



VILLE DE PORNICHET

Secteur Parc d'Armor

Assistance à maîtrise d'ouvrage - Pré étude hydraulique

Rapport

Réf : CEAULB150790 / REAULB01545-05

SKI / NMA / PL
















19/07/2016



VILLE DE PORNICHET

Secteur Parc d'Armor

Assistance à maîtrise d'ouvrage - Pré étude hydraulique

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction		Vérification		Validation	
			Nom	Signature	Nom	Signature	Nom	Signature
Rapport provisoire	16/07/2015	01	S. KILLIAN		N. MALARTRE		P. PICARD	
Rapport provisoire	21/09/2015	02	S. KILLIAN		N. MALARTRE		P. PICARD	
Rapport provisoire	13/11/2015	03	S. KILLIAN		N. MALARTRE		P. PICARD	
Rapport provisoire	15/12/2015	04	S. KILLIAN		N. MALARTRE		P. PICARD	
Rapport final	19/07/2016	05	S. KILLIAN		N. MALARTRE		P. PICARD	

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : CEaulB150790 / REaulB01545-05
Numéro d'affaire :	A38355
Domaine technique :	EU06
Mots clé du thésaurus	HYDRAULIQUE EAUX PLUVIALES

BURGEAP Agence Loire-Bretagne – site de Nantes
 9 rue du chêne Lassé 44800 Saint-Herblain
 Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • Fax 33 (0) 2 40 85 68 50
agence.de.nantes@burgeap.fr

SOMMAIRE

Introduction.....	5
1. Diagnostic préalable	6
1.1 Le contexte réglementaire.....	6
1.1.1 Le Parc d'Armor dans les documents d'urbanisme en vigueur	6
1.1.2 Le schéma Directeur des Eaux Pluviales sur la Commune de Pornichet	7
1.1.3 Rappel des outils de gestion et objectifs de la qualité des eaux.....	11
1.2 Le Parc d'Armor	13
1.2.1 La topographie.....	13
1.2.2 Le contexte géologique et hydrogéologique	13
1.2.3 Les eaux superficielles	20
1.2.4 Les risques naturels.....	21
1.2.5 Les milieux naturels et les zones humides.....	22
2. Etude hydraulique.....	25
2.1 Détermination des bassins versants concernés.....	25
2.2 Fonctionnement du bassin de Rochalot sur la commune de la Baule	27
2.3 Les besoins en assainissement pluvial	28
2.3.1 En état actuel.....	28
2.3.2 En état futur	32
2.4 La solution privilégiée.....	38
2.4.1 Justification de la solution privilégiée.....	38
2.4.2 Préconisations particulières	38
2.4.3 Pré-chiffrage des aménagements proposés	39
3. Conclusion.....	42

ANNEXES

Annexe 1. Coupes des piézomètres posés.....	44
Annexe 2. Volume utile de stockage du bassin de rétention	45

FIGURES

Figure 1 : Extrait du plan de zonage en vigueur (Ville de Pornichet)	6
Figure 2 : Le réseau hydrographique	7
Figure 3 : Extrait du plan de zonage des eaux pluviales de Pornichet	10
Figure 4 : Extrait de la carte géologique de Saint-Nazaire.....	14
Figure 5 : Localisation des piézomètres	15
Figure 6 : Carte piézométrique du 08/09/2015 – Période de basses eaux.	17
Figure 7 : Carte piézométrique du 09/02/2016 – Période de hautes eaux.	17
Figure 8 : Chronique piézométrique entre février et mai 2016 au droit du site.	18
Figure 6 : Extrait de l'inventaire communal des cours d'eau (Ville de Pornichet)	20
Figure 7 : Les zones inondables sur le site du Parc d'Armor	21

Figure 8 : Risque de remontées de nappes (BRGM).....	22
Figure 9 : Les milieux naturels sur le site du Parc d'Armor (en rouge : plante hygrophiles)	24
Figure 10 : Bassin versant du Guézy sur la commune de la Baule (Source : SOGREAH)	25
Figure 11 : Bassin versant urbain de Pornichet au droit du Parc d'Armor	26
Figure 12 : Ossature du modèle.....	28
Figure 13 : Les débordements et mise en charge du réseau EP en état actuel (pluie centennale – durée 12 heures)	29
Figure 14 : Les débordements et mise en charge du réseau EP après redimensionnement en Ø 1000 (pluie centennale – durée 4 heures)	31
Figure 15 : Les mises en charge du réseau EP en état futur, après redimensionnement en Ø 1000 et création d'un champ d'expansion (pluie centennale – 4 heures)	36
Figure 16 : Schéma récapitulatif des aménagements proposés	40

TABLEAUX

Tableau 1 : Prescriptions quantitatives	11
Tableau 2 : Les ouvrages souterrains	15
Tableau 3 : Niveaux d'eau au droit des piézomètres.....	Erreur ! Signet non défini.
Tableau 4 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle	21
Tableau 5 : Zones remarquables pour la protection de l'Environnement du secteur	22
Tableau 6 : Caractéristiques des bassins versants interceptés par le Parc d'Armor	26
Tableau 7 : Coefficients de Montana ($h(t)=a * t^{(1-b)}$)	29
Tableau 8 : Les débordements observés et mises en charge pour différentes pluies de projet en état actuel.....	30
Tableau 9 : Les débordements observés pour différentes pluies de projet après modification du réseau EP en état actuel	31
Tableau 10 : Débits de pointe en état actuel et au terme de l'urbanisation du Parc d'Armor.....	33
Tableau 11 : Les débordements et mises en charge observés en état futur pour différentes pluies de projet après modification du réseau EP.....	35
Tableau 12 : Coûts prévisionnel des travaux proposés.....	41

Introduction

La Ville de Pornichet envisage l'ouverture à l'urbanisation du secteur dit « Parc d'Armor » situé au nord-ouest de la commune. D'une superficie totale d'environ 5 ha, ce secteur est voué principalement à accueillir de l'habitat et une résidence de tourisme dans sa partie haute.

Le secteur « Parc d'Armor » s'inscrit dans le bassin versant de l'Hippodrome, très sensible aux inondations lors d'événements pluvieux intenses.

Pour pallier ce risque, plusieurs aménagements hydrauliques y ont d'ores et déjà été construits, dont le bassin de rétention dit de « Rochalot » présent en amont immédiat du secteur « Parc d'Armor » sur le territoire communal de la Baule.

Des prescriptions particulières sont également émises dans les documents d'urbanisme en vigueur en matière de gestion des eaux pluviales.

Aussi et afin d'envisager l'ouverture de cette zone à l'urbanisation en maîtrisant les tenants et aboutissants liés à ces enjeux hydrauliques, la Ville de Pornichet a missionné BURGEAP pour la réalisation d'une étude hydraulique et d'un accompagnement technique sur cette question.

Le présent document constitue la version finale du rapport émis en décembre 2015 (réf BURGEAP : REAULB1545-04 ¹). Il intègre les éléments principaux et les conclusions de l'étude hydrogéologique qui a été réalisée en avril 2016 par BURGEAP et qui a fait l'objet d'un rapport spécifique (Réf : RGHCLB01063).

Au regard des différents enjeux et sensibilités hydrauliques, le présent rapport décrit les différents scénarios envisageables pour améliorer la gestion des eaux pluviales au droit du Parc d'Armor dans la perspective de son urbanisation future et présente la solution privilégiée pour répondre aux besoins définis.

Remarque : Pour simplifier la lecture de ce rapport, les compléments apportés sont annotés en bleu.

¹ Rapport BURGEAP réf : REAULB01545-04 : « Etude hydrogéologique Caractérisation de l'aquifère et détermination de la contrainte « eau souterraine » sur les futurs aménagements »

1. Diagnostic préalable

1.1 Le contexte réglementaire

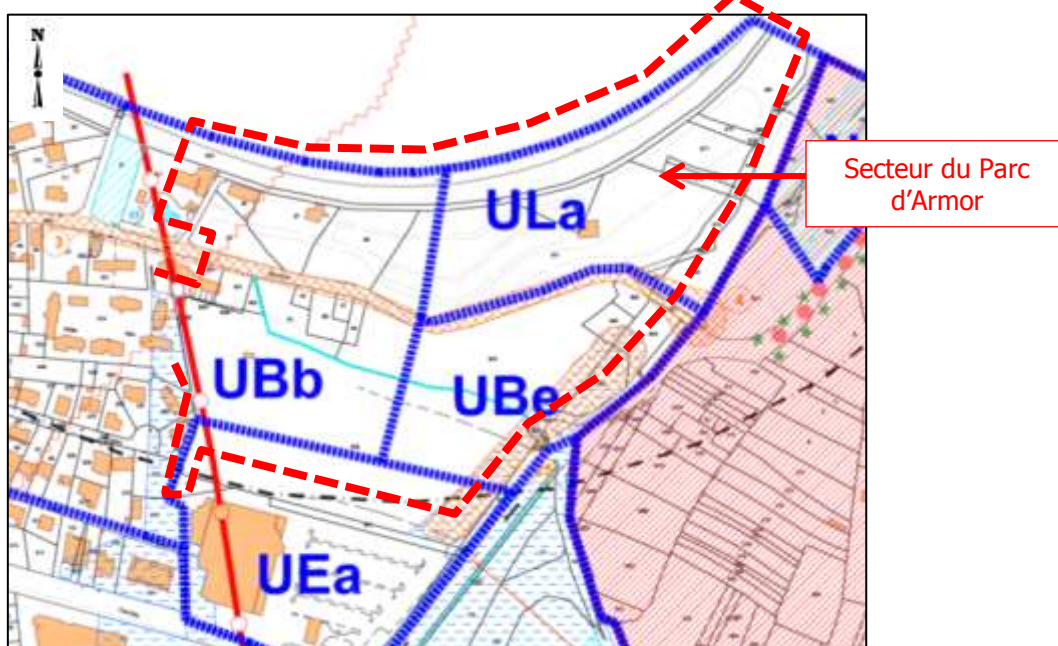
1.1.1 Le Parc d'Armor dans les documents d'urbanisme en vigueur

Le PLU de Pornichet en vigueur a été approuvé le 4 avril 2013. L'aménagement du Parc d'Armor y fait l'objet d'orientations particulières, ce secteur offrant une belle opportunité de requalification de l'entrée de ville sur le boulevard du Baulois.

Le secteur du Parc d'Armor s'étend sur près de 5 hectares. Il s'inscrit au plan de zonage du PLU en zones UBb, UBe, ULa et une partie en UEa :

- **UB** : la zone UB est une zone à caractère d'habitat déjà urbanisée. Elle constitue une extension du centre-ville en sa périphérie immédiate. Les services, activités urbaines et équipements collectifs sont autorisés. Les équipements nécessaires au fonctionnement de la zone existent ou sont en cours de réalisation. On distingue dans cette zone UB :
 - le secteur UBb correspondant à l'extension des centres historiques, essentiellement pavillonnaire;
 - le secteur UBe correspondant aux alentours des boulevards de Saint-Nazaire et du Baulois et de l'avenue de Gustave Flaubert, zones urbaines caractérisées par une mixité pavillonnaire et semi-collectif.
- **UL** : la zone UL est destinée aux activités touristiques et de loisirs en milieu urbain.
 - Le secteur ULa a vocation à accueillir des résidences de tourisme ou équivalent.
- **UEa** : la zone UEa est une zone déjà urbanisée destinée à l'accueil d'activités commerciales.

Figure 1 : Extrait du plan de zonage en vigueur (Ville de Pornichet)



Dans les documents d'orientations du PLU en vigueur :

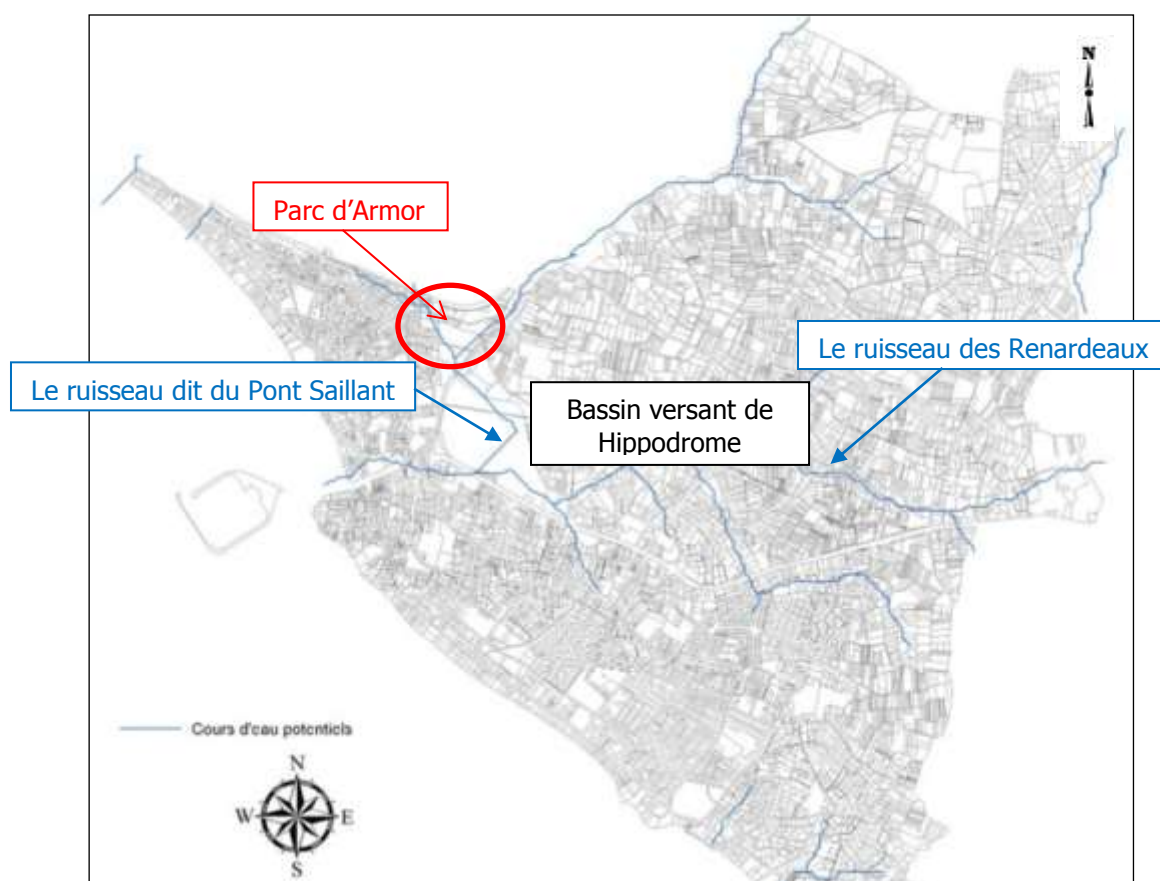
- la partie haute du Parc d'Armor s'étend sur une superficie de 2,42 ha en zones UBb et ULa. Son aménagement y est prévu en deux secteurs : l'un à caractère résidentiel et l'autre « touristique » ;
- la partie basse du Parc d'Armor s'étend quant à elle sur une superficie de 2,73 ha, en zones UBb, Ube et UEa. L'aménagement d'un secteur résidentiel y est envisagé en zones UBb et Ube avec de l'habitat groupé ou semi-collectif ainsi que de l'habitat individuel en lot libre ou groupé.

1.1.2 Le schéma Directeur des Eaux Pluviales sur la Commune de Pornichet

1.1.2.1 Le contexte hydraulique

La Ville de Pornichet s'inscrit sur plusieurs petits bassins versants côtiers. Le principal est celui du ruisseau du Pont-Saillant qui draine plus de 70 % du territoire communal.

Figure 2 : Le réseau hydrographique



Extrait de l'inventaire des zones humides et des cours d'eau – EF études 2007.

