

Département du Morbihan



VILLE DE CARNAC

ASSAINISSEMENT PLUVIAL

ETUDE DE ZONAGE D'EAUX PLUVIALES DU TERRITOIRE COMMUNAL

NOTICE DE PRESENTATION



SIEGE

CABINET BOURGOIS
3 Rue des Tisserands
CS 96838 Betton
35768 SAINT GREGOIRE CEDEX

Téléphone : 02-99-23-84-84
Télécopie : 02-99-23-84-70

E-mail : cabinet-bourgois@cabinet- bourgeois.fr

IMPLANTATION REGIONALE

CABINET BOURGOIS
ZI du PRAT
1, Rue Alain Gerbault
56037 VANNES CEDEX

Téléphone : 02-97-42-52-00
Télécopie : 02-97-42-57-66

E-mail : cb-vannes@cabinet-bourgois.fr

GRUPE MERLIN/Réf doc : 891012-872-ETU-ME-1-012-A

Ind	Etabli par	Approuvé par	Date	Objet de la révision
A	M. LEBRUN	E.GUILLOU	11/06/15	1 ^{ère} émission

SOMMAIRE

PREAMBULE – OBJECTIF DU ZONAGE	4
1. CADRE REGLEMENTAIRE	5
1.1 CADRE GENERAL.....	5
1.2 LES COLLECTIVITES TERRITORIALES	6
1.3 ENQUETE PUBLIQUE	7
1.4 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL LOCAL	7
1.4.1 SDAGE LOIRE-BRETAGNE.....	7
1.4.2 SAGE GOLFE DU MORBIHAN ET RIA D'ETEL.....	8
2. CONTEXTE DU TERRITOIRE D'ETUDE	9
2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE.....	9
2.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	12
2.2.1 LES ZONES HUMIDES.....	12
2.2.2 MILIEU RECEPTEUR DES ECOULEMENTS PLUVIAUX.....	13
2.3 CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE.....	14
2.3.1 PLUVIOMETRIE MOYENNE OBSERVEE.....	14
2.3.2 PLUVIOMETRIE EXCEPTIONNELLE.....	14
2.4 USAGES ET VOCATIONS DU MILIEU	15
2.5 RICHESSE BIOLOGIQUE – ZONES CLASSEES	16
2.6 RISQUES DE SUBMERSION MARINE.....	16
2.7 CONTEXTE URBANISTIQUE ACTUEL	16
3. CONNAISSANCE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL.....	16
3.1 LES EQUIPEMENTS PLUVIAUX EXISTANTS	16
3.2 SYNTHSE DU SCHEMA DIRECTEUR D'EAUX PLUVIALES – CAPACITE DES EQUIPEMENTS EN PLACE	17
3.2.1 LES BASSINS VERSANTS DU SECTEUR D'ETUDE.....	17
3.2.2 CAPACITE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES.....	18
3.3 TRAVAUX.....	22
3.3.1 PROGRAMME DE TRAVAUX EPL.....	22
3.3.2 LES SECTEURS SENSIBLES EN TERMES D'ECOULEMENTS PLUVIAUX.....	24
4. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT.....	24
5. REGLES POUR L'URBANISATION FUTURE - ZONAGE	25
5.1 PRINCIPES RETENUS POUR L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL.....	25
5.2 PLAN DE ZONAGE DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL.....	30
6. ANNEXE 1 : COMPENSATION DES NOUVELLES IMPERMEABILISATIONS.....	31
7. ASPECTS HYDRAULIQUES ET QUALITATIFS	32
8. LES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN ASSAINISSEMENT PLUVIAL	33
9. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES – TECHNIQUES – VALIDATION – ENTRETIEN - EXIGENCES	36
9.1 PRESCRIPTIONS POUR LES MESURES COMPENSATOIRES GLOBALES	36
9.2 PRESCRIPTIONS POUR LA REGULATION A LA PARCELLE	37
10. ANNEXE 2 : FICHES DE PRESENTATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES.....	39

Table des Tableaux, Figures et Illustrations

FIGURE 1 : PLAN DE SITUATION DE LA VILLE DE CARNAC	10
FIGURE 2 PROFIL GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE.....	11
FIGURE 3 BASSINS VERSANTS PRINCIPAUX.....	13
FIGURE 4 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (MM)	14
FIGURE 5 : HAUTEURS DE PLUIE POUR DIFFERENTES DUREES < 2H ET PERIODES DE RETOUR	14
FIGURE 6 : HAUTEURS DE PLUIE POUR DIFFERENTES DUREES > 2H ET PERIODES DE RETOUR	15
FIGURE 7 TABLEAU RECAPITULATIF DES BASSINS VERSANTS MODELISES	18
FIGURE 8 PROGRAMME DE TRAVAUX.....	23
FIGURE 9 SCHEMA TYPE DE REGULATION ET STOCKAGE A LA PARCELLE	50

PREAMBULE – OBJECTIF DU ZONAGE

Dans le cadre de la bonne gestion des écoulements pluviaux, de la protection de l'environnement et de la révision du PLU actuellement en cours, la ville de CARNAC souhaite réaliser un zonage d'assainissement pluvial sur son territoire.

En effet un tel document doit être impérativement produit en accompagnement du PLU (DDTM 56). Intégré au PLU, le zonage pluvial sera consulté systématiquement lors de l'instruction des permis de construire.

Le zonage d'assainissement pluvial répond au souci de maîtrise du ruissellement des eaux pluviales ainsi qu'à la préservation de l'environnement. En effet, le développement de l'urbanisation a pour effet de modifier le régime de l'écoulement des eaux en augmentant l'imperméabilisation, créant ainsi des risques d'inondations plus importants. Ainsi, la viabilisation de terrains, l'imperméabilisation de surfaces de voiries, de toitures, et la mise en place de nouveaux réseaux ont pour conséquence l'accélération des écoulements, l'augmentation des débits de pointe et l'augmentation des flux de pollution transportés par le lessivage des surfaces imperméabilisées. Il est donc nécessaire de compenser ces nouvelles imperméabilisations par la mise en œuvre de dispositifs d'infiltration, de rétention des eaux pluviales ou autres techniques alternatives.

Ce zonage doit donc permettre d'assurer la mise en place des modes d'assainissement pluvial les mieux adaptés au contexte local et au besoin du milieu naturel. Il constituera un outil pour la gestion de l'urbanisme réglementaire et opérationnel.

Le zonage d'assainissement pluvial définit, au niveau de chaque unité géographique identifiée, les solutions techniques les mieux adaptées pour :

- ✓ La compensation des ruissellements et de leurs effets, par des techniques compensatoires qui contribuent également au piégeage des pollutions à la source,
- ✓ La prise en compte de facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs en aval, la préservation des zones naturelles d'expansion des eaux et des zones aptes à leur infiltration,
- ✓ La protection des milieux naturels et la prise en compte des impacts de la pollution transitée par les réseaux dans le milieu naturel.

Le zonage pluvial permet de répondre aux obligations imposées par le Code Général des Collectivités (cf. article L 2224-10), le code de l'environnement, et le SDAGE Loire Bretagne.

Le décret n°2012-616 du 2 mai 2012 relatif à l'évaluation de certains plans et documents ayant une incidence sur l'environnement entré en vigueur au 1^{er} janvier 2013 stipule de plus que suite à un examen au cas par cas, les services de la préfecture (DREAL) décideront de la nécessité ou non de la réalisation d'une évaluation environnementale de ce plan de zonage.

