestion des eaux pluviales font état des bénéfices multiples associés à une gestion dite intégrée des eaux pluviales dont les principes sont les suivants, et ce quels que soient le contexte géologique et hydrologique :

- Imperméabiliser au minimum : le projet prévoit, selon les secteurs, la création de nombreux espaces verts.
- Gérer l'eau au plus près de l'endroit où elle tombe : moyen permettant de ne pas concentrer les flux, de façon à ne pas créer des zones d'accumulation préférentielle. La gestion des eaux pluviales sur le secteur d'étude est entièrement réalisée par différentes zones de captage des eaux de ruissellement favorisant l'infiltration sur différents points du projet.
- Ne pas concentrer l'eau mais rechercher le maximum de surfaces infiltrantes : Cela signifie que tout espace vert de pleine terre a un rôle à jouer.

L'application du principe de la gestion intégrée des eaux pluviales présente de fait de nombreux effets positifs :

- La réduction des îlots de chaleur urbains dans un contexte de changement climatique
- La diminution des risques et de l'intensité d'inondation
- L'amélioration de la qualité des eaux pluviales urbaines rejetées vers les exutoires, permettant d'œuvrer dans le sens de la restauration du bon état des masses d'eaux superficielles et souterraines.

Le système de gestion EP mis en place dans le cadre du projet de réaménagement du parking avec mise en place d'ombrière végétale (plantation d'arbres) s'intègre, pour partie et autant que possible, dans ce cadre en prenant compte les contraintes existantes du site.

- ***Plan des Aménagements***



Figure 3: Plan masse du projet

- **Principe projeté**

Sur ces bases, le principe général de l'assainissement projeté s'appuie ainsi, selon les espaces, sur les principes suivants :

- Espaces publics et privés existants en amont de la zone d'études :

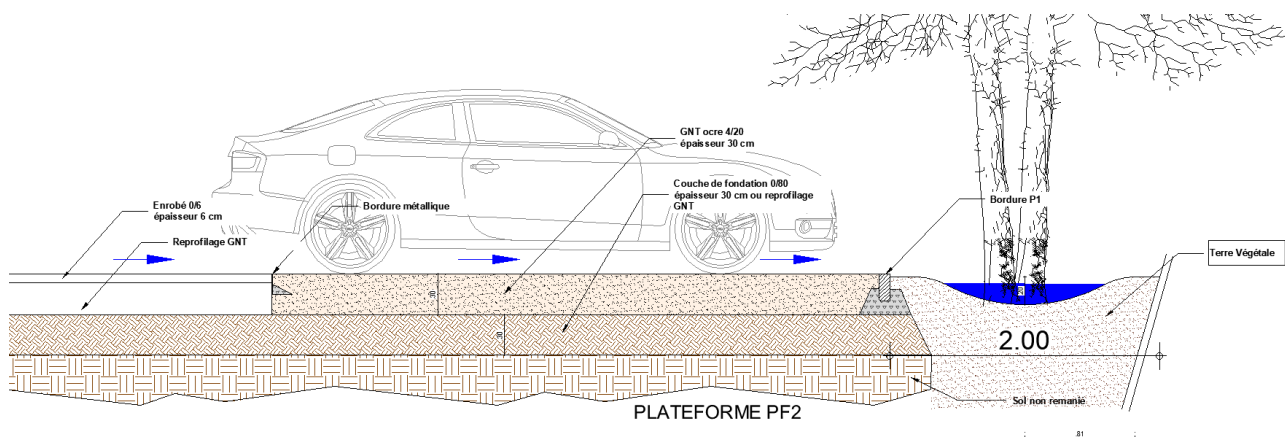
Sur l'ensemble du site des sablières, il sera maintenu le fonctionnement hydraulique existant.

- Futur espace public : gestion des eaux pluviales des cheminements et du parking :

Les réseaux existants rue de la Californie sont maintenus, le fonctionnement actuel des espaces privés mitoyens ne seront donc pas impacté par l'aménagement projeté.

L'ensemble des eaux de ruissellements seront redirigé vers les sols perméables ou les aménagements créés à cet effet des noues de rétention et d'infiltration.

Esquisse du dispositifs projetés :



Coupe de principe type stationnement

- **Voies de circulation et places de stationnement**

Les places de stationnement du parking seront traitées en matériaux perméables de façon à créer des surfaces d'infiltration des eaux pluviales. Ces places seront réalisées en GNT 4/20 ocre .

Les voies de circulation du parking seront réalisés en enrobé noir 0/6.

- **Espaces verts en creux**

Les espaces verts seront réalisés, autant que possible, en creux sur le pourtour en point bas de l'opération de parking. Cette forme permettra la collecte et le stockage des eaux de ruissellement. Ce principe permet de promouvoir l'infiltration des eaux au sein des espaces verts et des fosses d'arbres.