Le ruisseau du Pont-Saillant s'écoule selon une orientation générale nord-sud et **reçoit les eaux** de l'Aérodrome, de la Bosse, de Cotalin, de Guézy et **des hauts de l'Hippodrome dont le secteur du Parc d'Armor**. Il est alimenté par plusieurs petits affluents.

A hauteur de l'hippodrome, le ruisseau du Pont-Saillant collecte un bassin versant d'une superficie de 1 460 hectares (à cheval sur les communes de la Baule-Escoublac et de Pornichet). Les eaux de ruissellement qui y sont collectées sont relevées au moyen d'une station de pompage sur une hauteur de quelques mètres avant d'être rejetées gravitairement vers la galerie de rejet en mer.

Située sous le niveau de pleine mer, cette galerie est équipée d'un clapet anti-retour, empêchant l'eau de mer de refouler vers l'hippodrome lors de pleines mers.

1.1.2.2 Les études hydrauliques et travaux d'ores et déjà menés

Sur le secteur de l'Hippodrome :

Plusieurs études hydrauliques² ont été menées sur le secteur de l'Hippodrome suite aux inondations majeures qu'a connues la Ville de Pornichet en octobre 1999 et de façon moins marquée en décembre 1999, mai 2000 et mars 2007.

Suite aux premières études menées par Sogreah, un programme de travaux avait été établi afin d'améliorer le fonctionnement hydraulique sur le secteur de l'hippodrome. Ainsi des travaux sur la station de pompage ont été effectués afin d'améliorer sa capacité. En parallèle, plusieurs bassins de rétention étaient également prévus sur les secteurs amont.

Selon le programme initial, 6 ouvrages devaient à terme permettre le stockage d'un volume utile de 92 500 m³. A ces ouvrages, 8 autres ont finalement été ajoutés, chacun correspondant à des aménagements urbains particuliers.

Dans l'objectif de ces aménagements, une étude d'impact valant dossier d'autorisation loi sur l'eau a été réalisée par Egis Eau en juin 2009. Les différents ouvrages et travaux proposés ont ainsi été approuvés par arrêté préfectoral le 2 mars 2010.

A ce jour, plusieurs bassins ont été réalisés notamment en amont l'hippodrome (Rochalot, Hecqueux, Ile-Pré, Pont-Saillant, Site RD392, Ile de Redonnis).

La capacité de refoulement de la pompe à l'exutoire a été augmentée, passant ainsi de 4,5 à 5 m³/s. Enfin, l'exutoire en mer a également été repris avec la création d'un émissaire complémentaire.

Plus récemment, la Ville de Pornichet a également engagé un suivi des niveaux d'eaux souterraines en période de hautes eaux (période hivernale – octobre 2015 à avril 2016) au droit de trois piézomètres qui ont été posés sur le secteur du Parc d'Armor afin de définir plus précisément les enjeux hydrogéologiques sur ce secteur (Niveau de Plus Hautes Eaux -NPHE, présence ou non d'un biseau salé), ainsi que des préconisations vis-à-vis de l'urbanisation future.

1.1.2.3 Les prescriptions techniques dans le cadre du SDAEP de Pornichet

La Commune de Pornichet a fait réaliser par Sogreah en 2009, son Schéma Directeur des Eaux Pluviales (cf. Plan de zonage

² Etudes hydrauliques menées par SOGREAH en 2000 et 2001, et par EGIS Eau en 2008 et 2010.

Figure 3). Le zonage et les prescriptions techniques associées sont aujourd'hui retranscrits dans les documents d'urbanisme de la Ville de Pornichet.

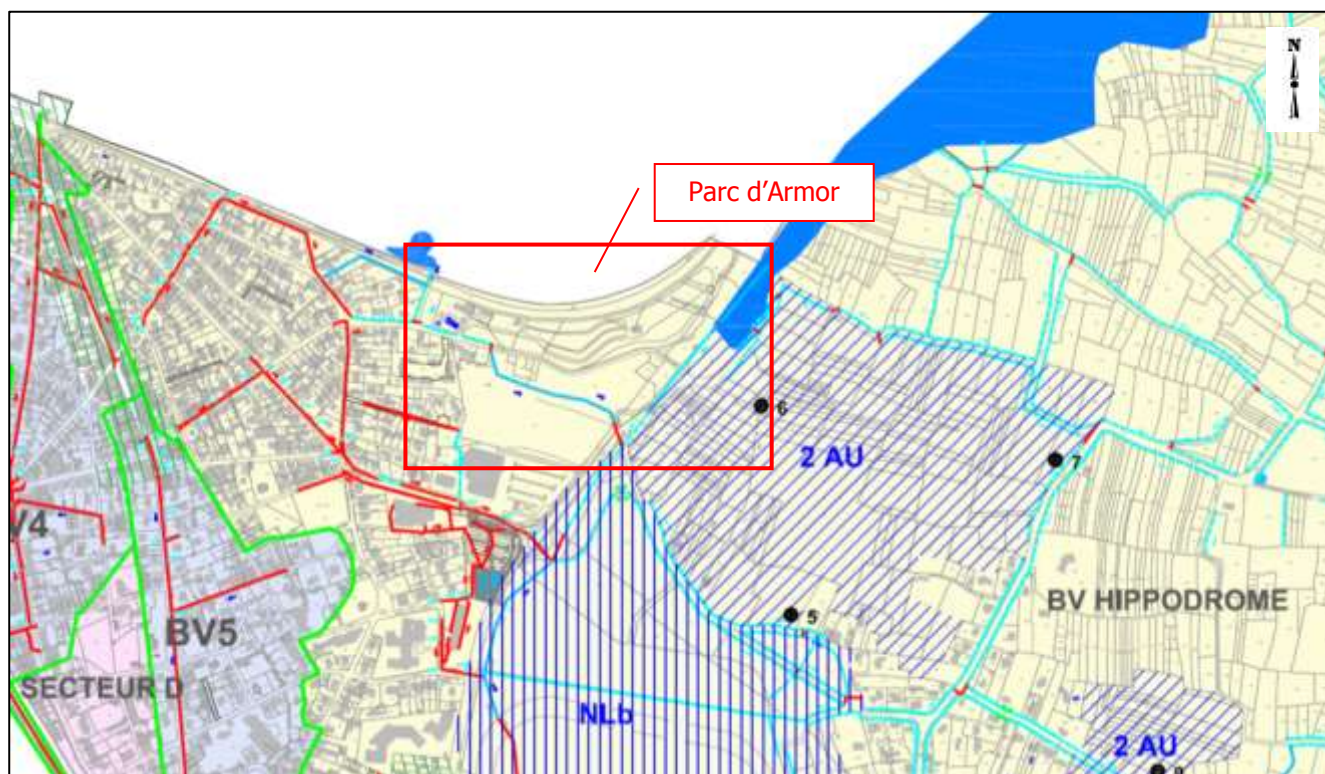
Des mesures spécifiques y sont définies pour le bassin versant de l'Hippodrome très vulnérable vis-à-vis du risque d'inondation et du milieu récepteur (l'Océan Atlantique au niveau du port d'échouage) particulièrement sensible vis-à-vis des usages.

La gestion des eaux pluviales est par conséquent un enjeu très fort dans tout le secteur de l'hippodrome.

Ainsi, l'annexe du PLU en vigueur, relative à l'assainissement des eaux pluviales donne des dispositions suivantes concernant les zones urbanisables :

- une protection centennale dans le bassin versant de l'hippodrome (au vu des enjeux et des risques d'inondation),
- une maîtrise quantitative des rejets conformément au **Tableau 1** (pages suivantes) ;
- une maîtrise qualitative des rejets privilégiant l'infiltration partielle des eaux pluviales selon la perméabilité du sol afin de limiter les volumes rejetés au réseau.

Figure 3 : Extrait du plan de zonage des eaux pluviales de Pornichet



LEGENDE

—	RESEAU EAUX PLUVIALES
—	FOSSE EXISTANT
—	LIMITES DE BASSINS VERSANTS (BV Hippodrome : limites étude Sogreah 2001)
	BASSIN VERSANT DE L'HIPPODROME :
	BASSINS VERSANTS LITTORAUX MIXTES : assainis par collecteurs et infiltration des eaux pluviales
	BASSIN VERSANT BRIVET BRIERE
	SECTEUR D'INFILTRATION STRICTE
	CENTRE VILLE (UAK)
	ZONES URBANISABLES (1AU, 2AU, NLb)
2.1	N° EXUTOIRE EN MER
● 1	POINT DE MESURE DE PERMEABILITE

Tableau 1 : Prescriptions quantitatives

	PROJET DE CONSTRUCTION SUR UN TERRAIN D'UNE SURFACE TOTALE < 5 000 M ²	PROJET DE CONSTRUCTION SUR UN TERRAIN D'UNE SURFACE TOTALE > 5 000 M ² ET < 10 000 M ² (1 HA)	PROJET DE CONSTRUCTION SUR UN TERRAIN D'UNE SURFACE TOTALE > 10 000 M ² (1 HA)
Exutoire dirigé vers un bassin versant sensible aux inondations	Débit de fuite max : 1 L/s Protection centennale	Débit de fuite max : 3 L/s Protection centennale	Débit de fuite max : 3 L/s/ha Protection centennale
Exutoire dirigé vers un bassin versant non sensible aux inondations	Débit de fuite max : 1 L/s Protection décennale	Débit de fuite max : 3 L/s Protection décennale	Débit de fuite max : 3 L/s/ha Protection décennale

Dans le bassin versant de l'Hippodrome, les mesures concernant les extensions de constructions existantes sont les suivantes :

- dans le cas d'une extension à une construction existante, c'est la surface imperméabilisée totale de la parcelle (existant + extension) qui doit faire l'objet d'une mesure compensatoire.
- si la perméabilité mesurée est suffisante et que le niveau maximal de la nappe le permet, les eaux pluviales seront infiltrées en priorité. Seules les eaux pluviales qui ne pourront pas être infiltrées seront rejetées au réseau pluvial à débit régulé (conformément aux prescriptions générales). Les surfaces assainies par infiltration seront soustraites à la surface totale pour déterminer le débit de fuite maximal.

1.1.3 Rappel des outils de gestion et objectifs de la qualité des eaux

1.1.3.1 Le SDAGE Loire-Bretagne

Le nouveau Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire-Bretagne (SDAGE) 2010-2015 a été approuvé le 18 novembre 2009.

C'est un outil de planification qui a pour principale ambition de concilier les différents usages de l'eau avec la protection des milieux aquatiques.

Dans cette démarche, il définit les grandes orientations pour une gestion équilibrée de la ressource en eau ainsi que les objectifs de qualité et de quantité des eaux à atteindre dans le bassin Loire-Bretagne. Il est établi en application de l'article L.212-1 du code de l'environnement.

Le SDAGE est l'outil principal de mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) transposée en droit interne par la loi n°2004-338 du 21 avril 2004, qui fixe le BON ETAT des eaux pour 2015.

Les 15 orientations fondamentales du SDAGE Loire-Bretagne sont les suivantes :

1. Repenser les aménagements de cours d'eau ;
2. Réduire la pollution par les nitrates ;
3. Réduire la pollution organique ;
4. Maîtriser la pollution par les pesticides ;
5. Maîtriser les pollutions dues aux substances dangereuses ;
6. Protéger la santé en protégeant l'environnement ;
7. Maîtriser les prélèvements d'eau ;
8. Préserver les zones humides et la biodiversité ;

9. Rouvrir les rivières aux poissons migrateurs ;
10. Préserver le littoral ;
11. Préserver les têtes de bassin versant ;
12. Réduire le risque d'inondations par les cours d'eau ;
13. Renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
14. Mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
15. Informer, sensibiliser, favoriser les échanges.

Le projet de SDAGE pour la période 2016 - 2021 a été adopté par le comité de bassin le 2 octobre 2014. Il a été soumis à la consultation du public et des assemblées jusqu'à la mi-juin 2015.

Le projet de SDAGE a été élaboré d'après la mise à jour de l'état des lieux. Il met par ailleurs en avant les freins à la reconquête du bon état des eaux.

Le programme de mesures du futur SAGE sera établi en réponse aux 4 grandes questions suivantes qui ont été approuvées pour les 10 prochaines années :

- Qualité des eaux : Que faire pour garantir des eaux de qualité pour la santé des hommes, et la vie des milieux aquatiques et les différents usages, aujourd'hui, demain et pour les générations futures ?
- Milieux aquatiques : Comment préserver et restaurer des milieux aquatiques vivants et diversifiés des sources à la mer ?
- Quantité : Comment partager la ressource disponible et réguler ses usages ? Comment adapter les activités humaines et les territoires aux inondations et aux sécheresses ?
- Gouvernance : Comment s'organiser ensemble pour gérer ainsi l'eau et les milieux aquatiques sur dans les territoires, en cohérence avec les autres politiques publiques, aujourd'hui et pour demain ? Comment mobiliser nos moyens de façon cohérente, équitable et efficace efficiente ?

1.1.3.2 Le SAGE Estuaire de la Loire

Le SAGE Loire-Estuaire a été approuvé par arrêté préfectoral en date du 9 septembre 2009. Il est actuellement en cours de révision.

Cet outil de planification s'inscrit dans la continuité des orientations du SDAGE Loire-Bretagne et de la directive cadre sur l'eau. Ses principaux objectifs sont :

- la qualité des milieux (préserver les fonctionnalités et le patrimoine biologique des milieux humides, restaurer les habitats et faciliter la circulation piscicole au sein des cours d'eau, trouver un nouvel équilibre pour la Loire) ;
- la qualité des eaux (atteindre le bon état sur la totalité des masses d'eau, satisfaire les usages liés à l'utilisation de la ressource en eau et des milieux aquatiques, améliorer la connaissance des contaminations par les pesticides et l'impact des micropolluants) ;
- la gestion des inondations (prévenir les risques d'inondation par une meilleure connaissance de l'aléa, diminuer les risques en réduisant la vulnérabilité des secteurs impactés) ;
- et la gestion quantitative de la ressource (sécuriser les approvisionnements, maîtriser les besoins futurs).

1.1.3.3 Les objectifs de qualité

Le SDAGE Loire-Bretagne définit pour la masse d'eau présente sur le secteur du Parc d'Armor les objectifs de qualité suivants :

- Bon état écologique, chimique et global pour 2015 pour la masse d'eau souterraine Estuaire - Loire (FRGG022).

1.2 Le Parc d'Armor

1.2.1 La topographie

La topographie au droit du Parc d'Armor oscille entre 15 m NGF-IGN69 au Nord (qui correspond à la partie haute), et 3 m NGF-IGN69 dans sa partie basse correspondant à la zone de friche.