1. CADRE REGLEMENTAIRE

1.1 CADRE GENERAL

La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 fixe le cadre global de la gestion de l'eau en France sous tous ses aspects. Elle impose aux collectivités locales la mise en place d'un service public d'assainissement, de traitement et d'épuration des eaux usées.

Art. 31 (Codifié à l'article L211-7 du code de l'environnement) :

« Sous réserve du respect des dispositions des articles 5 et 25 du code du domaine public fluvial et de la navigation intérieure, les collectivités territoriales et leurs groupements ainsi que les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 166-1 du code des communes et la communauté locale de l'eau sont habilités à utiliser la procédure prévue par les deux derniers alinéas de l'article 175 et les articles 176 à 179 du code rural pour entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe et visant :

- ✓ la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ;
- ✓ la défense contre les inondations et contre la mer ;
- ✓ la lutte contre la pollution »

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 s'inscrit dans l'objectif communautaire de bon état écologique des eaux en 2015. La loi s'attache à la reconquête de la qualité des eaux et à donner aux collectivités les moyens d'adapter les services publics d'eau potable et d'assainissement à cet enjeu.

La Directive-Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 engage chaque Etat-membre de l'union Européenne à parvenir à « un bon état écologique des eaux » en 2015. Son outil d'évaluation est le découpage territorial en masses d'eau, auxquelles s'attachent des objectifs de qualité en fonction de leurs spécificités et des pressions qu'elles subissent. Cette directive a abouti à la création des SDAGE (schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) et des SAGE (schéma d'aménagement et de gestion des eaux), qui vont définir les règles visant au respect de cette loi, et auxquelles le zonage d'assainissement pluvial devra se soumettre. La DCE a été transposée en droit français par la loi du 21 avril 2004.

Le SDAGE Loire Bretagne a été adopté par arrêté en date du 28/11/2009 et 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 pour la période 2010/2015. Il préconise au titre de la loi L212-1 du code de l'environnement, que les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec les dispositions des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux. » . Aussi, des préconisations quant à la gestion des eaux pluviales sont définies telles que :

« **Art. 3D- 2** : Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, et de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :

« **Art. 5B-2** : Les autorisations portant sur de nouveaux ouvrages de rejets d'eaux pluviales dans le milieu naturel ou sur des ouvrages existants faisant l'objet d'une modification notable.

1.2 LES COLLECTIVITES TERRITORIALES

Les communes disposent de la compétence eaux pluviales. Aucune obligation réglementaire ne leur est faite en matière de raccordement au réseau d'eaux pluviales. En revanche, en tant que propriétaires de ces réseaux, les communes doivent contrôler les rejets pluviaux en milieu urbain tant au plan quantitatif que qualitatif (cf. loi sur l'eau 1992). Le rejet d'eaux polluées dans les milieux récepteurs est en effet un acte réprimé par le Code de l'Environnement (article L216-6).

La maîtrise du ruissellement pluvial ainsi que la lutte contre la pollution des milieux récepteurs sont prises en compte dans le cadre du zonage d'assainissement à réaliser par les communes, comme le prévoit l'article L2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales.

Article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales :

« Les communes ou leurs groupements délimitent après enquête publique :

...

- Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement;
- Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement. »

Cet article L2224-10 oriente clairement vers une gestion des eaux pluviales à la source, en intervenant sur les mécanismes générateurs et aggravants des ruissellements, et tend à mettre un frein à la politique de collecte systématique des eaux pluviales. Il a également pour but de limiter les coûts de l'assainissement pluvial collectif.

De plus, les articles L211-7, L211-12 et L211-13 du code de l'environnement concèdent le droit aux collectivités territoriales à toutes actions visant à la maîtrise et la gestion des eaux de ruissellement.

L211-7 : « I. - Les collectivités territoriales et leurs groupements ... sont habilités à entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, dans le cadre du schéma d'aménagement et de gestion des eaux s'il existe, et visant : ...

4° La maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement ou la lutte contre l'érosion des sols ;

5° La défense contre les inondations et contre la mer ;

6° La lutte contre la pollution ;

7° La protection et la conservation des eaux superficielles et souterraines ;

8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides... »

L211-12 : « I. - Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

II. - Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants :

1° Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues ou de ruissellement, par des aménagements permettant d'accroître artificiellement leur capacité de stockage de ces eaux, afin de réduire les crues ou les ruissellements dans des secteurs situés en aval ;... »

1.3 ENQUETE PUBLIQUE

L'enquête publique préalable à la délimitation des zones d'assainissement est celle prévue à l'article R123-11 et R123-19 du Code de l'Urbanisme, ainsi qu'à l'article R123-23 du code de l'environnement.

Le zonage d'assainissement approuvé est en effet intégré dans les annexes sanitaires du Plan Local d'Urbanisme (PLU). Il doit donc être en cohérence avec les documents de planification urbaine, qui intègrent à la fois l'urbanisation actuelle et future. Il est consulté pour tout nouveau certificat d'urbanisme ou permis de construire.

Ce dossier d'enquête comprend deux pièces :

- La présente notice justifiant le zonage,
- La carte de zonage (intégrée à la notice).

Il a pour objet d'informer le public et de recueillir ses appréciations, suggestions et contre-propositions, afin de permettre à la commune de disposer de tous les éléments nécessaires à sa décision.

1.4 CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL LOCAL

1.4.1 SDAGE LOIRE-BRETAGNE

Le SDAGE Loire Bretagne a été adopté par arrêté en date du 28/11/2009. 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 pour la période 2010/2015. Il représente l'outil principal de mise en œuvre de la Directive cadre sur l'Eau (DCE) dont l'objectif est le retour au « bon état » des eaux en 2015.

Il préconise au titre de l'article L212-1 du code de l'environnement, que les programmes et les décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles ou rendus compatibles avec les dispositions des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux ». Aussi, des préconisations quant à la gestion des eaux pluviales sont définies.

Hors dérogation, l'objectif de non détérioration s'applique sans restriction possible aux activités existantes et aux nouvelles activités.

Les **exceptions possibles** sont limitées aux projets remplissant les conditions suivantes :

- ✓ Le projet est d'**intérêt général** ou les bénéfices liés à la réalisation du projet sont supérieurs aux bénéfices liés au maintien des masses d'eau dans leur état existant,
- ✓ Toutes les **mesures permettant d'atténuer l'incidence** de ces projets doivent être prises (à inclure dans le programme de mesures),
- ✓ Les **justifications des dérogations** doivent figurer au plan de gestion.

Les contraintes applicables du SDAGE concernant les eaux pluviales et les aménagements sont les suivantes :

Eaux pluviales (y compris projet ICPE)

- ✓ **Article 3D-2** Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, et dans la limite des débits spécifiques suivants **relatifs à la pluie décennale** de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant **une superficie comprise entre 1 ha et 7 ha : 20 L/s au maximum,**

- dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant **une superficie supérieure à 7 ha : 3 L/s/ha.**

Nota : Ces valeurs pourront être localement adaptées...

- ✓ **Article 5B-2** Les autorisations portant sur de nouveaux ouvrages de rejets d'eaux pluviales dans le milieu naturel ou sur des ouvrages existants faisant l'objet d'une modification notable, prescrivent les points suivants :
 - les eaux pluviales ayant ruisselé sur une surface potentiellement polluée devront subir à minima une **décantation avant rejet**,
 - les rejets d'eaux pluviales sont **interdits dans les puits d'injection, puisards en lien direct avec la nappe**,
 - la réalisation de **bassins d'infiltration avec lit de sable** sera privilégiée par rapport à celle de puits d'infiltration.