Pour assurer le cheminement des eaux et leur stockage dans ces espaces verts, ces derniers seront donc réalisés en décaissé par rapport au niveau des espaces collectés (entre 10 cm et 20 cm selon l'emprise de l'espace vert concerné). L'alimentation de ces décaissés sera assurée soit par ruissellement superficiel direct soit par le biais de bordure avaloir. Ces espaces verts fonctionnant ainsi sur le principe des « jardins de pluie » et « arbres de pluie ».

Nous équiperons les espaces verts de massifs filtrants de façon à améliorer l'infiltration des eaux pluviales.

Il est toutefois important de noter que la majorité des arbres existants seront conservés, ce qui ne permettra pas l'adaptation du niveau des terres périphériques, souvent sensiblement plus haut que la voirie. Les espaces verts en partie haute du projet (Nord-Est) ne pourront donc avoir de rôle hydraulique.

- ***Noue centrale***

Deux noues centrales plantées sont réalisées pour séparer les rangées de stationnement. Ces Noues assureront un rôle de collecte, stockage et infiltration des eaux pluviales. Les noues font parties des aménagements linéaires qui permettent une gestion intégrée des eaux pluviales sur le parking. Elles permettent de recueillir l'eau de ruissellement du parking mais également de réguler les micros et les macros polluants. Les eaux pluviales permettront d'irriguer les arbres plantés dans ces espaces.

Capacité de stockage des noues environ 0,1 m³ / ml, pour une profondeur utile d'environ 0,15 cm.

- ***Cheminements mixtes vélos/piétons et aire d'attente***

Un cheminement modes actifs et accès entretien sécurité est réalisé depuis le P+R vers l'embarcadère et de l'embarcadère vers le village de Trentemoult en passant par le Pendule et la cale du Centre Nautique Sèvre et Loire (CNSL) jusqu'à la place des Filets. Ce cheminement d'une longueur d'environ 600 m et d'une largeur de 3,5 m sera réalisé en béton décoratif (bouchardé, érodé, etc.). Les eaux de pluie des cheminements et de l'aire d'attente seront gérées par ruissellement vers le terrain naturel de la sablière.

- ***Dimensionnements***

La méthode de dimensionnement utilisée pour dimensionner ces ouvrages est la « méthode des pluies ». Cette méthode réglementaire permet d'optimiser le volume d'un ouvrage de régulation pour tout type de pluie.

Pour faciliter l'instruction du dossier, le volume nécessaire à stocker pour un événement de temps de retour 10 ans a été déterminé à partir de l'outil de calcul fourni par Nantes Métropole et conformément aux prescriptions du zonage pluviale.

Les volumes de rétention totaux (nommés « Volume total à stocker » dans le zonage pluvial) sont ainsi calculés ci-après.

Les données pluviométriques seront décrites par la loi de Montana :

$$i=at^{-b} \text{ avec } i : \text{intensité pluviométrique en mm/h}$$

Les coefficients de Montana retenus sont directement imposés par l'outil de calcul mis à disposition par les services de Nantes Métropole et sont adaptés au temps de retour retenu (ici 10 ans).

- **Calcul du fonctionnement hydraulique du parking.**



Figure 4: Plan de composition du parking

Définition des surfaces du P+R :

- Surfaces totale du projet : **5666 m²**
- Surface imperméabilisées : **2044 m²**
- Surface partiellement imperméabilisées : **1382 m²**
- Surface Perméable : **2240 m²**

Coefficient de ruissellement :

Coefficient de ruissellement variable suivant T	T=	1m à 50a	100a
Coefficient imperméabilisée ($C_{r_{imp}}$)	$C_{r_{imp}} =$	0,9	1,0
Coefficient partiellement imperméabilisée ($C_{r_{p_{imp}}}$)	$C_{r_{p_{imp}}} =$	0,5	0,7
Coefficient non imperméabilisée ($C_{r_{vert}}$)	$C_{r_{vert}} =$	0,2	0,3

Rejet :

Si rejet, débit autorisé : $q = 3 \text{ l/s/ha}$

Perméabilité du sol : $K = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$

Temps de retour : 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans

Volumes à stocker en fonction du temps de retour (emprises globale du parking)

Période de retour	10 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Volumes à stocker	2,3 m ³	11,2 m ³	14,7 m ³	28,2 m ³

Le volume global nécessaire pour gérer une pluie par infiltration d'une période de retour de 10 ans à l'échelle du projet étant de 2,3 m³, il ne sera pas nécessaire de découper le projet en sous bassins versant.