Dénivelé vu depuis la plateforme de retournement au bout de l'avenue des Moulins



La friche plane sur la partie basse du Parc d'Armor

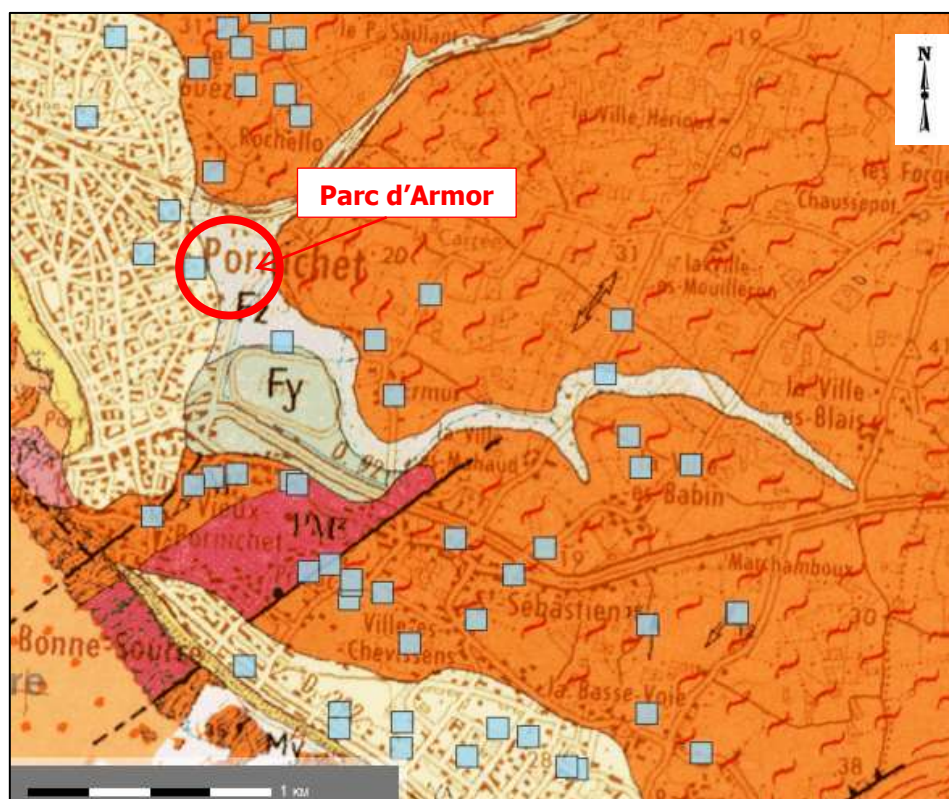
1.2.2 Le contexte géologique et hydrogéologique

1.2.2.1 Les formations géologiques

Source : Feuille géologique de Saint-Nazaire – BRGM n°479.

Au regard de la feuille géologique du BRGM, **le Parc d'Armor s'inscrit sur des formations alluviales modernes** (Fz), surmontant des formations de gneiss métatectiques à biotite et sillimanite (M²).

Figure 4 : Extrait de la carte géologique de Saint-Nazaire



Légende :

TERRAINS SÉDIMENTAIRES		MIGMATITES INDIFFÉRENCIÉES	
Fy	Alluvions anciennes des basses terrasses Sable et limons, cailloutils quartzeux.	(M)	Migmatites (rochers découvrants) Extension probable submergée
D	Formations dunaires Sable fin recouvrant localement des paléosols noirs ou bruns	M	
Fz	Alluvions modernes sur substrat non connu Tourbe et argile grise, sables limoneux	PM²	Masses pegmatitiques
1	Intactes	MIGMATITES (Faciès embréchitiques)	
2	Exploitées ou ayant été exploitées activement (tourbe, argiles, roseaux)	M²	Gneiss métatectiques à biotite et sillimanite (1) – extension probable sous la ville de Saint-Nazaire
Fz	Alluvions modernes sur Flandrien		
My	Alluvions modernes sur gneiss métatectiques		
N²			

1.2.2.2 Les ressources en eaux souterraines

► Généralités

Les roches métamorphiques sont souvent considérées comme des roches peu perméables. En effet, la circulation de l'eau s'y fait essentiellement à la faveur des accidents (fissures, fractures) ou des zones d'altération en surface.

Aussi, l'eau apparaît dans ces formations en nappes généralement très localisées et peu étendues et les points d'eau et sources présentent souvent d'assez faibles débits.

Au droit de la zone d'étude, une nappe d'eau souterraine peut également être présente dans les alluvions.

Néanmoins, seule la masse d'eau souterraine Estuaire Loire (n°FRFGG022) qui correspond à une nappe libre dans l'aquifère de socle sous-jacent est recensée par le BRGM.

La Banque de données du Sous-Sol (BSS) recense par ailleurs peu d'ouvrages souterrains à proximité du Parc d'Armor nous permettant d'apprécier la nature du sous-sol et les hauteurs de la nappe d'eau. Seulement trois ouvrages sont recensés à proximité du Parc d'Armor dans un rayon 500 m (cf. **Tableau 2**).

Par ailleurs, aucun captage destiné à l'alimentation en eau potable ni périmètre de protection associé n'est recensé sur la zone d'étude ou encore sur le territoire de Pornichet.

Tableau 2 : Les ouvrages souterrains

Référence BSS	X, Y lambert II (m)	Adresse	Altitude (m NGF)	Profondeur (m)	Distance au site (m)	Usage
04793X0060/F	X : 246520 ; y : 2262530	Impasse du Petit Rochalot	22.5	50	330	Eau aspersion / eau individuelle
04793X0138/F	x : 246416 ; y : 2262352	13, avenue Jeanne d'Arcc	9	41	370	Non renseigné
04793X0295/SG	X : 246625 ; Y : 2262296	11 rue Camille Flammarion	5	104	240	Géothermie

Investigations menées *in situ*

La pose de piézomètres :

Afin de mieux connaître les niveaux d'eau au droit du Parc d'Armor, trois piézomètres ont été posé sur le site le 24 juin 2015 comme figuré ci-dessous.

Figure 5 : Localisation des piézomètres



Les coupes géologiques et techniques de ces trois piézomètres sont détaillées en **annexe 1**. Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 3 : Principales caractéristiques des ouvrages

Identifiant de l'ouvrage	Cote du repère (haut du capot hors sol) (m NGF)	Profondeur de l'ouvrage (m/repère)	Base de l'ouvrage (m NGF)	Profondeur de la crépine (m/repère)
Pz1	3,87	11,90	-8,03	4 - 10
Pz2	3,78	10,88	-7,10	4 - 10
Pz3	4,34	11,17	-6,83	4 - 10

Les coupes géologiques réalisées lors des sondages confirment la nature d'un sous-sol sableux (horizon d'une épaisseur de l'ordre de 2 m) surmontant un socle altéré jusqu'aux dix mètres de profondeur des piézomètres.

Des venues d'eaux ont été observées le jour des forages vers une profondeur de 6 à 8 m par rapport au terrain naturel.

Le suivi des niveaux d'eaux :

Dans le cadre de la présente étude, six campagnes piézométriques ont été réalisées par BURGEAP entre juillet 2015 et mai 2016. Ces mesures sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Résultats des mesures piézométriques ponctuelles de BURGEAP.

Identifiant de l'ouvrage	Cote du repère (haut du capot hors sol) (m NGF)	15/07/2015		25/08/2015		08/09/2015	
		Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique	Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique	Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique
		(m/repère)	(m NGF)	(m/repère)	(m NGF)	(m/repère)	(m NGF)
Pz1	3,87	1,52	2,35	1,6	2,27	1,58	2,29
Pz2	3,78	1,32	2,46	1,37	2,41	1,31	2,47
Pz3	4,34	2,03	2,31	2,21	2,13	2,22	2,12

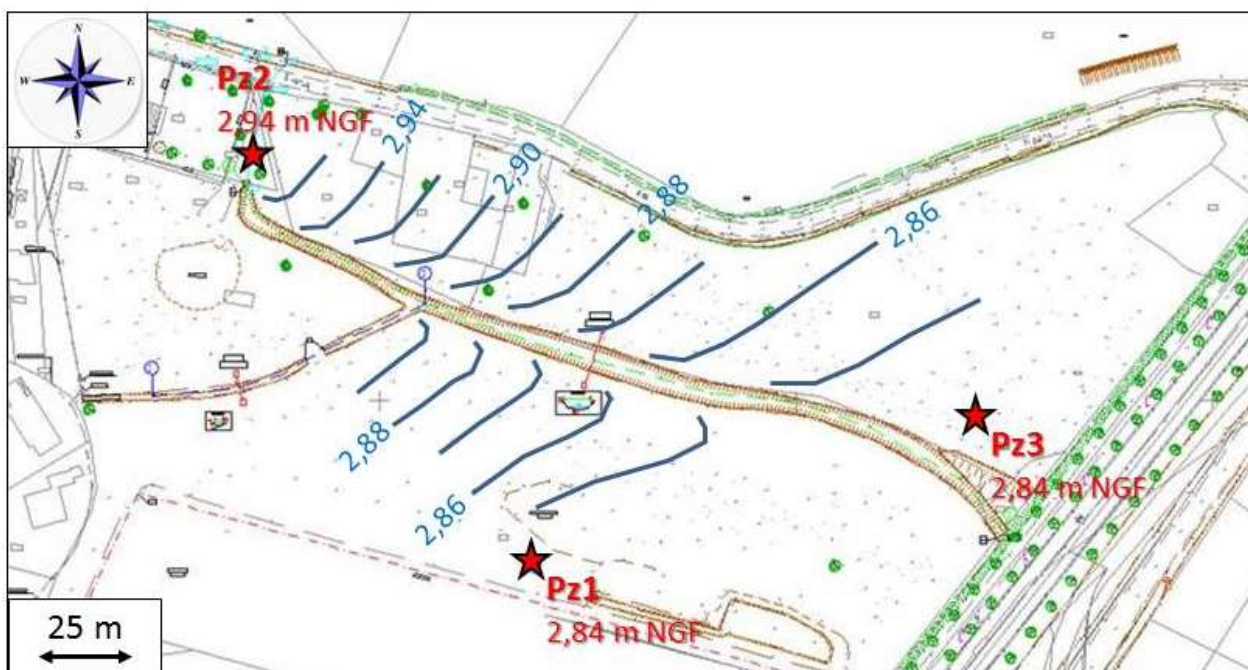
Identifiant de l'ouvrage	Cote du repère (haut du capot hors sol) (m NGF)	09/02/2016		16/03/2016		09/05/2016	
		Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique	Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique	Profondeur du niveau d'eau	Niveau piézométrique
		(m/repère)	(m NGF)	(m/repère)	(m NGF)	(m/repère)	(m NGF)
Pz1	3,87	1,03	2,84	1,11	2,76	1,25	2,62
Pz2	3,78	0,84	2,94	0,93	2,85	1,02	2,76
Pz3	4,34	1,5	2,84	1,51	2,83	1,68	2,66

Ces mesures de niveau d'eau permettent de dresser les esquisses piézométriques suivantes en période de basses eaux (08/09/2015) et hautes eaux (09/02/2016). On peut noter un écoulement global des eaux souterraines orienté vers l'est ou sud-est avec un gradient hydraulique faible de moins de 0,2 %.

Figure 6 : Carte piézométrique du 08/09/2015 – Période de basses eaux.

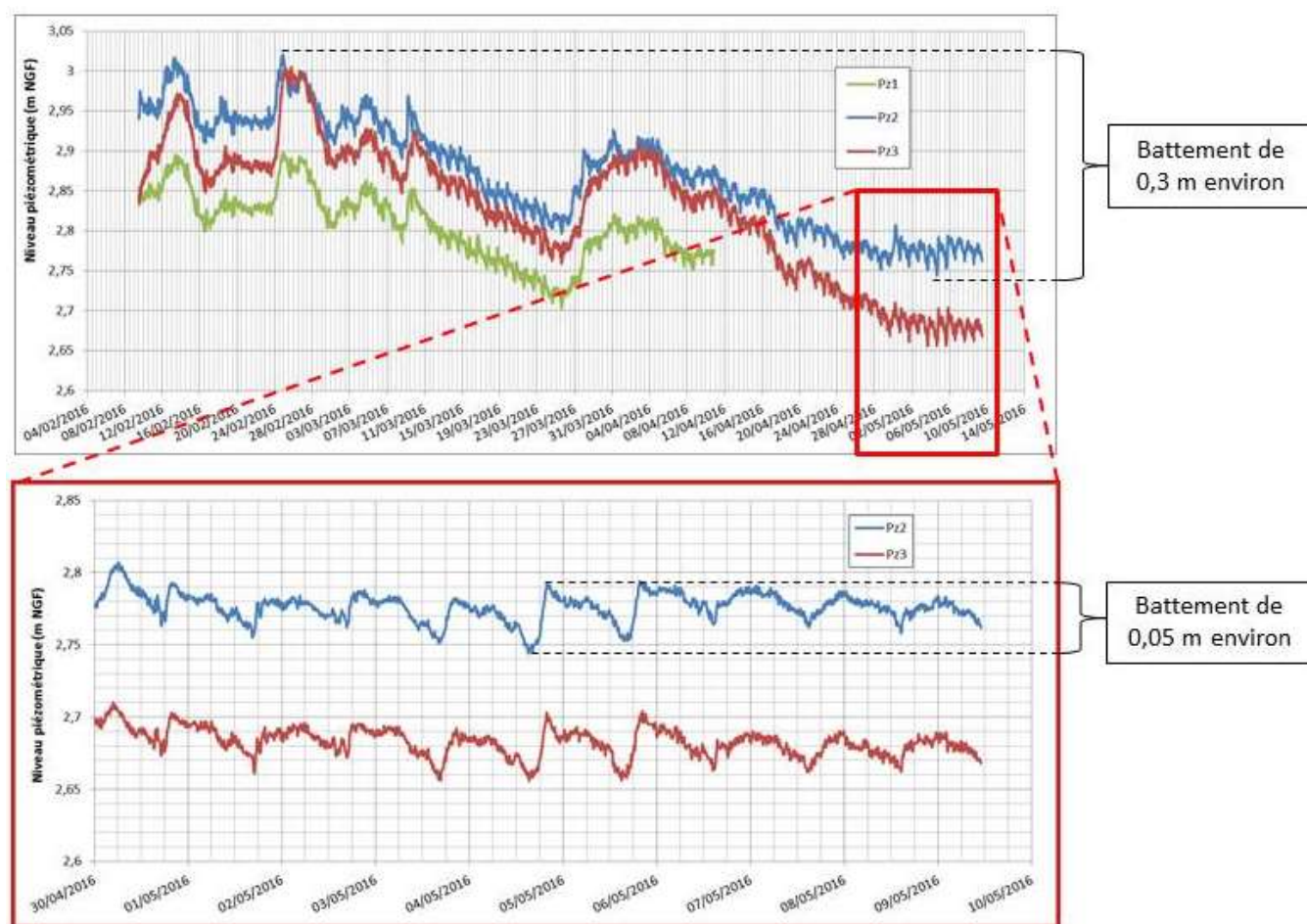


Figure 7 : Carte piézométrique du 09/02/2016 – Période de hautes eaux.



BURGEAP a également réalisé un suivi en continu des niveaux piézométriques au droit du site entre février et mai 2016. Les résultats de ce suivi sont présentés dans les figures suivantes.

Figure 8 : Chronique piézométrique entre février et mai 2016 au droit du site.



Considérant ces chroniques, on observe un battement de la nappe durant ce suivi d'environ 0,3 m. De même, on peut distinguer des battements journaliers des niveaux, dus potentiellement à l'influence d'un forage voisin. Ce battement est d'environ 5 cm au droit du site.

Caractéristiques hydrodynamiques

BURGEAP a réalisé, le 08/09/2015, un pompage d'essai dans chacun des piézomètres. Les résultats complets et l'interprétation du suivi sont détaillés dans le rapport hydrogéologique (Réf : RGHCLB01063).

Compte tenu des résultats obtenus, une perméabilité de 3.10^{-6} m/s a été considérée dans la suite de l'étude.