Contraintes d'aménagement

- ✓ **Article 8A** Les **zones humides** qui seront identifiées dans le **Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE)** seront reprises dans les documents d'urbanisme en leur associant le niveau de protection adéquat.
- ✓ **Article 8A-3** Les zones humides présentant un intérêt environnemental particulier et les zones humides dites zones stratégiques pour la gestion de l'eau sont **préservées de toute destruction même partielle**. Toutefois un projet susceptible de faire disparaître tout ou partie d'une telle zone peut être réalisé dans les cas suivants :
 - projet bénéficiant d'une **Déclaration d'Utilité Publique (DUP)**, sous réserve qu'il n'existe **pas de solution alternative** constituant une meilleure option environnementale,
 - projet portant atteinte aux objectifs de conservation d'un site NATURA 2000 pour des raisons impératives d'**intérêt public majeur**.
- ✓ **Article 8B-2** Dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit sans alternative avérée à la disparition des zones humides, les **mesures compensatoires** proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir, dans le même bassin versant, **la création ou la restauration de zones humides équivalentes** sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. A défaut, la compensation porte sur une **surface égale à au moins 200% de la surface supprimée**. La gestion et l'entretien de ces zones humides doivent être garantis à long terme.

1.4.2 SAGE GOLFE DU MORBIHAN ET RIA D'ETEL

La Ville de CARNAC fait partie du SAGE Golfe du Morbihan et Ria d'Etel.

L'arrêté préfectoral de délimitation de périmètre du SAGE a été pris le 26 juillet 2011.

L'état des lieux, première phase de l'élaboration du SAGE, a été validé par la Commission Locale de l'Eau le 14 mars 2014.

L'élaboration du SAGE se poursuit avec un objectif de mise en œuvre à échéance 2018.

2. CONTEXTE DU TERRITOIRE D'ETUDE

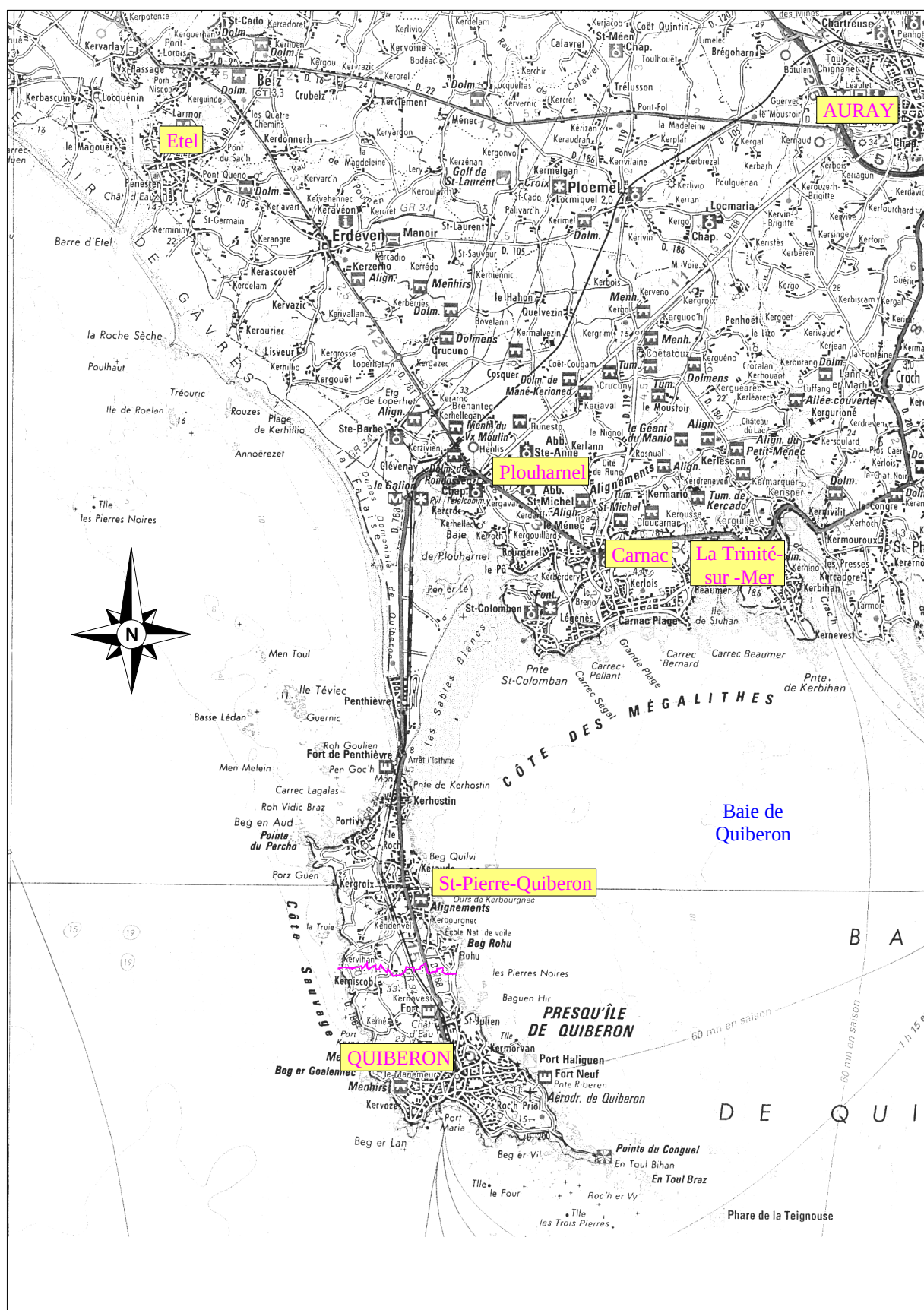
2.1 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

La Commune de CARNAC sur la façade maritime du Morbihan se situe à environ 15 km au Sud-Est d'AURAY au sein de la baie de QUIBERON.

Le centre-ville est situé sur une butte granitique en recul d'environ 1.5 km par rapport à la mer. L'agglomération s'est également développée sur la partie Sud de la côte constituée d'anciennes zones de marais remblayées, autour de Port-En-Dro, entre la pointe de Beaumer à l'Est et le village de St-Colomban à l'Ouest.

Du point de vue topographique, on note un contraste important entre la partie Nord (centre-ville) où les pentes sont relativement marquées et la vaste zone urbanisée de CARNAC Plage et St-Colomban extrêmement plane et dont les cotes sont souvent situées sous le niveau des plus hautes mers.

FIGURE 1 : PLAN DE SITUATION DE LA VILLE DE CARNAC



Sur les parties hautes, le substratum rocheux est constitué de formations éruptives (granite). Sur les points hauts de l'agglomération, les granites sont subaffleurant et peu altérés.

Dans les thalwegs et la partie basse de CARNAC Plage, le rocher est recouvert d'alluvions modernes argilo-sableuses significatives de la présence de zones de marais.