Nous avons réalisé toutefois le calcul des sous bassins sur ces 4 périodes de retour :

Calcul du fonctionnement hydraulique par sous bassin versant

	BV -1	BV -2	BV -3	BV -4	Total (m ²)
	m ²	m ²	m ²	m ²	
Surface imperméabilisée (Simp)	830	498	393	323	2044
Surface partiellement imperméabilisée (SP_imp)	312	520	410	140	1382
Surface perméable (Svert)	851	570	420	382	2223
Total (m ²)	1993	1588	1223	845	5649
Total surface compensée (m ²)	1073	822	643	437	2975
%	36 %	28 %	22 %	15 %	100 %



Le calcul des volumes de stockage théorique sur calculés au prorata de la surface corrigée par sous bassin versant

Période de retour (volume à stocker)	%	10 ans (2,3m3)	30 ans (11,2m3)	50 ans (14,7m3)	100 ans (28,2m3)
Volumes à stocker BV1	36	0,8 m3	4,0 m3	5,3 m3	10,2 m3
Volumes à stocker BV2	28	0,6 m3	3,1 m3	4,1 m3	7,8 m3
Volumes à stocker BV3	22	0,5 m3	2,4 m3	3,2 m3	6,1 m3
Volumes à stocker BV4	15	0,3 m3	1,6 m3	2,2 m3	4,1 m3
Total	100	2,3 m3	11,2 m3	14,7 m3	28,2 m3

Si toutefois la note de calcul indique par bassin versant des volumes de stockage nuls, le projet prévoit la réalisation de noues réparties en points bas de chacun des bassins de façon à gérer une pluie de période de retour 100 ans avec un volume de 28,2 m³.

Nous répartirons le volume global de stockage en fonction des surface corrigées des bassins versants (coefficient de ruissellement).

Volume à Stocker pour une pluie de 100 ans :

BV 1 : 10,2 m³

BV 2 : 7,8 m³

BV 3 : 6,1 m³

BV 4 : 4,1 m³

Répartition des zones de stockage / infiltration sur le projet :



Figure 5: Carte des volumes à stocker pour une pluie de 100 ans

Capacité de Stockage des bassins Versants :

Période de retour	Volume théorique à stocker pour une pluie de 100 ans	Capacité du projet à stocker
Volumes à stocker BV1	10,2 m³	10,5 m ³
Volumes à stocker BV2	7,8 m³	9m ³
Volumes à stocker BV3	6,1 m³	7m ³
Volumes à stocker BV4	4,1 m³	4,5 m ³
Total	28 m ³	31 m ³

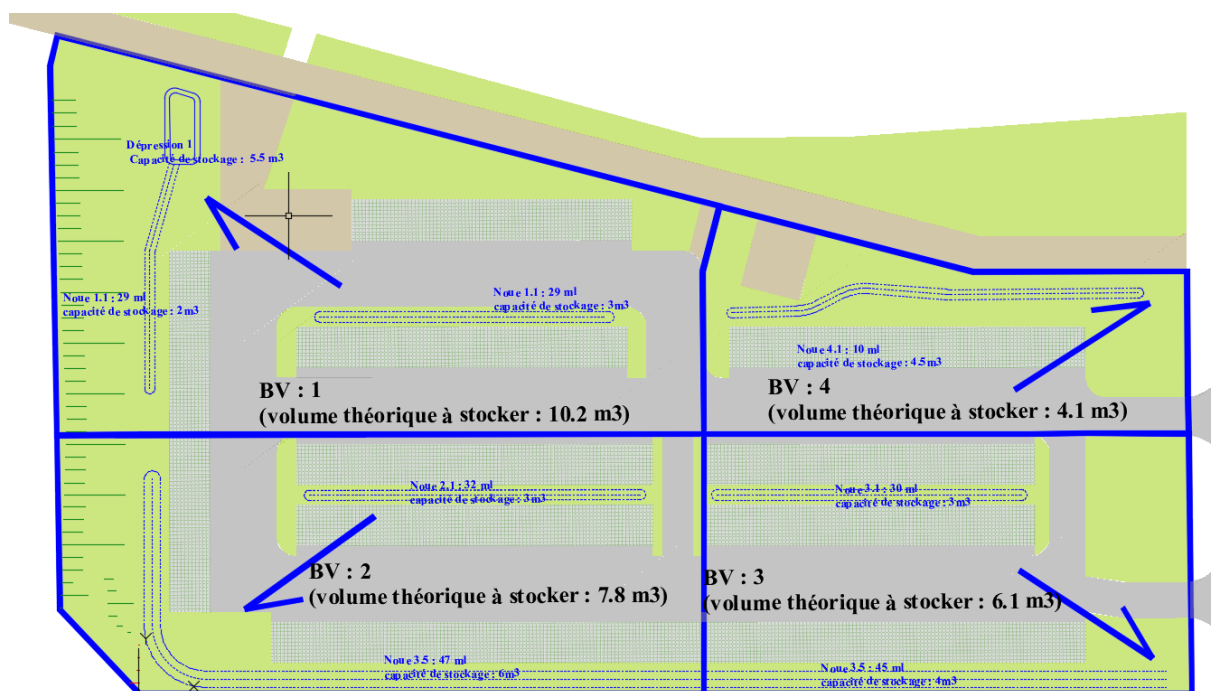


Figure 6: Position des noues et des dépressions permettant le stockage des eaux pluviales

Conclusion

La capacité de stockage des eaux de ruissellement du projet de P+R est d'environ 31 m³ ce qui permet de stocker et d'infiltrer les pluies d'une période de retour de 100 ans. Le projet a donc la capacité de réguler les pluies de 10 ans avec le dispositif mis en place.