Evaluation du Niveau de Plus Hautes Eaux (NPHE)

D'une manière générale, le niveau des nappes connaît des fluctuations. Le niveau maximum de la nappe prévisible à terme peut s'exprimer par la formule suivante :

$$NPHE = NA + B + R + A \text{ où NA correspond au niveau actuel de la nappe.}$$

Avec :

NA : Niveau Actuel

B : Battement saisonnier et interannuel de la nappe

R : Relèvement du niveau piézométrique en cas d'arrêt de prélèvement

A : Transmission d'ondes de crue

- **Le Niveau Actuel (NA)** est donné par les mesures prises par BURGEAP le 09/02/2016 dans les 3 piézomètres Pz1, Pz2 et Pz3. Compte-tenu de la période de mesure, il s'agit d'un niveau de hautes eaux. Les niveaux actuels retenus sont les suivants :

$$NA_{\text{amont}} = 2,94 \text{ m NGF}$$

$$NA_{\text{aval}} = 2,84 \text{ m NGF.}$$

- **Les battements saisonniers et interannuels de la nappe (B)** sont en grande partie liés à la recharge de la nappe par la pluie utile. Le battement retenu ici est le suivant :

$$B \text{ retenu} = 0,3 \text{ m.}$$

- **Le Relèvement (R) du niveau piézométrique** en cas d'arrêt de prélèvement retenu est le suivant, compte tenu de l'absence de pompes voisins d'importance :

$$R \text{ retenu} : 0 \text{ m}$$

- **La Transmission de l'onde de crues (A)** retenue est la suivante au regard de la distance du site aux zones d'aléa et à l'océan, ainsi que de la faible perméabilité des terrains :

$$A \text{ retenu} = 0 \text{ m}$$

- **Le Niveau de Plus Hautes Eaux (NPHE)** est ainsi estimé comme suit :

$$NPHE_{\text{amont}} = 2,94 + 0,3 = 3,24 \text{ m NGF}$$

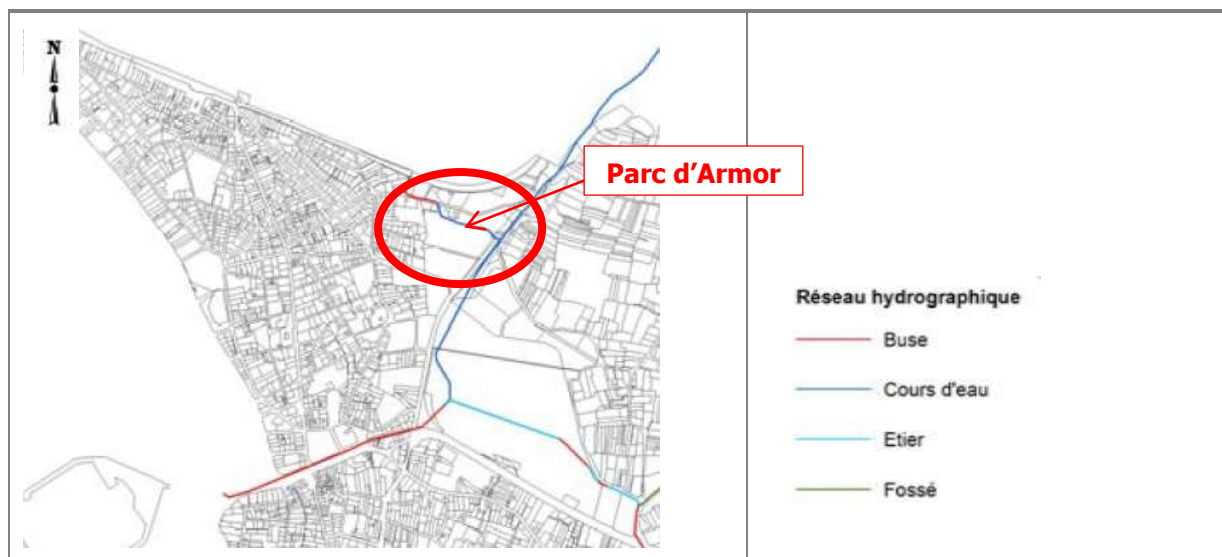
$$NPHE_{\text{aval}} = 2,84 + 0,3 = 3,14 \text{ m NGF.}$$

Ainsi, au vu des côtes du NPHE estimés entre 3,14 et 3,24 m NGF et des cotes topographiques du terrain (en moyenne de 3 m NGF), le NPHE peut être assimilé au terrain naturel.

1.2.3 Les eaux superficielles

Le Parc d'Armor s'étend sur une superficie de près de 5 hectares. Inscrit en fond de thalweg, il est drainé en son centre par un axe d'écoulement à ciel ouvert, qui présente un substrat bien différencié (graviers et sables), et qui est recensé dans l'actuel PLU de Pornichet **en tant que cours d'eau**.

Figure 9 : Extrait de l'inventaire communal des cours d'eau (Ville de Pornichet)



Son exutoire est l'étier qui longe l'Hippodrome, de l'autre côté du Boulevard du Baulois (RD 392).



Le ruisseau drainant le Parc d'Armor



L'étier de l'hippodrome

Ce cours d'eau s'écoule à ciel ouvert sur un linéaire de 200 m environ avant d'être busé pour franchir la RD392 et se jeter dans l'étier de l'Hippodrome.

Il présente une section d'écoulement relativement importante ($3,89 \text{ m}^2$) avec un fond d'une largeur moyenne de 2,50 m, des berges d'une hauteur de 1,20 m minimum et une largeur moyenne au miroir de 4 m. Sa faible pente sur cette portion (0,001 m/m) lui confère une capacité hydraulique de l'ordre de $2,50 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.2.4 Les risques naturels

Sources : BRGM, PRIM.NET, CARTORISQUE.

La commune de Pornichet est exposée à plusieurs risques naturels :

- aux feux de forêt ;
- au risque sismique (risque moyen : zone de sismicité 3) ;
- au risque de mouvement de terrain ;
- ainsi qu'au risque d'inondation.

La Commune a d'ailleurs fait l'objet de quelques arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle.

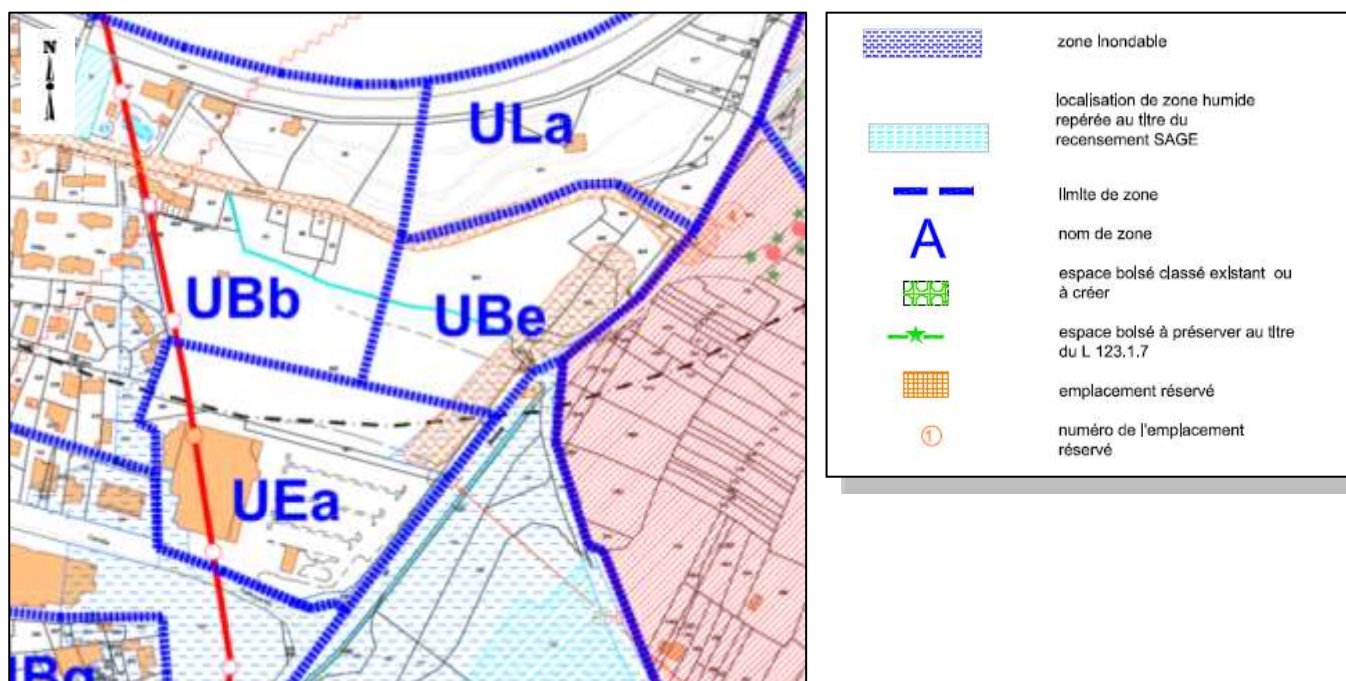
Tableau 5 : Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	15/04/1983	30/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
Inondations et coulées de boue	22/10/1999	24/10/1999	03/03/2000	19/03/2000
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Chocs mécaniques liés à l'action des vagues	27/02/2010	28/02/2010	11/03/2010	13/03/2010

Source : PRIM.NET

Le terrain du Parc d'Armor est en partie soumis au risque d'inondation par débordement de l'étier de l'Hippodrome, notamment dans sa partie ouest. Les zones inondables sont retranscrites dans les documents graphiques du PLU de Pornichet (cf. Figure 10).

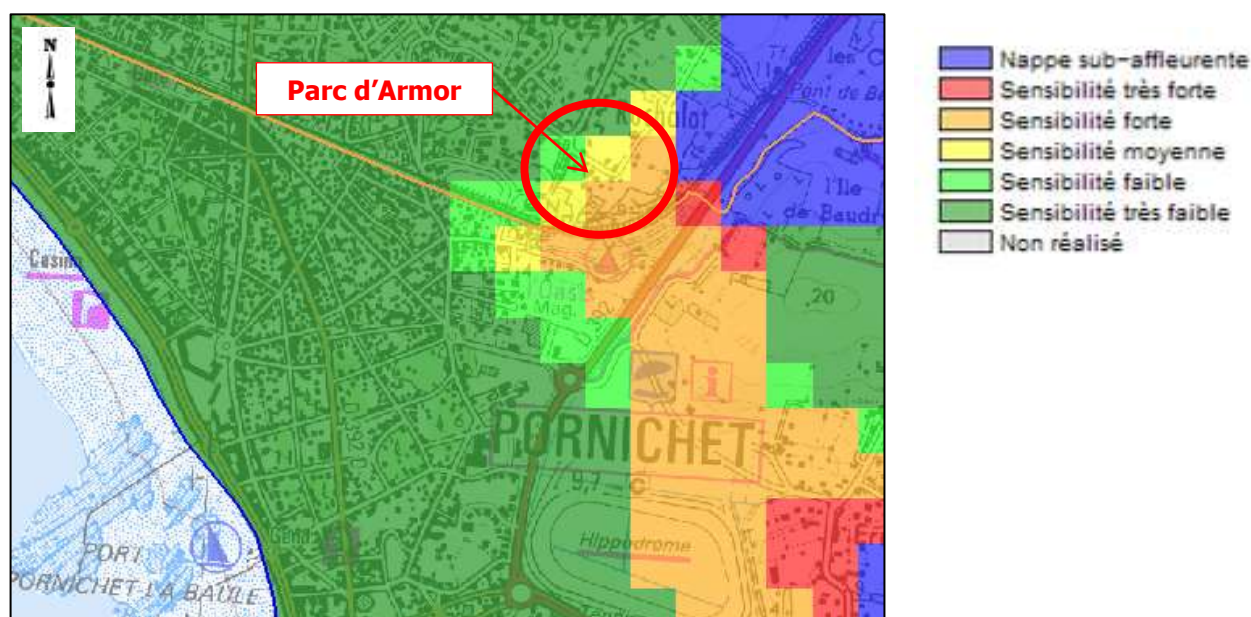
Figure 10 : Les zones inondables sur le site du Parc d'Armor



Le seuil d'alerte au niveau de l'Etier de l'Hippodrome est de 1,90 m NGF-IGN69. Ses niveaux oscillent fortement. Durant l'hiver 2014, le niveau minimum observé était de 0,56 m NGF-IGN59 tandis que son niveau d'eau maximum a atteint la cote de 1,61 m NGF-IGN69.

La commune de Pornichet présente également des niveaux de sensibilité variés vis-à-vis du risque d'inondation par remontée de nappes du socle (cf. **Figure 11**).

Figure 11 : Risque de remontées de nappes (BRGM)



Le secteur du Parc d'Armor présente une sensibilité forte vis-à-vis du risque de remontée de nappe de socle, qui confirme finalement les hauteurs d'eau observées dans les piézomètres (cf. **paragraphe 1.2.2.2**).

1.2.5 Les milieux naturels et les zones humides

Tableau 6 : Zones remarquables pour la protection de l'Environnement du secteur

Référence	Nom du site	Distance du site (km)
Protections réglementaires		
Sites classés et Inscrits		
UP34	La Presqu'Île Guérandaise	> 2
UP41	La Côte Bretonne Méridionale	Inclus
Espaces Naturels Protégés		
SCAP106	Zones résiduelles de la Baule à Saint-Nazaire	> 1
Natura 2000		
Zone de Protection Spéciale (ZPS)		
FR522014	Estuaire de la Loire-Baie de Bourgneuf	> 2
Sites d'importance communautaire		
FR5202011	Estuaire de la Loire Nord	1,5
Inventaires		
ZNIEFF de type 1 de deuxième génération		
10170001	Lots de la Baie de la Baule	3
10180001	Secteur de la pointe de la Lande à la pointe de Chemoulin	2,4
ZNIEFF de type 2 de deuxième génération		

Référence	Nom du site	Distance du site (km)
10170000	Ilots de la baie de la Baule et réserve de chasse périphérique	3,2
10180000	Zones résiduelles de la Baule à Saint-Nazaire	> 1
Autres zonages		
Directive Territoriale d'Aménagement		
01	DTA de l'Estuaire de la Loire	/

Le secteur du parc d'Armor n'est directement concerné par aucune zone naturelle remarquable et/ou protégée. Il se situe au minimum à plus de 1 km de certaines d'entre elles (cf. **Tableau 6**).

Il est inscrit dans l'Unité Paysagère de la Côte Bretonne Méridionale.

1.2.5.1 Les zones humides

Un inventaire des zones humides a été réalisé en sur la commune de Pornichet dans le cadre du recensement du SAGE Estuaire de la Loire.

Au regard de cet inventaire repris dans le plan de zonage du PLU³ de Pornichet (cf. **Figure 10**), **le secteur du Parc d'Armor n'est pas recensé comme « zone humide ».**

Les inventaires communaux constituant des documents de porter à connaissance mais n'étant pas toujours exhaustifs, il apparaît nécessaire avant tout projet de vérifier l'absence ou la présence de zones humides conformément à l'arrêté du 1^{er} octobre 2009, modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7 et R.211-108 du code de l'environnement.

Dans cet objectif, BURGEAP a réalisé *in situ* quelques sondages pédologiques. Des relevés floristiques ont également été réalisés en parallèle par Raphaël Loïc, botaniste indépendant partenaire de BURGEAP sur de nombreux projets.