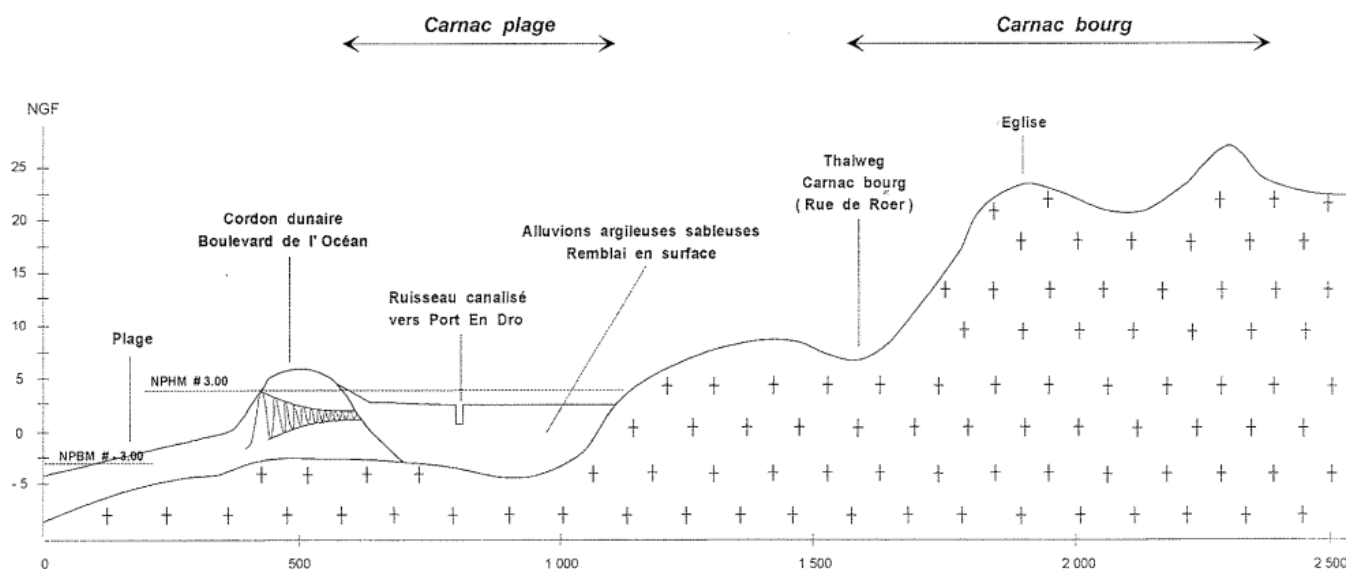
Le cordon dunaire constitué de sable fin propre constitue la frontière entre la plage et ces anciennes zones de marais.

La coupe schématique présentée ci-dessous illustre ces différents éléments. On note dans les parties basses de CARNAC plage la présence de remblais généralement sableux qui ont permis de rendre constructibles les parties les plus basses du secteur qui ont été « gagnées » sur les marais.

Du point de vue hydrogéologique, on note à CARNAC Plage la présence d'eau à faible profondeur.

Les remblais mis en place au-dessus des alluvions sont généralement de nature sableuse, ce qui a permis la réalisation de nombreux puits d'infiltration des eaux pluviales dans les secteurs bas de CARNAC Plage.

FIGURE 2 PROFIL GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE



2.2 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

2.2.1 LES ZONES HUMIDES

2.2.1.1 Cadre général des zones humides

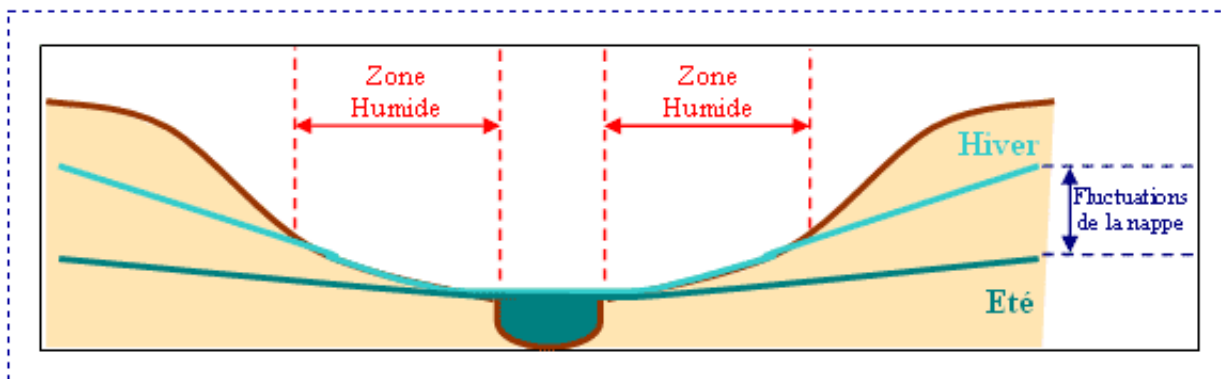
Les zones humides jouent un rôle prépondérant dans la gestion qualitative et quantitative de la ressource en eau à l'échelle d'un bassin versant. Elles constituent des infrastructures naturelles qui contribuent aux fonctions suivantes :

- ✓ soutien d'étiages, recharges de nappes,
- ✓ régulation des crues,
- ✓ filtre pour l'épuration des eaux,
- ✓ ralentissement du ruissellement et protection naturelle contre l'érosion des sols,
- ✓ source de biodiversité.

La loi sur l'eau de 1992 définit les zones humides comme « **des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, est dominée pendant au moins une partie de l'année** ».

Comme le précise clairement la définition ci-dessus, le caractère humide de ces milieux peut être temporaire. Ces milieux peuvent alors, d'un point de vue strictement technique, connaître une exploitation agricole classique sans contraintes spécifiques de portance des sols ou de limitation des périodes d'intervention.

Les zones humides, quel que soit leur état d'entretien et de conservation, constituent un patrimoine qui doit être préservé.



2.2.1.2 Inventaire sur le territoire communal

L'inventaire des zones humides a été réalisé entre 2013 et 2015. Le document finalisé par le bureau d'études DMEAU a été validé par le comité de pilotage en avril 2015.

Les zones humides ont été reprises dans le projet de zonage PLU sous la forme de zones Nzh et Azh.

Au total, les zones humides représentent une surface d'environ 490 ha.

Elles sont reportées sur la cartographie du zonage d'assainissement pluvial.

2.2.2 MILIEU RECEPTEUR DES ECOULEMENTS PLUVIAUX

Port En Dro constitue le principal exutoire des eaux de ruissellement de CARNAC Plage et CARNAC Bourg.

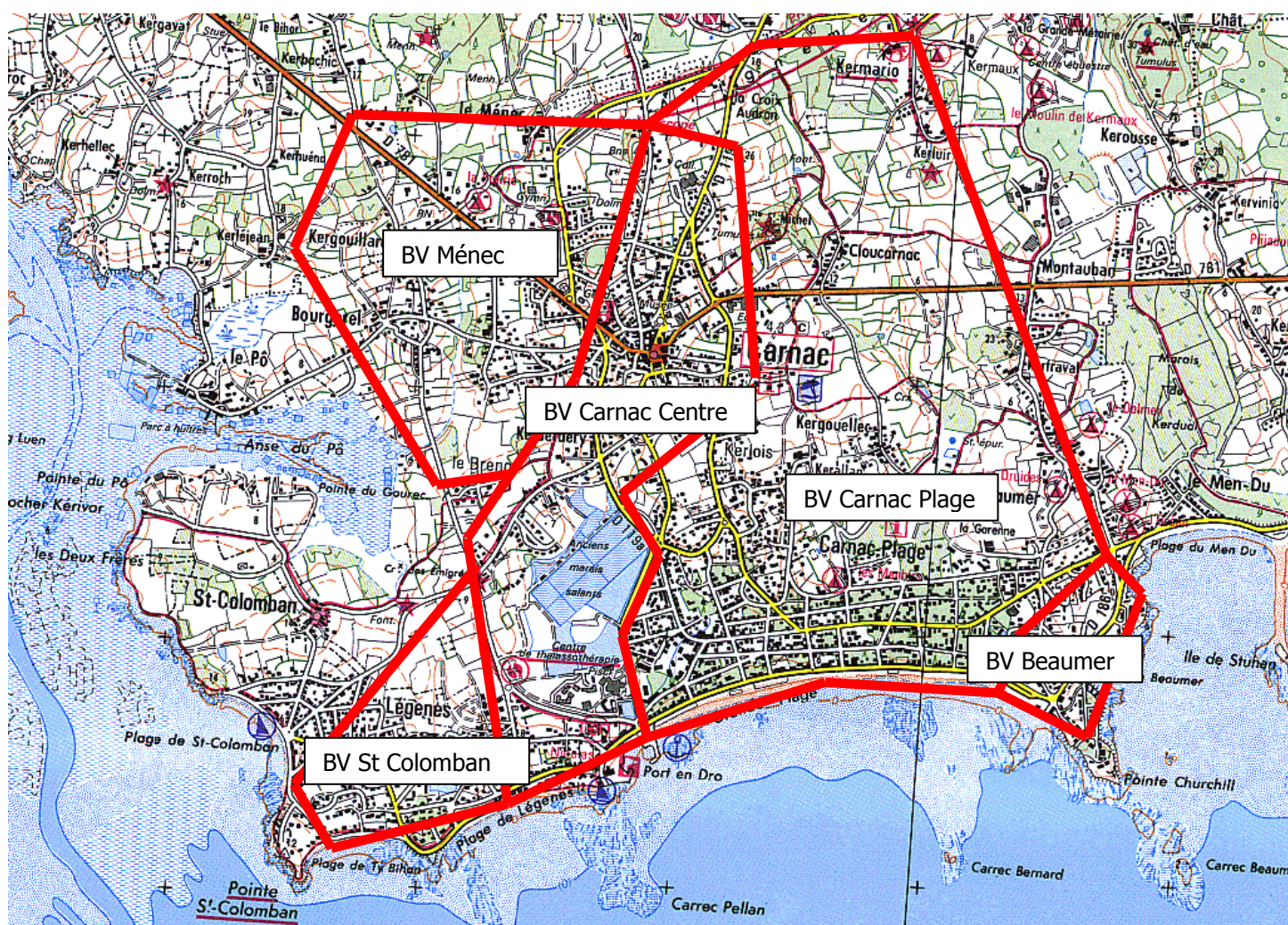
Deux axes majeurs d'écoulement s'y rejoignent :

- ✓ à l'Est, l'arrivée des eaux de ruissellement du bassin versant de CARNAC Plage qui comprend outre le secteur urbanisé, un secteur rural à vocation d'agriculture d'environ 2 km²,
- ✓ à l'Ouest, l'exutoire des eaux de ruissellement de CARNAC Bourg qui assure l'évacuation des eaux pluviales de la majeure partie du centre-ville et en particulier les secteurs à forte densité

Deux exutoires spécifiques d'eaux pluviales permettent d'assurer l'évacuation des eaux de ruissellement des 2 bassins versants de Beaumer à l'Est et de St-Colomban à l'Ouest de CARNAC Plage.

Le bassin versant du Don, actuellement peu urbanisé, a un exutoire indépendant dans l'anse du Pô.

FIGURE 3 BASSINS VERSANTS PRINCIPAUX



2.3 CONTEXTE PLUVIOMETRIQUE

Le poste climatique le plus proche de CARNAC est celui de LORIENT - LANN BIHOUE, station pour laquelle on dispose d'un historique de 30 ans (1971-2000).

Localement, on dispose d'une station pluviométrique avec relevé journalier des hauteurs de pluie sur un historique de 20 ans sur les postes pluviométriques de Quiberon (1976 – 1992) et de Carnac (1992 –1996)

2.3.1 PLUVIOMETRIE MOYENNE OBSERVEE

Située au sud de la Bretagne, la commune de CARNAC bénéficie d'un climat fortement marqué par l'influence océanique, avec une pluviométrie nettement inférieure à celle relevée dans les terres.

Le régime pluviométrique peut être décrit grâce aux valeurs moyennes mensuelles observées à la station de QUIBERON et synthétisées dans le tableau ci-dessous. Les valeurs observées au poste de LORIENT - LANN BIHOUE sont également reportées.

FIGURE 4 : PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES (MM)

	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
QUIBERON Sémaphore (1975 – 2000)	73.7	57.9	48.2	47.1	47.6	36.1	35.5	32.5	54.6	73.0	66.0	84.4	656.6
LORIENT Lann Bihoué (1971 – 2000)	106.6	87.8	69.4	62.9	73.4	50.9	49.4	44.7	78.5	95.	94.7	114.3	927.6

On observe que la pluviométrie moyenne annuelle de QUIBERON est inférieure à celle de LORIENT, avec 660 mm/an contre 930 mm/an à LORIENT - LANN BIHOUE.

2.3.2 PLUVIOMETRIE EXCEPTIONNELLE

La station météorologique de LORIENT assure l'enregistrement de l'ensemble des événements pluvieux. Depuis 1971, sont disponibles les valeurs de dépassement de seuil, c'est-à-dire la sélection des seules hauteurs de pluie supérieures à une valeur donnée pendant une durée déterminée. Le traitement statistique et l'ajustement à une Loi généralisée des valeurs extrêmes de ces valeurs permettent d'affecter à une hauteur de pluie (ou intensité) pendant une durée déterminée, une période de retour.

Nous présentons dans le tableau ci-dessous l'estimation des hauteurs de pluie pour différentes durées et périodes de retour fournies par Météo France.

FIGURE 5 : HAUTEURS DE PLUIE POUR DIFFERENTES DUREES < 2H ET PERIODES DE RETOUR

	Durée de la pluie	6	15	30	60	120
	Période de retour	minutes	minutes	minutes	minutes	minutes
<i>Hauteur de pluie calculée pour LORIENT (mm)</i>	6 mois	3.9	6.2	8.5	11.6	14.3
	1 an	4.8	8.1	11.1	14.5	17.6
	2 ans	5.6	9.5	14.0	18.6	23.8
	5 ans	6.5	11.4	16.7	20.6	25.9
	10 ans	7.9	13.7	20.3	24.9	30.8
	30 ans	10.2	17.5	26.2	32.9	39.5

Statistiques LORIENT (1971 - 1996) -

Nous présentons ci-dessous les ajustements réalisés pour la station pluviométrique de LORIENT pour des durées de 2 h à 24 h, ainsi que l'ajustement réalisé sur les données quotidiennes relevées à QUIBERON.

FIGURE 6 : HAUTEURS DE PLUIE POUR DIFFERENTES DUREES > 2H ET PERIODES DE RETOUR

Durée de la pluie période de retour	2 h	3 h	6 h	24 h	QUIBERON 24 h
6 mois	14.3	17.6	21	33.0	
1 an	17.6	21.5	25	41.0	
2 ans	23.8	26.8	33	46.6	
5 ans	25.9	29.4	35.7	49.3	37.0
10 ans	30.8	34.9	41.4	54.7	45.0
30 ans	39.5	44.6	51.6	62.3	61.1
50 ans	44.1	49.7	57.0	65.6	70.5
100 ans	51.1	57.4	65.0	69.8	85.7

Nota : Les données ajustées à QUIBERON sont extraites des relevés à pas de temps fixe de 24h et sont donc inférieures de 10 à 13% aux valeurs que l'on obtiendrait avec un pas de temps glissant tel que ce qui a été utilisé pour les données de LORIENT.