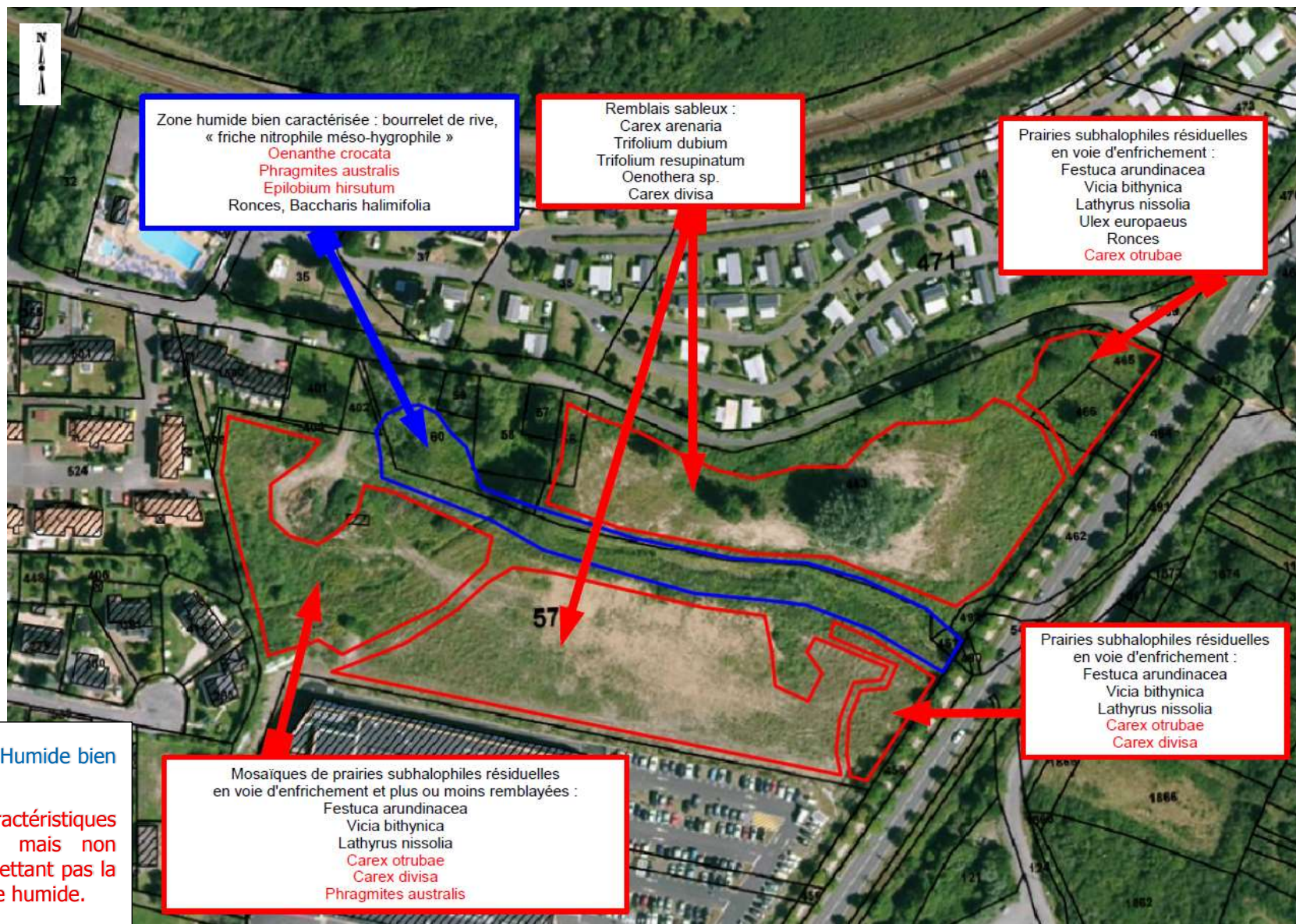
Les sondages pédologiques réalisés à la tarière à main sur une profondeur de 1,20 m, ont révélé la présence d'un sol sableux dont l'absence de traces d'oxydoréduction est constatée sur la quasi-totalité du site.

Les principales espèces rencontrées au niveau de la partie basse du Parc d'Armor sont principalement des espèces communes et non caractéristiques de zones humides. Elles constituent des prairies subhalophiles résiduelles en voie d'enfrichement (cf. **Figure 12**).

Au regard des relevés floristiques et des sondages pédologiques réalisés, il apparaît que des zones humides sont uniquement bien caractérisées le long du ruisseau s'écoulant sur le site du Parc d'Armor.

³ PLU : Plan Local d'Urbanisme

Figure 12 : Les milieux naturels sur le site du Parc d'Armor (en rouge : plante hygrophiles)



Encadré bleu : Zone Humide bien caractérisée

Rouge : Espèces caractéristiques de zones humides mais non majoritaires ne permettant pas la distinction d'une zone humide.

2. Etude hydraulique

2.1 Détermination des bassins versants concernés

Le Parc d'Armor s'inscrit donc dans le vaste bassin versant de l'Hippodrome. Il reçoit les eaux pluviales :

- du **bassin versant dit du Guézy** qui s'étend sur le territoire communal de la Baule-Escoublac (cf. **Figure 13**). La majeure partie de ce bassin versant est régulé au niveau du bassin de rétention de Rochalot. Néanmoins, un petit sous bassin versant (SSBV9) n'est pas raccordé à cet ouvrage. Il rejoint le réseau d'eaux pluviales de la commune de Pornichet via une buse de franchissement sous la voie ferrée.
- d'un **bassin versant urbain de Pornichet** nommé ici SSBVA ;
- et du bassin versant SSBVB composant le secteur du Parc d'Armor lui-même (cf. **Figure 14**).

Figure 13 : Bassin versant du Guézy sur la commune de la Baule (Source : SOGREAH)

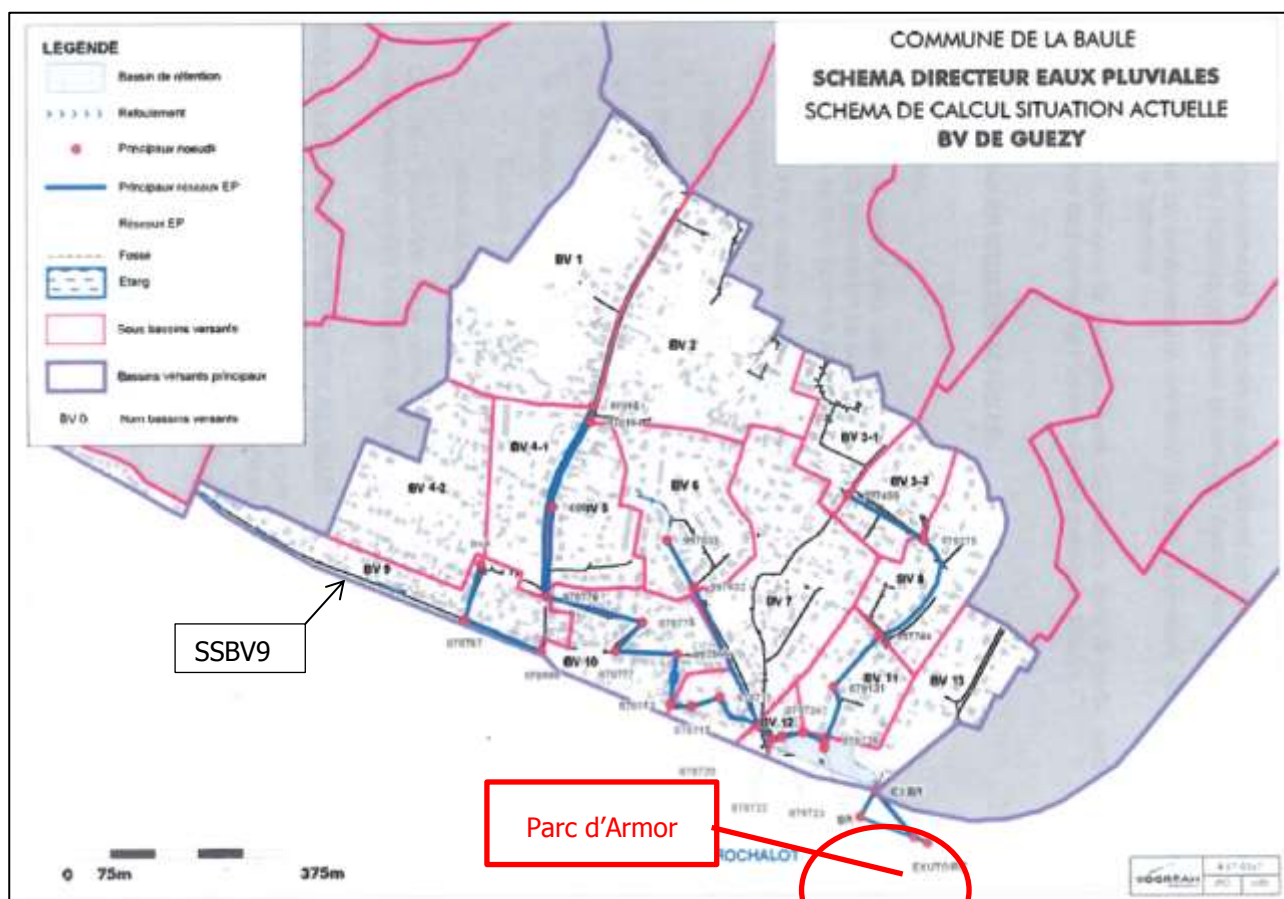
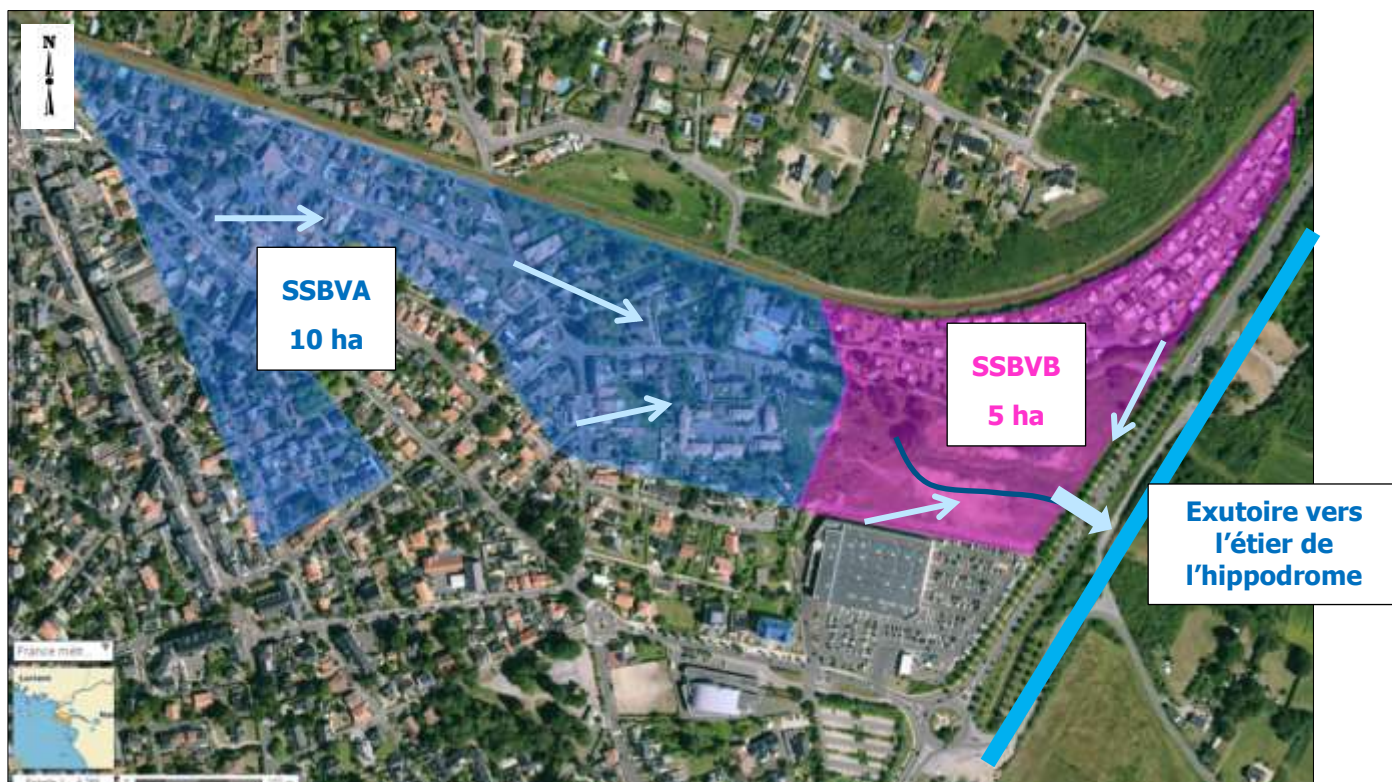


Figure 14 : Bassin versant urbain de Pornichet au droit du Parc d'Armor



Le SSBVA est constitué d'un tissu urbain continu composé essentiellement de maisons individuelles.

Le SSBVB, dont le Parc d'Armor fait partie, est constitué d'un camping sur la partie haute et d'une friche en partie basse.

Les principales caractéristiques de ces bassins versants sont données dans le tableau suivant (cf. **Tableau 7**). Les coefficients de ruissellement du BV du Guézy et du SSBV9 sont repris du Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial de la Baule-Escoublac (Artélia). Les autres coefficients ont été déterminés à partir de sources bibliographiques et de notre retour d'expérience.

Tableau 7 : Caractéristiques des bassins versants interceptés par le Parc d'Armor

SSBV	Superficie (en ha)	Coefficient de ruissellement
BV du Guézy total	71*	0,58*
SSBV9	4,3*	0,70*
SSBVA	10	0,60
SSBVB	5	0,30
Parc d'Armor partie haute (camping)	2,42	0,40
Parc d'Armor partie basse (friche à aménager)	2,73	0,20

*données Artélia : Schéma Directeur d'Assainissement Pluvial de la Baule-Escoublac.

2.2 Fonctionnement du bassin de Rochalot sur la commune de la Baule

La Ville de la Baule a fait réaliser par Artélia un Schéma Directeur des Eaux Pluviales qui a été validé en 2013 et dont les prescriptions techniques sont désormais retranscrites dans ses documents d'urbanisme.

Le bassin versant du Guézy est situé au Sud-Est de la commune de la Baule-Escoublac. Il est mitoyen avec la Commune de Pornichet. D'une superficie de près de 71 ha, l'ensemble des eaux de ruissellement collectées est acheminé vers le bassin de rétention de Rochalot situé à son point bas en limite communale avec Pornichet.



Le bassin de rétention de Rochalot sur la commune de la Baule

Le bassin de rétention de Rochalot a été créé en 2001. Il présente :

- un **volume utile de stockage de 7 500 m³** ;
- un dispositif de régulation pour le respect d'un **débit de fuite maximal de 150 l/s** ;
- et une vanne murale tétégérée.

Son rejet régulé se fait vers une buse de diamètre 500 mm qui rejoint le réseau d'eaux pluviales communal du Parc d'Armor sur Pornichet.

En plus du régulateur de débit, une vanne murale télégérée et asservie au niveau d'eau dans l'étier en aval, permet de réguler son remplissage et de confiner les eaux pluviales au sein du bassin lorsque le niveau d'eau dans l'étier est trop élevé.

D'après l'étude menée en 2013 par Artélia dans le cadre du Schéma Directeur des Eaux Pluviales de La Baule-Escoublac (cf. SDAEP – Rapport de phase 2, p.7, Artélia 2013), le bassin de Rochalot permet de stocker :

- Vanne fermée : les volumes d'eau collectés après **une pluie tricennale** (période de retour de 30 ans, durée de la pluie non précisée dans l'étude) ;
- Vanne ouverte avec un débit de fuite maximal de 150 l/s : les volumes d'eau collectés pour les différentes pluies **de période de retour centennale**. En de tel cas toutefois, des débordements apparaissent sur les réseaux de la commune de la Baule.

En l'état actuel et à l'issue de l'urbanisation prévue de la Ville de la Baule-Escoublac, le bassin de rétention de Rochalot semble donc correctement dimensionné et permettra, même en cas d'évènement pluvieux de période de retour centennale, la rétention des volumes produits et **la restitution d'un débit maximal de 150 l/s en aval** ; ceci sous réserve toutefois du respect d'un débit de fuite régulé à 3 l/s/ha sur les zones ouvertes à l'urbanisation. Ces prescriptions sont retranscrites dans le PLU de la Ville de la Baule-Escoublac.