On observe que les données de pluie sur 24 heures à QUIBERON sont plus faibles qu'à LORIENT pour des périodes de retour de 5 et 10 ans, mais sont du même ordre de grandeur pour 30 ans, et dépassent les valeurs estimées à LORIENT pour des événements rares de période de retour supérieure à 50 ans. En effet, l'observation de deux épisodes pluvieux très importants à QUIBERON ces dernières années a influencé l'ajustement statistique.

2.4 USAGES ET VOCATIONS DU MILIEU

Il n'existe aucun prélèvement d'eau superficielle sur la commune à usage d'eau potable,

Le milieu marin constitue le milieu récepteur des eaux pluviales.

Les usages pouvant être qualifiés de « sensibles » en terme de qualité d'eau sont les suivants :

✓ Baignade

C'est l'un des atouts touristiques majeurs de la Ville de CARNAC, qui possède de nombreuses plages de bonne qualité suivi par l'ARS,

✓ Plaisance et sports nautiques

En 2014, la DDTM a recensé 5 zones de mouillage (Anse du Pô, St Colombar, Ty Bihan, Légenese, Port en Dro et Beaumer) pour environ 220 mouillages.

Les sports nautiques sont également pratiqués à l'école de voile.

✓ Pêche à pied

La pêche à pied est largement pratiquée dans la baie de Quiberon

✓ Ostréiculture et la conchyliculture

Plusieurs entreprises ostréicoles sont installées à CARNAC, autour de l'anse du Pô.

2.5 RICHESSE BIOLOGIQUE – ZONES CLASSEES

Plusieurs sites naturels ont été inventoriés sur le territoire communal :

✓ Natura 2000 :

➤ Massif dunaire Gavres - Plouhinec et zones humides associée :

Le plus vaste ensemble dunaire de Bretagne, entrecoupé en son centre par la rivière d'Etel et limité au nord par la "mer de Gâvres", vaste lagune située à l'abri d'un tombolo, au sud par la Baie de QUIBERON, située en arrière également d'un tombolo et à l'Est par CARNAC. Elle couvre 6 828 ha.

➤ Baie de QUIBERON (Zone de Protection Spéciale) :

Réserve de chasse et de faune sauvage du domaine public maritime d'une superficie de 913 ha sur les communes de PLOUHARNEL, SAINT PIERRE DE QUIBERON ET CARNAC,

2.6 RISQUES DE SUBMERSION MARINE

Les cartes de risques de submersion marine ont été éditées par la préfecture du Morbihan en septembre 2011. On observe que les zones en aléas fort s'étendent sur Carnac plage, autour des Salines et à Beaumer.

Le plan de prévention des risques littoraux (PPRL) est en cours d'élaboration.

2.7 CONTEXTE URBANISTIQUE ACTUEL

La Ville de CARNAC s'est développée autour de 2 principaux pôles : CARNAC Bourg et CARNAC Plage.

Le centre-ville ancien est caractérisé par un habitat dense concentré autour de l'église. Celui-ci a fait l'objet d'un réaménagement qui lui confère une forte imperméabilité.

Autour de ce centre, rayonnent des voies de liaisons principales dotées d'un habitat plus espacé, avec des habitations isolées dans des parcelles assez vastes.

La façade maritime du Men Du à St-Colomban dont l'urbanisation est plus récente après le remblaiement de zones marécageuses et d'anciens marais salants. Le secteur, caractérisé par un découpage régulier des voies (rectangle pour CARNAC Plage), a été doté d'un habitat essentiellement pavillonnaire isolé établi sur des parcelles de tailles assez importantes.

A partir de ces pôles, le développement récent de CARNAC s'est effectué par le biais d'opération de lotissement de pavillons ou de petits collectifs en périphérie du centre Bourg et de la bande maritime (secteurs de Legenèse, le Breno, Kerallan, St-Colomban, ...).

3. CONNAISSANCE DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

3.1 LES EQUIPEMENTS PLUVIAUX EXISTANTS

Les réseaux d'eaux pluviales sont structurés, un premier schéma directeur établi en 1997 a permis de dresser un programme de travaux pour permettre l'évacuation des eaux de ruissellement par des restructurations de réseaux, des dispositifs d'infiltration, des bassins à marée ou par le renforcement de pompage existant.

En 2015, le schéma directeur a été réactualisé avec la définition de travaux complémentaires pour résoudre quelques points noirs résiduels et des orientations pour la gestion des nouvelles zones d'urbanisation.

Les principaux exutoires aboutissent en mer (Port en Dro, Plages de Saint Colomban et Beaumer) et sont soumis à l'influence des marées.

Ils sont tous dotés de clapet anti-retour.

Une station de relevage des eaux pluviales est présente à Port en Dro afin de permettre le rejet des eaux pluviales de CARNAC plage, même en situation de marée haute.

Il existe peu de bassins tampons sur le territoire, les débits de points ne sont pratiquement pas écrêtés. On peut citer les équipements suivants:

- Bassin d'infiltration de l'allée Men Glaz,
- Bassin tampon en eau de Légénèse,
- 2 Bassins tampons en eau en série, allée de Kerberdery,
- Bassin tampon à sec du chemin du Brahen,
- 2 Bassins tampons à sec en série, secteur du Breno
- Bassin tampon à sec de la ZA de Montauban
- Bassin tampon à sec de la Gendarmerie

3.2 SYNTHESE DU SCHEMA DIRECTEUR D'EAUX PLUVIALES – CAPACITE DES EQUIPEMENTS EN PLACE

Le schéma directeur des eaux pluviales de la Ville de CARNAC a été élaboré en 2015.

Cette étude a permis de décrire les réseaux en place, d'estimer la capacité des réseaux de transfert principaux, de localiser les « points noirs » où des débordements sont observés et de dresser un programme de travaux pour améliorer la situation existante et proposer les mesures d'accompagnement de l'extension et de la densification de l'urbanisation.

3.2.1 LES BASSINS VERSANTS DU SECTEUR D'ETUDE

Les bassins versants principaux et pour lesquels des problèmes pouvaient être suspectés ont fait l'objet d'une étude détaillée, d'une modélisation et de programmes de travaux.

Le plan des réseaux existants a été établi dans le cadre du schéma directeur d'assainissement en eaux pluviales et est en possession de la collectivité.

Il ne s'agit pas d'un plan de géomètre mais bien d'un plan de fonctionnement sur lequel figurent, les diamètres et profondeurs relevés sur le terrain ou issus de plans de récolement.

La situation géographique et topographique de CARNAC a conduit à la création de cinq exutoires principaux. La modélisation a été réalisée pour ces 5 bassins versants. Les coefficients de ruissellement en situation actuelle ont été déterminés à partir de l'imperméabilisation actuelle en tenant compte des pratiques répandues d'infiltration à la parcelle sur CARNAC Plage et Légénèse. Les coefficients en situation future ont été établis en partant du principe que l'augmentation de l'imperméabilisation liée au développement de l'urbanisation serait intégralement compensée et donc sans impact significatif sur le ruissellement (débit de pointe).

FIGURE 7 TABLEAU RECAPITULATIF DES BASSINS VERSANTS MODELISES

	Surface	Situation actuelle		Situation future		Exutoire
		Coeff Imp	Coeff Ruis	Coeff Imp	Coeff Ruis	
BV Carnac Plage (hors zone rurale)	286 ha (115 ha)	0,18 (0,37)	0,15 (0,30)	0,19 (0,40)	0,15 (0,30)	Port en Dro (station de relevage pour rejet à marée haute)
BV Carnac Bourg	151 ha	0,33	0,33	0,41	0,34	Port en Dro
BV Légenèse	67 ha	0,29	0,25	0,29	0,25	Plage de Saint Colomban
BV Beaumer	16,6 ha	0,35	0,28	0,35	0,28	Plage de Beaumer
BV Ménec	99 ha	0,19	0,19	0,22	0,20	Anse du Pô

Les modélisations d'écoulements réalisées sur la base du ruissellement actuel et future de l'agglomération ont permis de mettre en évidence plusieurs insuffisances nécessitant des travaux d'améliorations.

3.2.2 CAPACITE DES INFRASTRUCTURES EXISTANTES

Les capacités des réseaux pluviaux de plusieurs secteurs ont été étudiées. Les simulations ont été produites pour une pluie de période de retour 10 ans.

Les simulations en situation actuelle ont été réalisées avec les coefficients de ruissellement calculés sur la base des éléments actuels.

Les simulations futures ont été faites avec les coefficients de ruissellement maximaux probables pour la situation future (en tenant compte d'une densification potentielle et des mesures de compensation de l'imperméabilisation).

En accord avec la collectivité, le principe retenu a été de considérer que sur l'ensemble des bassins versants ayant fait l'objet de modélisation (cf tableau ci-dessus), l'urbanisation nouvelle ou la densification devait se faire sans contrainte supplémentaire pour les réseaux pluviaux, à savoir :

- mise en conformité des réseaux sur certaines zones « à problème » en situation actuelle,
- mesures compensatoires pour toutes les opérations nouvelles (collectives ou à la parcelle),
- infiltration des eaux pluviales ou régulation lorsque l'infiltration n'est pas possible,
- débit de fuite variable selon la nature de l'opération : **3 l/s ou 3 l/s/ha**

3.2.2.1 CARNAC Plage

A l'entrée, dans CARNAC Plage, le réseau hydrographique principal a été canalisé par un ouvrage de section rectangulaire alternativement à ciel ouvert puis fermé jusqu'à Port En Dro où un clapet et une station de relevage sont présents.

Un réseau hydrographique secondaire « ancien » qui correspond au busage d'anciens étiers ou fossés de drainage est présent en particulier dans la partie Ouest de CARNAC Plage. Ce réseau, canalisé par des ouvrages circulaires Ø 300 à Ø 600 ou rectangulaires (dalot maçonné), est peu accessible et passe en limite de parcelles privées avec très peu de points d'accès.

Enfin, plusieurs rues dans la partie Est de CARNAC Plage sont dotées de dispositifs d'infiltration des eaux de ruissellement (tranchée drainante et puits d'infiltration).

La station de relevage de Port en Dro a été réalisée dans les années 60 puis a fait l'objet de travaux de modernisation en 1976 et en 2004.

Elle est équipée de 3 pompes pour une capacité d'évacuation nominale de 1 m³/s avec les 3 pompes en marche.

Les modélisations de la situation actuelle ont mis en évidence :

✓ En situation de marée basse (rejet gravitaire) :

Le réseau d'évacuation principal, avenue de Duguesclin, allée des Glycines, avenue des Peupliers, allée des Menhirs, avenue des Druides et jusqu'à la station de Port en Dro, atteint la limite de saturation pour la pluie de retour 10 ans.

Une mise en charge généralisée du réseau, n'occasionnant pas de débordement, permet l'évacuation du débit décennal.

✓ En situation de marée haute (rejet par pompage) :

En situation de marée haute, les clapets anti-retour sont fermés par l'action de la marée. Les eaux pluviales sont alors évacuées vers Port en Dro par les pompes de la station de relevage. Cette situation se présente dès lors que le niveau de la mer est supérieur à la cote 1,60 m NGF, soit environ 25 à 30 % du temps.

La probabilité pour qu'un évènement pluvieux décennal se produise à un tel niveau de marée devient à peu près trentennal à quarantennal (1 fois tous les 30 à 40 ans).

L'évènement décennal correspond alors à une pluie de période de retour 2 ans associée à un niveau de la mer supérieur à 1,60 m NGF.

Dans ces conditions, le réseau d'évacuation principal est suffisant mais le débit arrivant au poste dépasse théoriquement la capacité maximum de la station de Port en Dro. Cette situation, jamais observée jusqu'à présent, pourrait conduire à de légers débordements autour du canal principal (environ 800 à 1000 m³). Un renforcement de la capacité du poste à 1,5 m³/s permettrait de pallier ce problème.

Nota : la station de relevage de Port en Dro ne permettrait pas d'évacuer un évènement pluvieux décennal survenant pendant une marée haute.

3.2.2.2 CARNAC Bourg

L'axe principal d'écoulement de diamètre Ø 300 à Ø 800 démarre impasse des Korrigans, se prolonge rue de Poul Person (2 x Ø 500), avenue du Rahic (2 x Ø 600 puis Ø 800), puis avenue du Roer (Ø 500 puis Ø 600) avant de rejoindre le réseau hydrographique (étier) au niveau de l'Avenue des Salines.

Une antenne importante qui dessert la partie Ouest du Bourg depuis l'avenue des Salines (Ø 600 à Ø 800 rejoint cet axe majeur d'écoulement à proximité de la rue de St-Colomban (en terrain privé).

Au-delà de l'Avenue des Salines, les écoulements transitent dans un étier contournant les anciennes salines du Breno, dont les dimensions sont assez variables.

Cet étier qui s'étend sur environ 1 km, est à nouveau canalisé dans 2 conduites $\varnothing$ 800 au niveau de la Chaussée des Bernaches. A l'arrivée à Port En Dro, des clapets battants permettent d'éviter la remontée d'eau marine dans l'étier à marée haute.

Les modélisations de la situation actuelle ont mis en évidence :

✓ En situation de marée basse :

Le réseau d'évacuation principal présente une insuffisance manifeste à partir du carrefour Rahic/Roer jusqu'à l'exutoire à Port en Dro, pour les pluies de retour 10 ans et 2 ans.

Le réseau en provenance de l'avenue des Salines ainsi que l'ensemble du réseau secondaire est correctement dimensionné.

✓ En situation de marée haute :

En situation de marée haute, les clapets anti-retour sont fermés par l'action de la marée. Les eaux pluviales ne peuvent plus être évacuées vers Port en Dro et sont stockées dans les réseaux existants (2 x $\varnothing$ 800 chaussée des Bernaches et étiers) dont le volume est estimé à 5000 m³.

Cette situation se présente dès lors que le niveau de la mer est supérieur à la cote 1,60 m NGF, soit environ 25 à 30 % du temps. Pour une marée moyenne, la cote 1,60 m NGF est dépassée pendant environ 3 heures.

La probabilité pour qu'un événement pluvieux décennal se produise à un tel niveau de marée devient à peu près trentennal à quarantennal (1 fois tous les 30 à 40 ans).