2.3 Les besoins en assainissement pluvial

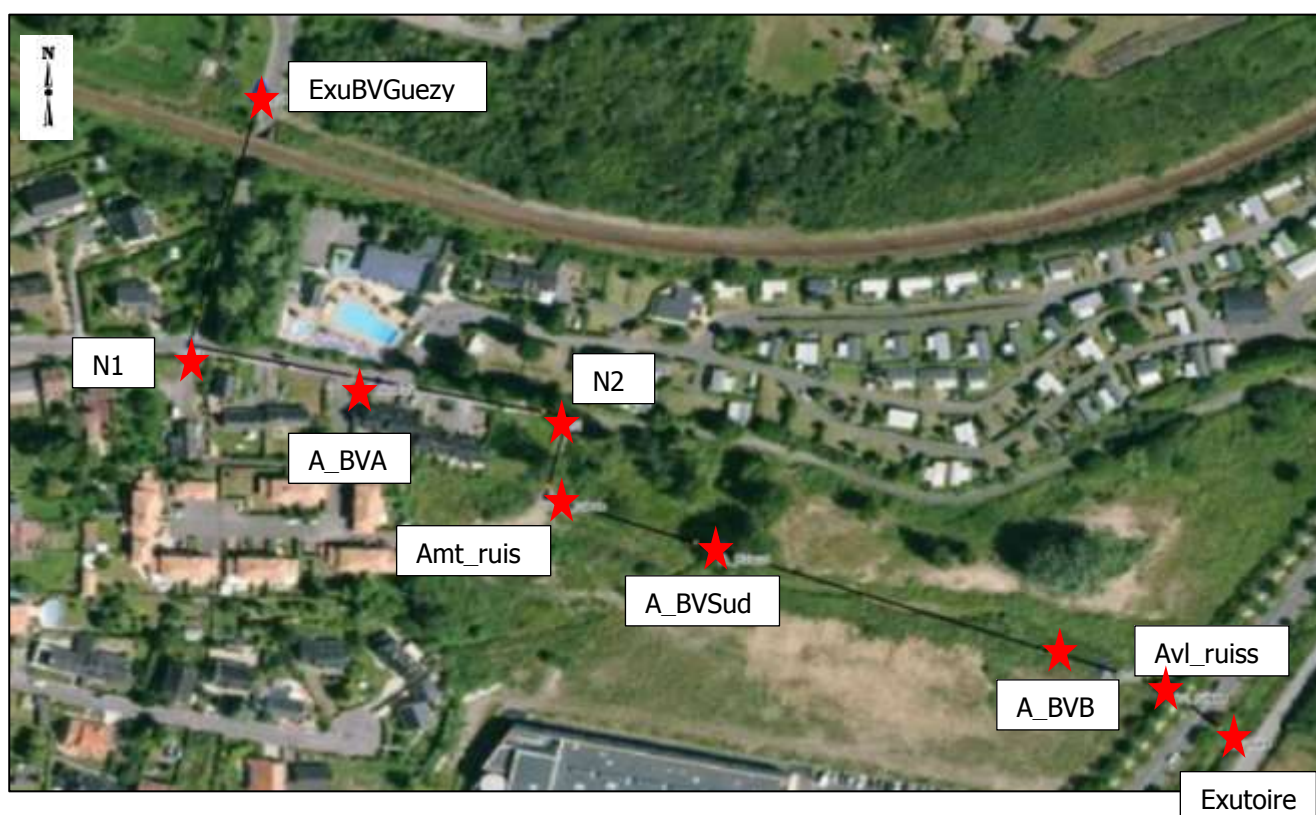
2.3.1 En état actuel

2.3.1.1 Construction du modèle

Afin de vérifier les conditions hydrauliques sur le secteur du Parc d'Armor, une modélisation hydraulique « simplifiée » a été réalisée à l'aide du logiciel CANOE (produit INSA/ARTELIA/LHF/ALISON) qui est un logiciel d'hydrologie urbaine français.

Les données des différents relevés topographiques⁴ réalisés par AGE ont été utilisées. Une incertitude reste néanmoins liée à la cote du fil d'eau de l'ouvrage de franchissement sous l'Avenue du Baulois, coté Etier de l'hippodrome (donnée inconnue), qui n'était pas accessible.

Figure 15 : Ossature du modèle



2.3.1.2 La pluie de projet

Les données de la station hydrométrique de Saint-Nazaire/Montoir-de-Bretagne exploitée depuis 1979 ont été utilisées.

Différentes pluies symétriques double triangle (hyétogrammes théoriques) ont ainsi été construites d'après les coefficients de Montana obtenus par l'analyse statistique des données enregistrées à cette station pour **les occurrences de 10 ans et de 100 ans**. Des paramètres différents ont été établis pour des pluies courtes et intenses (1 heure et 30 minutes) et pour des pluies plus longues (12 heures, 6 heures, 4 heures,).

⁴ Relevés du réseau d'eaux pluviales à l'échelle de la commune, relevés topographique du Parc d'Armor et du ruisseau s'écoulant sur le site.

Tableau 8 : Coefficients de Montana ($h(t)=a * t^{(1-b)}$)

Période de retour	De 6 minutes à 2 heures		De 2 heures à 24 heures	
10 ans	a = 21,4	b = 0,551	a = 23,6	b = 0,735
100 ans	a = 31,7	b = 0,517	a = 39,4	b = 0,798

Source : Météo France, station de Saint-Nazaire/Montoir-de-Bretagne - Période 1979/2012.

2.3.1.3 Contrainte aval

L'exutoire final du modèle est l'étier de l'Hippodrome. **Sa cote d'alerte de 1,90 m NGF-IGN69**, qui constitue un niveau haut, a été retenue comme contrainte aval dans le modèle (niveau d'eau fixe à l'exutoire).

2.3.1.4 Les écoulements en état actuel

En l'état actuel, le modèle fait apparaître des débordements en amont du secteur du Parc d'Armor, et ce même lors d'une pluie de période de retour décennale. Ces débordements sont liés à une insuffisance des réseaux face notamment aux débits de pointes générés par le bassin versant SSBVA qui ne dispose d'aucun dispositif de régulation des débits (cf. **Figure 16**).

Figure 16 : Les débordements et mise en charge du réseau EP en état actuel (pluie centennale – durée 12 heures)



Tableau 9 : Les débordements observés et mises en charge pour différentes pluies de projet en état actuel

Période de retour	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans
Durée de la pluie	Pluie 12 heures		Pluie 6 heures		Pluie 4 heures		Pluie 1 heure		Pluie 30 minutes	
Volume de débordements (m³)	964	1 990	951	1 880	927	1 830	686	1 640	593	987
Points de débordements	N1									
Mise en charge	ExuBVGuezy - Amont ruisseau									

Dans tous les cas, **une mise en charge du réseau EP entre les points ExuBVGuezy et Amont-Ruisseau** (Amt_Ruis) est observée, **entraînant des débordements au niveau du nœud N1, ce dernier étant le seul regard non scellé pouvant déborder.**

En effet, seule une buse de diamètre 500 mm récupère les eaux pluviales issues des SSBVA et SSBV9 ainsi que le débit de fuite maximal du bassin de Rochalot (150 l/s). Cette buse présente par ailleurs une section réduite de diamètre 400 mm avant de déboucher à ciel ouvert dans le ruisseau.

C'est la mise en charge de ces sections et surtout cette diminution de section qui entraînent les débordements observés.

Compte tenu de cette faible capacité de transit des eaux pluviales vers l'aval, les débordements seront d'autant plus importants que la durée de la pluie sera longue pour la série pluvieuse de période de retour décennale : la pluie de 12 heures, la plus longue modélisée, apparaît comme la plus pénalisante en termes de volumes.

Le débit maximum transitant par l'ouvrage de rétablissement hydraulique sous la RD 392 vers l'étier (exutoire du modèle) est alors de 1,132 m³/s en état actuel lors d'un événement centennal. C'est le débit de rejet maximum vers le milieu naturel attendu pour le système en configuration actuelle.

2.3.1.5 Des pistes d'amélioration des écoulements en état actuel

► La modification du dimensionnement du réseau d'eaux pluviales Avenue des Moulins

La modification d'une partie du réseau EP en amont (tronçons entre N1 – amont ruisseau) en Ø 1000 mm permettrait de supprimer les débordements en partie amont lors de pluies de période de retour décennale.

Une partie de ces débordements se retrouveraient néanmoins en aval du site (entre 190 et 360 m³) en cas de pluie de période de retour centennale, juste avant l'ouvrage de franchissement sous le Boulevard du Baulois (nœud Aval ruisseau) (cf. **Figure 17 et tableau 9**).

Figure 17 : Les débordements et mise en charge du réseau EP après redimensionnement en Ø 1000 (pluie centennale – durée 4 heures)

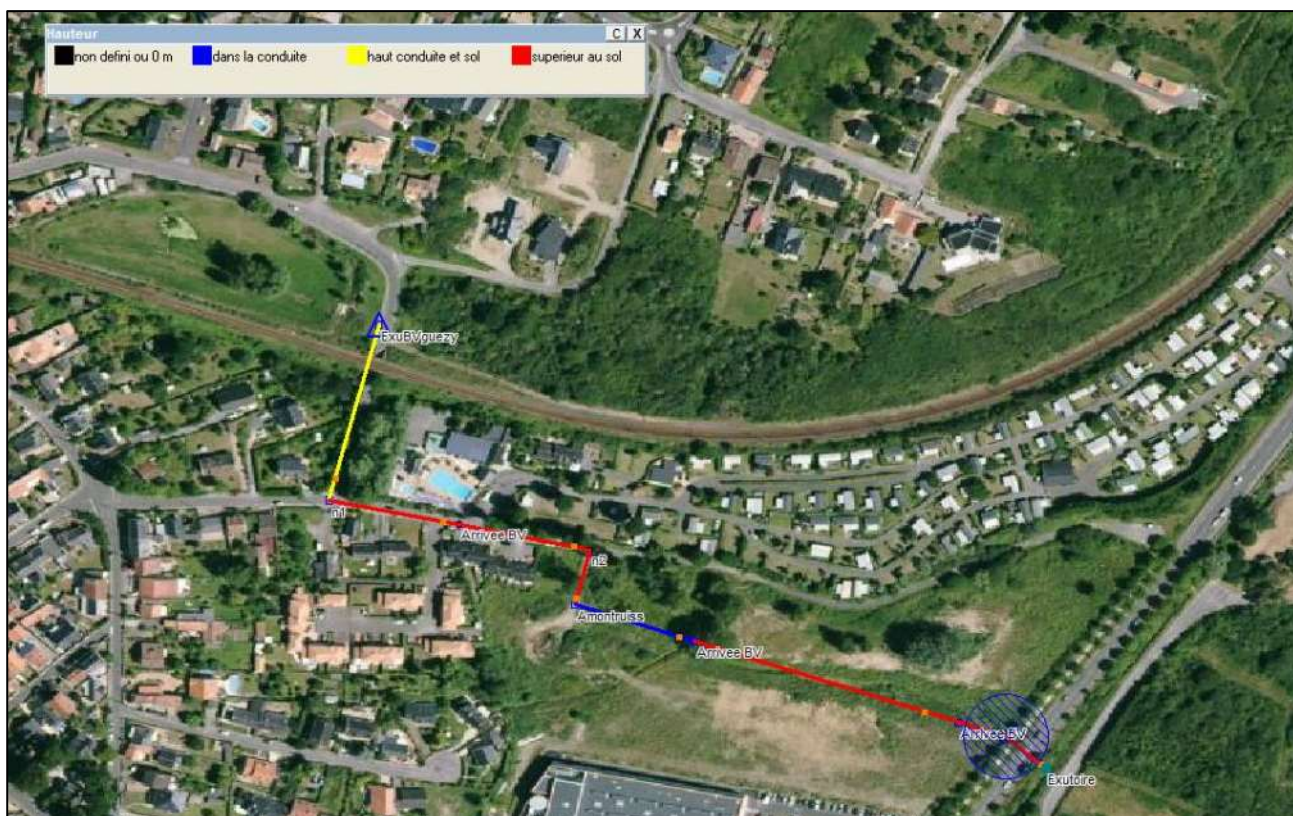


Tableau 10 : Les débordements observés pour différentes pluies de projet après modification du réseau EP en état actuel

Période de retour	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans
Durée de la pluie	Pluie 12 heures		Pluie 6 heures		Pluie 4 heures		Pluie 1 heure		Pluie 30 minutes	
Volume de débordements (m³)	0	0	0	190	0	360	0	0	0	0
Points de débordements	/	/	/	Aval ruisseau	/	Aval ruisseau	/	/	/	/
Mise en charge	Arrivée BVsud/Exutoire		Tous tronçons excepté N1/Arrivée BVsud		Arrivée BVSud/Exutoire	Tous tronçons excepté Amont-ruisseau/Arrivée BVsud	Arrivée BVsud/Exutoire			

La pluie de 4 heures apparaît comme la plus pénalisante en termes de volumes et de débits au niveau de l'exutoire (ouvrage sous RD 392).

Dans ces conditions, le débit de pointe transitant par l'ouvrage de rétablissement hydraulique sous la RD 392 serait augmenté. Il serait alors de 1,886 m³/s lors d'un évènement centennal alors qu'il était de seulement 1,132 m³/s en état actuel (+66 %).

► La création d'un champ d'inondation

Afin de gérer les volumes débordés et de conserver un débit de rejet au milieu naturel identique à l'actuel (limité à 1,132 m³/s), une solution complémentaire pourrait consister en la mise place d'un champ d'expansion aval du site pour gérer ces eaux excédentaires lors de ces événements pluvieux très rares, en retravaillant les berges du ruisseau et en profilant un lit majeur (création d'une risberme inondable).

Ce volume utile de stockage devra en tel cas se situer à une cote supérieure à 1,90 m NGF-IGN69, correspondante au niveau d'eau maximal dans l'étier de l'hippodrome.

D'une hauteur d'eau utile fixée à 0,50 m environ, le champ d'expansion s'étalera sur une superficie de l'ordre de 3 200 m² environ afin de permettre le stockage de près de 1 650 m³ et ainsi restituer un débit de pointe au droit de l'ouvrage de franchissement sous la RD 392, quasi équivalent à l'état actuel (1,234 m³/s) (+9 %).

Cette hauteur maximum dans le champ d'expansion devra être respectée si l'on souhaite conserver les mêmes conditions de mise en charge de la conduite de franchissement sous la RD et donc maintenir un débit à l'exutoire comparable à celui de l'état actuel, sans mise en place d'ouvrage spécifique de régulation du débit.

2.3.2 En état futur

2.3.2.1 Les débits de pointe au droit du Parc d'Armor

Différentes méthodes permettent d'évaluer les débits de pointe. La formule rationnelle utilisée ici apparaît bien appropriée dans le cas de petits bassins versants dont la surface est inférieure à 2 km².

La méthode rationnelle s'exprime sous la forme :

$$Q = K.C.I.A$$

Avec :

Q = débit de pointe en m³/s,

K = facteur d'homogénéité se rapportant aux unités,

C = coefficient de ruissellement,

I = Intensité de précipitation en mm/h,

A = surface en km ou en ha.

Le calcul par cette formule du débit de pointe d'un bassin versant pour une période de retour donnée suppose la prise en compte de l'intensité moyenne de la pluie dont la durée est égale à celle du temps de concentration du bassin versant. Il est considéré que l'intensité de la pluie est homogène et constante sur l'ensemble du bassin versant pendant toute la durée de la pluie.

➤ Le coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement : c'est le rapport entre la hauteur d'eau ruisselée à la sortie d'une surface considérée (dite "*pluie nette*") et la hauteur d'eau précipitée (dite "*pluie brute*").

Il englobe de nombreux paramètres : la perméabilité des sols, la topographie, l'urbanisation du bassin, l'intensité de la pluie, etc. Il diffère donc pour chaque surface considérée et peut varier de 0.1 (surface naturelle, en herbes) à 1 (centre urbain très dense).

En l'état actuel, un coefficient de ruissellement de 0,30 peut être considéré pour le Parc d'Armor (SSBVB) compte tenu de la présence d'un camping mais surtout d'une vaste zone de friche.

Au terme d'une urbanisation future, l'imperméabilisation du site entrainera une augmentation du coefficient de ruissellement, qui au regard de la densité projetée (**40 logements /hectares** selon PLU en vigueur), peut-être pris équivalent à **0,55**.

➤ L'intensité des précipitations

L'intensité i d'une pluie varie en fonction de sa durée. Elle peut être calculée par la formule de Montana :

$$i(tc, T) = a(T) \cdot tc^{-b(T)}$$

avec :

i = intensité de la pluie en mm/h,

tc = temps de concentration en heures,

$a(T)$ et $b(T)$ coefficients de Montana exprimés ci-dessus en mm/heure pour tc en heures.

Les données pluviométriques les plus représentatives de la zone d'étude sont celles de la station de Saint-Nazaire/Montoir-de-Bretagne qui est exploitée depuis 1979. Les coefficients de Montana à cette station sont donnés dans le **Tableau 8, p. 29**).

Les débits de pointe en l'état actuel et en l'état futur sur le Parc d'Armor

L'évaluation des débits de pointe implique au préalable le choix de la période de retour pour laquelle on souhaite se protéger de l'intensité des précipitations.

Les débits générés à l'exutoire du Parc d'Armor lors d'événements de périodes de retour décennale et centennale, sont en l'état actuel et pour l'état futur les suivants :

Tableau 11 : Débits de pointe en état actuel et au terme de l'urbanisation du Parc d'Armor

	Etat actuel			Etat futur		
	SSBVA+SSBV9	SSBVB	SSBVA+SSBV9+SSBVB	SSBVA+SSBV9	SSBVB	SSBVA+SSBV9+SSBVB
Superficie (ha)	14,3	5,15	19,45	14,3	5,15	19,45
Coefficient de ruissellement	0,63	0,30	0,54	0,63	0,55	0,61
Pente (m/m)	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05	0,01
Plus long cheminement hydraulique (m)	880	245	1 100	880	245	1 100
Q10ans (m³/s)	0,832	0,295	0,859	0,832	0,541	0,970
Q100ans (m³/s)	1,199	0,407	1,247	1,199	0,746	1,409

Les débits de pointe calculés d'après la méthode rationnelle sont relativement proches de ceux donnés par le modèle hydraulique.

2.3.2.2 Le volume utile de stockage au regard de la réglementation du SDAEP de Pornichet

Afin de réduire tant que possible les apports d'eaux pluviales induits par l'urbanisation future du secteur du Parc d'Armor, une rétention spécifique sera indispensable.

Le volume utile de stockage de cet ouvrage a été défini ici d'après les données pluviométriques locales et selon la méthode des pluies préconisée dans l'Instruction Technique de 1977 et dans le guide du CERTU « La Ville et son Assainissement » (2003).

Ainsi, les volumes d'eau à stocker peuvent être déterminés pour une période de retour donnée par la **Méthode des pluies**. Cette méthode se base sur la comparaison entre les volumes précipités ruisselés pour une pluie donnée et les volumes sortant du système par l'exutoire sur toute la durée de la pluie considérée pour déterminer des volumes de stockage.

Conformément à la réglementation de la Ville de Pornichet, **cette rétention est dimensionnée ici pour une pluie d'occurrence centennale et un débit de fuite de 3 l/s/ha (cf. Tableau 1).**

Pour la totalité du secteur du Parc d'Armor (surface = 5,15 ha), le volume utile de stockage ainsi calculé est de 1 280 m³, pour un débit de fuite maximum de 15 l/s.

Sur la partie haute uniquement (surface = 2,42 ha), le volume utile de stockage calculé est de 600 m³, pour un débit de fuite maximum de 7 l/s.

Sur la partie basse uniquement (surface = 2,73 ha), le volume utile de stockage calculé est de 680 m³, pour un débit de fuite maximum de 8 l/s.

Remarque : Rappelons que ce volume utile de stockage est évalué pour tamponner uniquement le Parc d'Armor en situation urbanisée (SSBVB). Le tamponnement des bassins versants amont (SSBVA et SSVV9) ne sont pas pris en compte ici. Le détail des calculs est donné en Annexe 2.

2.3.2.3 Les écoulements en état futur (après urbanisation du Parc d'Armor : coefficient de ruissellement à terme de 0,55 pour le SSBVB)

Les écoulements en état futur sont présentés ci-après selon trois principes :

1. Après modification du réseau EP Avenue des Moulins ;
2. Après modification du réseau EP Avenue des Moulins et la création d'un champ d'inondation ;
3. Après modification du réseau EP Avenue des Moulins, la création d'une risberme en complément de dispositifs de gestion à la parcelle sur la partie haute du Parc d'Armor.

1 - Après modification du réseau EP Avenue des Moulins

De nouvelles simulations ont été réalisées. Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 12 : Les débordements et mises en charge observés en état futur pour différentes pluies de projet après modification du réseau EP

Période de retour	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans	10 ans	100 ans
Durée de la pluie	Pluie 12 heures		Pluie 6 heures		Pluie 4 heures		Pluie 1 heure		Pluie 30 minutes	
Volume de débordements (m³)	0	0	0	453	0	661	0	0	0	0
Points de débordements	/	/	/	Aval ruisseau	/	Aval ruisseau	/	/	/	/
Mise en charge	Arrivée BVSud/Exutoire		Tous tronçons excepté N1/Arrivée BVsud		Arrivée BVSud/Exutoire	Tous tronçons excepté Amont-ruisseau/Arrivée BVsud	Arrivée BVsud/Exutoire			

De la même manière que précédemment, la pluie de 4 heures apparaît comme la plus pénalisante en termes de débits et de volumes.

En absence de dispositif(s) de rétention spécifique(s) intégré(s) aux futurs espaces urbanisés, les débordements apparaissent plus importants pour des pluies de 4 ou 6 heures qu'en état actuel, au droit de l'ouvrage sous la RD 392.

Le débit maximum transitant par l'ouvrage de rétablissement hydraulique sous la RD 392 lors de ces modélisations (pluie de période de retour centennale) a pu atteindre 1,886 m³/s en raison d'une mise en charge plus importante de cette conduite. Ce débit est supérieur au débit maximum à l'exutoire en état actuel (1,132 m³/s) (+66 %).

Remarque : Si l'on souhaitait maintenir un débit de rejet maximum identique à celui du fonctionnement du système en l'état actuel, les volumes d'eau débordés à gérer seraient bien supérieurs à 661 m³.

2 - Après modification du réseau EP Avenue des Moulins et la création d'un champ d'inondation

Figure 18 : Les mises en charge du réseau EP en état futur, après redimensionnement en Ø 1000 et création d'un champ d'expansion (pluie centennale – 4 heures)



La création d'une risberme inondable servant de champ d'expansion permet de stocker une partie des eaux et de supprimer les débordements au niveau de la RD392.

En effet, **un champ d'expansion d'une superficie de 3 000 m² et d'une hauteur de 0,60 m** (hauteur utile) permet :

- le stockage de près de 1 815 m³ ;
- et le transit d'un débit de pointe dans l'ouvrage de franchissement sous la RD 392 limité à 1,46 m³/s lors d'un évènement centennal (+ 29% au débit centennal en état actuel 1,132 m³/s en raison d'une mise en charge de la conduite légèrement plus importante mais limité dans le temps < à 30 minutes).

Cette risberme inondable pourrait être réalisée sur un peu moins d'une centaine de mètres du ruisseau existant, en complément de sa renaturation (cf. Figure 18).

Afin de limiter la mise en charge de la canalisation sous la RD 392, la risberme devra néanmoins présenter un fond uniforme sur toute la longueur à 1,90 m NGF (soit 0,40 m au-dessus du fond du ruisseau au point aval).

L'emprise future du ruisseau ainsi réaménagé sera ainsi au maximum de 35 m de large sur 95 ml.

*Il est toutefois à noter que **tout dispositif de gestion des eaux pluviales sur la partie basse du Parc d'Armor sera fortement contraint par la proximité de la nappe** qui peut-être affleurante en période de hautes eaux, comme il l'a été présenté au paragraphe 1.2.2.2 (cf. Etude hydrogéologique - réf Burgeap : RGHCLB01063).*

► 3 -Après modification du réseau EP Avenue des Moulins, la création d'une risberme en complément de dispositifs de gestion à la parcelle sur la partie haute du Parc d'Armor

Les solutions de gestion des eaux pluviales mises en œuvre sur le Parc d'Armor dans le cadre de son urbanisation, contribueront à réduire les débits de pointe transitant par le ruisseau et ainsi à limiter ceux transitant sous la RD392. Ils permettraient également une diminution de l'emprise de la risberme inondable.

Dans le cas de dispositifs de rétention sur la partie haute du Parc d'Armor :

Ces dispositifs sur la partie haute permettraient un volume de rétention de 600 m³ d'eaux pluviales (cf. paragraphe 2.3.2.2) pour un débit de fuite de 7 l/s qui pourrait être, soit envoyé directement vers l'étier (ce qui nécessiterait néanmoins la création d'un nouvel exutoire sous la RD), soit vers le ruisseau sous réserve des contraintes topographiques).

En tel cas, la risberme sur la partie basse pourrait présenter une superficie de 2 000 m² (au lieu de 3 000 m²). Elle pourrait s'étendre alors sur une vingtaine de mètres de largeur seulement (contre 35) et une longueur de 95 m pour un volume utile de 1 232 m³ et une hauteur d'eau utile de 0,62 m. Le débit maximum transitant sous la RD392 serait de l'ordre de 1,49 m³/s sur une durée de 12 minutes.

Dans le cas de dispositifs de rétention sur la partie haute et la partie basse du Parc d'Armor :

Aux dispositifs sur la partie haute, s'ajouteraient des dispositifs de rétention sur la partie basse.

Ces dispositifs sur la partie basse permettraient un volume de rétention supplémentaire de 680 m³ d'eaux pluviales pour un débit de fuite de 8 l/s (cf. paragraphe 2.3.2.2).

En tel cas, la risberme sur la partie basse pourrait présenter une superficie de 1 500 m² (au lieu de 3 000 m²). Elle pourrait s'étendre alors sur une quinzaine de mètres de largeur seulement (contre 35) et une longueur de 95 m pour un volume utile de 913 m³ et une hauteur d'eau utile de 0,61 m. Le débit transitant sous la RD392 resterait de l'ordre de 1,47 m³/s.

Rappelons que tout dispositif de gestion des eaux pluviales sur la partie basse du Parc d'Armor sera fortement contraint par la proximité de la nappe.

► Les mesures à prendre vis-à-vis du fossé sud-ouest existant sur la partie basse du Parc d'Armor

Dans la configuration où seule une risberme inondable de 3 000 m² est réalisée, le fossé existant au sud-ouest d'une longueur de 80 m et qui rejoint le ruisseau (cf. **Figure 19**), déborde légèrement en amont.

Néanmoins, dans le cas de l'urbanisation future du Parc d'Armor, **son busage pourrait être envisagé** pour améliorer cette situation (**ce dernier n'étant pas considéré comme un cours d'eau**).

Pour éviter les débordements observés lors d'événement très rares (100 ans), **un diamètre 600 mm** semblerait nécessaire. Notons néanmoins qu'à ce jour, nous n'avons pas connaissance des caractéristiques exactes du fossé dans sa partie amont (végétation trop importante pour permettre le lever complet du fossé lors de l'étude), de son raccordement au réseau existant (absence de plan existant) et donc des surfaces réellement collectées. Une étude de projet permettrait de définir plus précisément son dimensionnement et surtout son raccordement et sa mise en œuvre.

▮ Variante

La réalisation d'une risberme sur l'ensemble du linéaire du ruisseau (soit 200 m) est parfaitement envisageable. Une risberme inondable de 3 200 m², s'étendrait alors sur un linéaire de 200 m et présenterait une largeur de 16 m (soit une emprise totale avec le ruisseau de 20 m de large). En tel cas, le radier de la risberme serait à la cote de 2 m NGF.

Le débit maximum transitant sous la RD392 serait alors de 1,35 m³/s.

Cette configuration nécessiterait néanmoins la réalisation d'un dossier d'autorisation au regard de l'article 3.1.2.0 de la nomenclature loi sur l'eau (cf. ci-dessous), concernant les modifications de profil en long ou de profil en travers d'un cours d'eau. Cette démarche implique une enquête publique.

3.1.2.0 : Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau.

- Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ;
- Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m.

Par ailleurs, comme il l'a été précédemment dit, tout dispositif de gestion des eaux pluviales sur la partie basse du Parc d'Armor sera fortement contraint par la proximité de la nappe.

2.4 La solution privilégiée

2.4.1 Justification de la solution privilégiée

Une gestion à la parcelle apparaît difficile en partie basse. En effet, compte tenu de la contrainte hydraulique représentée par la nappe qui peut-être affleurante, l'imperméabilisation des ouvrages hydrauliques pourrait être nécessaire.

Au regard du niveau de protection imposée (événement pluvieux centennal et débit de fuite limité à 3 l/s/ha), la multiplication de ces ouvrages ne serait par ailleurs pas très avantageuse dans le cadre d'un aménagement urbain, l'emprise cumulée des ouvrages risquant d'être conséquente et la réalisation d'une risberme inondable restant indispensable à la gestion des eaux pluviales du bassin versant amont.

Si **la gestion à la parcelle est plus favorable sur la partie haute du Parc d'Armor**, les difficultés de raccordement à un exutoire rendent également cette solution peu avantageuse financièrement, notamment si un nouveau fonçage sous la RD devait être fait.

C'est pourquoi, **la réalisation d'une risberme inondable de 3 000 m² en partie basse pour gérer l'ensemble des eaux pluviales (SSBVA + SSBVB) apparaît comme la solution la plus adaptée à ce stade.**

2.4.2 Préconisations particulières

La présente étude ne constitue pas un avant-projet. Ce dernier devra être réalisé dans le cadre d'études ultérieures qui permettront également d'affiner le pré-chiffrage suivant.

Comme il l'a été expliqué, la nappe est présente à faible profondeur dans le secteur. Etant donné que celle-ci pourra atteindre le terrain naturel en conditions de plus hautes eaux (soit 3,14 à 3,24 m NGF), des arrivées d'eau pourront être observées sur les flancs et le fond de la risberme si celle-ci n'est pas imperméabilisée (pour rappel le fond de la risberme a été calé à la cote 1,90 m NGF). Ces apports d'eau supplémentaires au cours d'eau peuvent être évalués en première approche au moyen de l'approximation de Jacob dont la formule est la suivante :

$$s = \frac{Q}{4 \cdot \pi \cdot T} \ln \left(\frac{2,25 \cdot T \cdot t}{S \cdot r^2} \right)$$

Avec :

- s : rabattement observé entre les eaux en conditions de plus hautes eaux (TN) et le fond de la risberme (1,90 m NGF), soit un rabattement de l'ordre de 1,35 m ;
- T : transmissivité de la nappe superficielle, nous considérerons 4 m de formations saturées de perméabilité 3,10-6 m/s (essais Lefranc réalisés sur site par BURGEAP), soit une transmissivité de 1,2.10-5 m/s ;
- t : temps de pompage (s), assimilable au temps de remontée de la nappe jusqu'au terrain naturel, que l'on prendra équivalent à 10 jours par hypothèse ;
- r : rayon équivalent de la risberme : 31 m (pour une surface de 3 000 m²) ;
- S : coefficient d'emménagement des formations superficielles : 1% (hypothèse).

L'application de la formule de Jacob nous conduit à estimer un débit de drainage de 0,8 m³/h (soit 2,2.10⁻⁴ m³/s) en conditions de plus hautes eaux sur l'ensemble de l'emprise de la risberme. Cet apport d'eau supplémentaire au cours d'eau restera extrêmement limité au regard du débit centennal du cours d'eau (0,02%) qui a été estimé par BURGEAP dans le cadre de la présente étude 1,2 m³/s (état actuel) et 1,4 m³/s (état futur) ⁵.

Ainsi, au regard des faibles débits en jeu, l'imperméabilisation de l'ouvrage de rétention (de la risberme inondable) n'apparaît donc pas nécessaire.

Une attention devra toutefois être portée sur la stabilité des flancs de la risberme (zone de suintement). Des aménagements en technique végétale pourront être envisagés afin de garantir la stabilité mécanique des berges.

Enfin, il est préconisé de ne pas toucher au fond du ruisseau et aux berges non concernées par les aménagements, ces derniers semblant en état actuel peu perméables et limitant ainsi naturellement les apports en eau de la nappe.

2.4.3 Pré-chiffrage des aménagements proposés

Le tableau ci-après détaille le coût prévisionnel des travaux envisagés afin d'améliorer la gestion hydraulique et le risque inondation sur le secteur du Parc d'Armor dans la perspective de son urbanisation future.

Ainsi, le chiffrage suivant correspond aux travaux suivants :

- redimensionnement du réseau EP Avenue des Moulins en Ø 1 000 mm ;
- réalisation d'une risberme inondable de 3 000 m², imperméable en partie basse (volume utile de stockage : près de 1 815 m³) ;
- et busage en Ø 600 mm du fossé présent au sud-ouest du site.

⁵ Débit au droit de l'ouvrage de franchissement de la RD 392 qui correspond à la section la plus contrainte.

Figure 19 : Schéma récapitulatif des aménagements proposés

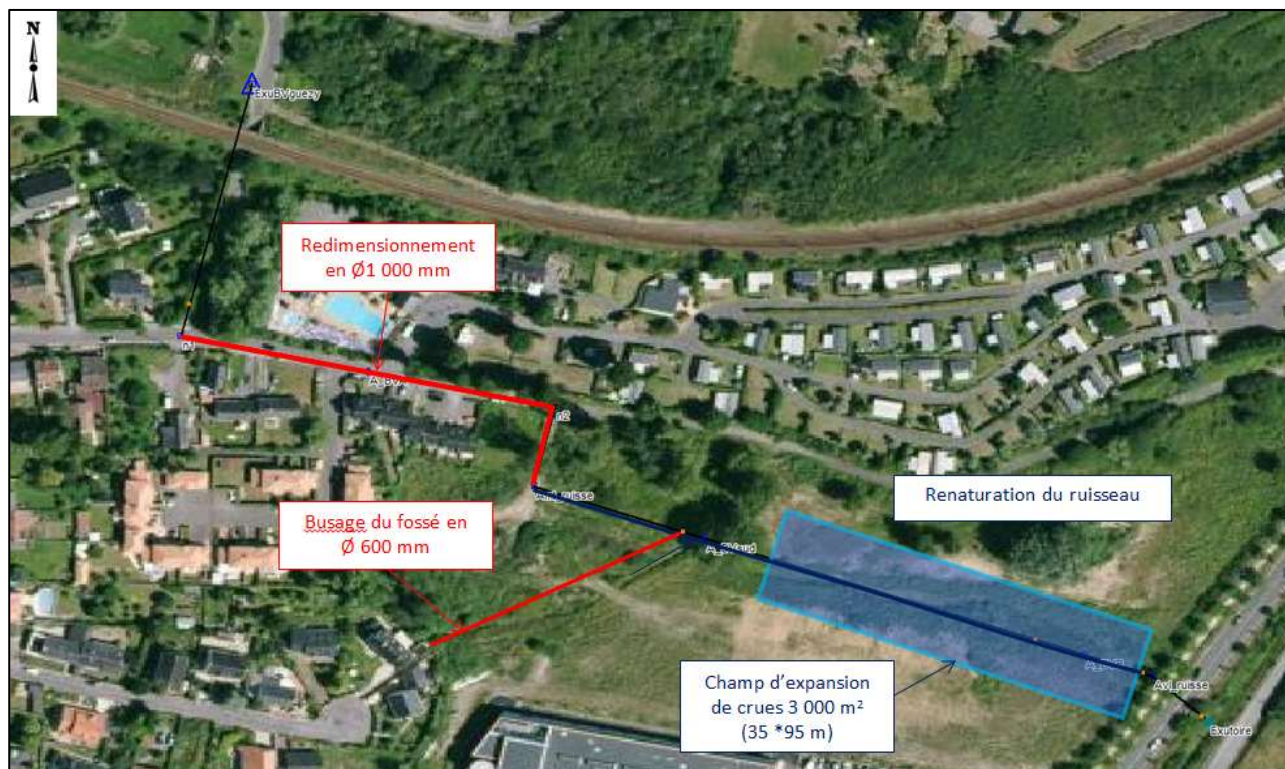


Tableau 13 : Coûts prévisionnel des travaux proposés

n°	Désignation	Qté	U	PU	Total
1	Redimensionnement du réseau EP existant				
1.1	Découpage de la chaussée existante	360	m2	5 €	1 800 €
1.2	Terrassements mécaniques en tranchée ouverte	435	m3	15 €	6 525 €
1.3	Dépose des ouvrages existants (Ø500 mm)	145	ml	10 €	1 450 €
1.4	Déblais complémentaire	145	m3	10 €	1 450 €
1.5	Fourniture et pose de l'ouvrage en Ø1000 mm	145	ml	230 €	33 350 €
1.6	Remblais	290	m3	35 €	10 150 €
1.7	Refection de chaussée	360	m2	25 €	9 000 €
2	Aménagement du ruisseau traversant le site				
2.1	Débroussaillage	3000	m2	1 €	1 800 €
2.2	Terrassements des risbermes	2700	m3	15 €	40 500 €
2.3	Restauration physique (géotextile)	570	m2	8 €	4 560 €
2.4	Plantation d'une ripisylve	95	ml	20 €	1 900 €
3	Busage du fossé				
3.1	Déblais préalable	30	m3	10 €	300 €
3.2	Fourniture et pose d'un Ø 600 mm	80	ml	80 €	6 400 €
3.3	Remblais	30	m3	35 €	1 064 €
Total général travaux hors taxes					120 249 €
Aléas divers (10 %)					12 025 €
Maitrise d'œuvre, et dossiers administratifs (15 %)					18 037 €
Total général des dépenses Hors taxes					150 311 €
T.V.A au taux de 20 %					30 062 €
Total général Toutes Taxes Comprises					180 374 €

3. Conclusion

Le bassin versant de l'hippodrome étant particulièrement contraint d'un point de vue hydraulique, une gestion adaptée des eaux pluviales sur le secteur du Parc d'Armor est essentielle.

En l'état actuel, plusieurs aspects sont à prendre en considération :

- **Le réseau d'eaux pluviales en amont immédiat du Parc d'Armor n'apparaît pas suffisamment dimensionné** pour permettre la collecte de l'ensemble des apports des bassins versants sans générer de débordements au niveau de l'Avenue des Moulins et ce même en cas de période de retour décennale ;
- La résolution des débordements du réseau EP Avenue des Moulins entraînera un report des débordements plus en aval au niveau du secteur du Parc d'Armor ;
- De ce fait, **la réalisation d'un ouvrage de rétention s'avère indispensable pour gérer en l'état actuel, les débordements**. La solution retenue pourrait consister en la restauration du ruisseau avec la création d'une risberme inondable. En tel cas, la réalisation d'une étude de projet sera nécessaire, afin de caler le plus finement cet aménagement ;
- L'écoulement à ciel ouvert qui traverse le Parc d'Armor présente une bonne capacité hydraulique ($>3,60 \text{ m}^3/\text{s}$) et permet de faire transiter des débits importants. Il apparaît de ce fait important de le conserver même si la capacité hydraulique de la conduite de franchissement sous la route départementale juste en aval reste moindre ;
- Par ailleurs, ce fossé d'écoulement à ciel ouvert étant inventorié comme cours d'eau, son busage sur plus de 100 m (longueur totale 200 m), rendrait nécessaire la réalisation d'un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau au regard à minima de l'article 3.1.2.0 de la nomenclature loi sur l'eau ;
- **Une nappe d'eau souterraine est présente à faible profondeur sur le Parc d'Armor. Son niveau de Plus Hautes Eaux peut être considéré comme affleurant.**

Dans l'objectif d'une ouverture à l'urbanisation du Parc d'Armor :

- Les niveaux d'eau dans l'étier sont particulièrement contraignants dans ce secteur très plan.
- **Dans le cadre de l'urbanisation du Parc d'Armor, une bonne maîtrise des eaux pluviales s'avèrera indispensable afin de ne pas aggraver le risque inondation sur ce secteur.**
- **La réalisation d'un ouvrage de rétention s'avère indispensable sur le secteur du Parc d'Armor pour gérer les débordements actuels mais également les eaux de ruissellement liées à son urbanisation future ;**
- Dans cette optique, la solution privilégiée à ce stade consiste en la **restauration du ruisseau avec la création d'une risberme inondable d'une surface de $3\,000 \text{ m}^2$** pour une hauteur utile d'eau de 0,60 m **permettant de gérer les eaux pluviales sur le secteur, et ce même après l'urbanisation future du Parc d'Armor ;**
- **Cette solution ne nécessite pas l'imperméabilisation de la risberme compte tenu des faibles perméabilités des terrains et de la capacité hydraulique du ruisseau ;**
- La réalisation d'une étude d'avant-projet et de projet sera toutefois nécessaire afin de caler le plus finement ces aménagements. L'avis d'un géotechnicien permettrait notamment de garantir la stabilité des talus à terme.

•

ANNEXES

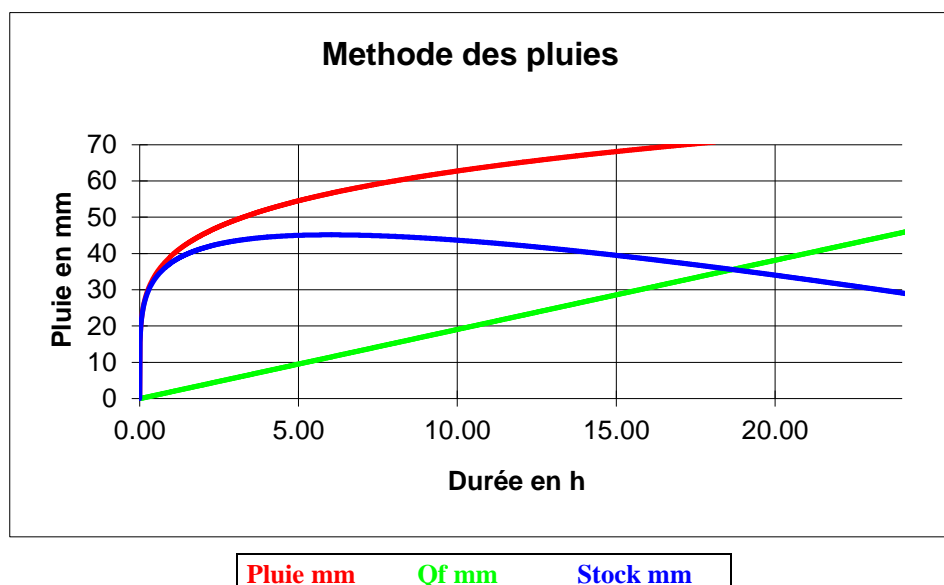
Réf : CEaulB150790 / REaulB01545-05	
SKI / NMA / PL	
19/07/2016	Annexes

Annexe 1. Coupes des piézomètres posés

Annexe 2. Volume utile de stockage du bassin de rétention

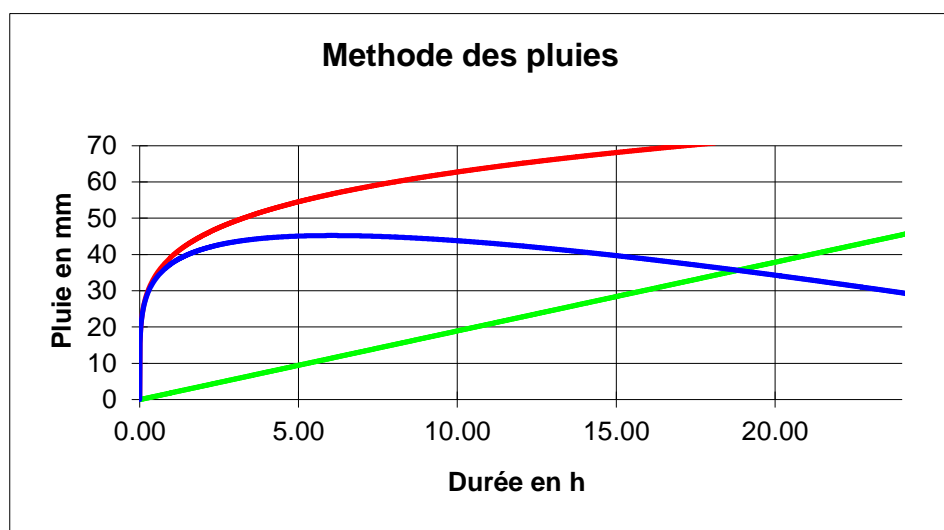
Pour la totalité du secteur du Parc d'Armor (surface = 5,15 ha) :

DETERMINATION DU VOLUME DE RETENTION METHODE DES PLUIES					
CIRCULAIRE IT 77284					
Débit de fuite en m3/s		Coefficients de Montana (pour TC en heures)			
0.015	0.0154				
Surface du bassin versant en ha		A	39.4	100 ans	
5.15					
Coefficient d'apport en 0.5		B (<0)	-0.798		
0.55					
		Volume =	1278.5	m3	



Pour la partie haute du secteur du Parc d'Armor (surface = 2,42 ha) :

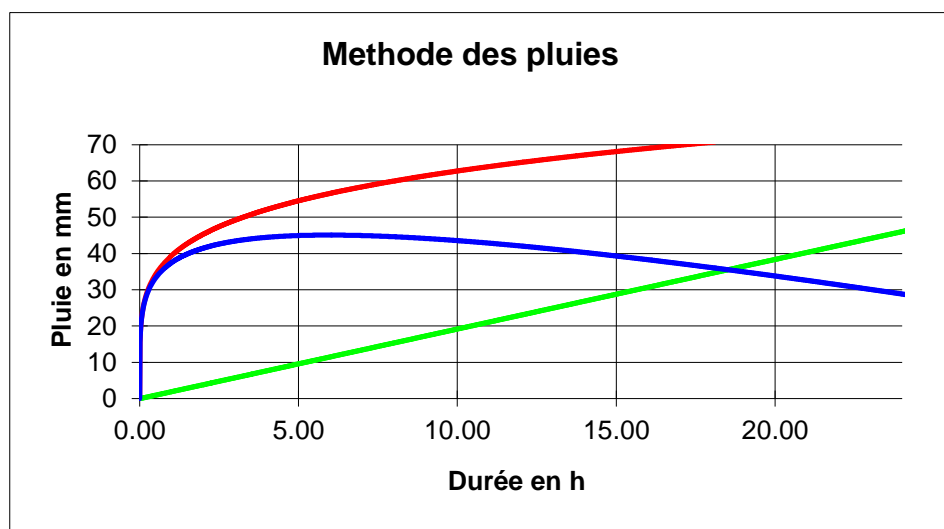
DETERMINATION DU VOLUME DE RETENTION METHODE DES PLUIES					
CIRCULAIRE IT 77284					
Débit de fuite en m3/s		Coefficients de Montana (pour TC en heures)			
0.007	0.007				
Surface du bassin versant en ha		A	39.4	100 ans	
2.42					
Coefficient d'apport en 0.5		B (<0)	-0.798		
0.55					
		Volume =	601.9	m3	



Pluie mm Qf mm Stock mm

Pour la partie basse du secteur du Parc d'Armor (surface = 2,73 ha) :

DETERMINATION DU VOLUME DE RETENTION METHODE DES PLUIES					
CIRCULAIRE IT 77284					
Débit de fuite en m3/s		Coefficients de Montana (pour TC en heures)			
0.008	0.008				
Surface du bassin versant en ha		A	39.4	100 ans	
2.73					
Coefficient d'apport en 0.5		B (<0)	-0.798		
0.55					
		Volume =	676.8	m3	



Pluie mm Qf mm Stock mm