Pour obtenir un événement d'occurrence à peu près décennale, nous avons supposé l'apparition d'une pluie de période de retour 2 ans sur 3 heures, soit environ 26,8 mm.

Appliquée à la surface active du bassin versant, pour lequel nous retiendrons un coefficient d'apport moyen de 0,33, une telle hauteur de pluie génère un volume d'environ 13 300 m³ supérieur d'environ 8 300 m³ au volume stockable dans l'étier actuel.

Cette approche rend bien compte du fait que le déficit de stockage pourrait engendrer des inondations des points bas du secteur du Breno (en plus du sous-dimensionnement de l'étier).

3.2.2.3 Légenèse

Le ruissellement de la partie Est du bassin versant transite dans le bassin de régulation « en eau » de la résidence de Légenèse puis rejoint l'avenue des Dunes à débit régulé dans deux conduites $\varnothing$ 400. Les écoulements du bassin versant sont ensuite évacués par un réseau $\varnothing$ 400 à $\varnothing$ 600 posé en terrain privé, jusqu'à l'exutoire sur la plage de Saint Colomban en $\varnothing$ 500.

L'exutoire est doté d'un clapet pour éviter les remontées d'eau de mer.

Nota : un des tronçons en domaine privé est constitué d'une canalisation DN 800 coupée à mi-hauteur et recouverte de plaques en béton.

Ce réseau est fortement ensablé et présente plusieurs contre pentes qui réduisent fortement sa capacité d'évacuation.

Les modélisations de la situation actuelle ont mis en évidence :

✓ En situation de marée basse :

L'insuffisance manifeste du réseau principal posé en terrain privé en aval de l'avenue des Dunes.

✓ En situation de marée haute :

En situation de marée haute, le clapet anti-retour de l'exutoire est fermé par l'action de la marée. Les eaux pluviales ne peuvent plus être évacuées la plage et sont stockées dans les réseaux existants (en terrain privé et dans le bassin en eau de Légenèse). Avant débordement au point bas située allée de Tal ar Treiz, le volume de stockage disponible est estimé à environ 2000 m³.

Cette situation se présente dès lors que le niveau de la mer est supérieur à la cote 1,60 m NGF, soit environ 25 à 30 % du temps. Pour une marée moyenne, la cote 1,60 m NGF est dépassée pendant environ 3 heures.

La probabilité pour qu'un événement pluvieux décennal se produise à un tel niveau de marée devient à peu près trentennal à quarantennal (1 fois tous les 30 à 40 ans).

Pour obtenir un événement d'occurrence à peu près décennale, nous avons supposé l'apparition d'une pluie de période de retour 2 ans sur 3 heures, soit environ 26,8 mm.

Appliquée à la surface active du bassin versant, pour lequel nous retiendrons un coefficient d'apport moyen de 0.25, une telle hauteur de pluie génère un volume d'environ 4 500 m³ supérieur d'environ 2 500 m³ au volume disponible.

Cette approche rend bien compte du fait que le déficit de stockage pourrait engendrer des inondations des points bas de l'allée de Tal ar Treiz (en plus du sous-dimensionnement de réseau).

3.2.2.4 Beaumer

Le point de rejet des eaux pluviales de ce secteur est situé sur la plage de BEAUMER (Ø 400). Il est doté d'un clapet.

Les écoulements sont acheminés vers l'exutoire via deux antennes principales :

- Un réseau Ø 500 chemin de Port Bagheu, pour la partie Nord du bassin versant,
- Un réseau Ø 300 allée des Tennis poursuivi par un fossé établi dans une grande parcelle vierge, pour le reste du bassin versant.

Les modélisations de la situation actuelle ont mis en évidence :

✓ En situation de marée basse :

L'insuffisance du réseau de l'allée des Tennis vers l'avenue d'Orient.

✓ En situation de marée haute :

En situation de marée haute, le clapet anti-retour de l'exutoire est fermé par l'action de la marée. Les eaux pluviales ne peuvent plus être évacuées la plage et sont stockées dans la parcelle traversée par le fossé.

Cette situation se présente dès lors que le niveau de la mer est supérieur à la cote 1,60 m NGF, soit environ 25 à 30 % du temps. Pour une marée moyenne, la cote 1,60 m NGF est dépassée pendant environ 3 heures.

La probabilité pour qu'un événement pluvieux décennal se produise à un tel niveau de marée devient à peu près trentennal à quarantennal (1 fois tous les 30 à 40 ans).

Pour obtenir un événement d'occurrence à peu près décennale, nous avons supposé l'apparition d'une pluie de période de retour 2 ans sur 3 heures, soit environ 26,8 mm.

Appliquée à la surface active du bassin versant, pour lequel nous retiendrons un coefficient d'apport moyen de 0.28, une telle hauteur de pluie génère un volume d'environ 1 250 m³ qu'il conviendra de gérer sur la parcelle vierge mitoyenne de l'avenue d'Orient.

3.2.2.5 Ménec

Le thalweg qui draine les écoulements de ce bassin versant se rejette dans l'anse du Pô.

La partie Nord et Est du bassin versant, comprenant le terrain des Sports, rejoint le thalweg via des réseaux Ø 400 puis Ø 700 et Ø 800 posés rue de Kervégan et chemin du Grah Moullac.

Les écoulements de la route départementale D781 transitent par une large noue paysagée située dans l'accotement du giratoire de Kergouillard, puis rejoignent le thalweg principal à débit régulé.

Un peu plus en aval, le thalweg franchit la rue du Pô avec une conduite Ø 600, puis le chemin de Mané ar Groez avec un ouvrage cadre de 1,70 x 0,80 m.

Les modélisations de la situation actuelle ont mis en évidence plusieurs insuffisances au niveau du réseau traversant le terrain des sports, du Ø 400 rue de Kervégan puis du Ø 600 en traversée de la rue du Pô.

3.3 TRAVAUX

3.3.1 PROGRAMME DE TRAVAUX EPL

Les résultats de ces simulations ont conduit à un programme de travaux qui, associé aux règles d'urbanisation futures énoncées dans le zonage pluvial assurera une protection de période de retour décennale, à savoir :

- ✓ Pour une pluie décennale en situation de marée basse,
- ✓ Pour une pluie bisannuelle de durée 3 heures en situation de marée haute (niveau > 1,60 m NGF)

L'ensemble des travaux programmé tient compte d'une volonté de limiter les écoulements d'eaux pluviales depuis le domaine public vers le domaine privé. Les travaux programmés sont proposés en conséquence sauf sur les secteurs où cela n'est techniquement pas possible.

FIGURE 8 PROGRAMME DE TRAVAUX

Travaux envisagés et localisation	Nature des travaux	Coût € HT	
		priorité 1	priorité 2
BASSIN VERSANT DE CARNAC PLAGES			
Sans objet			
BASSIN VERSANT DE CARNAC BOURG			
Régulation avenue du Rahic	Ouvrage de régulation à 350 l/s Débit conservé vers l'avenue du Roer Trop plein vers Ranguhan Vanne motorisée pour délestage de marée haute	10 000	
Délestage chemin du Ranguhan	460 m de DN 1000	200 000	
Stockage à Kergouellec	Bassin de 4000 m³	60 000	
Régulation avenue des salines	Ouvrage de régulation à 600 l/s Débit conservé vers l'étiers Régulation dans la zone naturelle Vanne motorisée pour stockage de marée haute	10 000	
Régulation et stockage avenue des Salines (zone naturelle)	Bassin paysager de 6000 m³	60 000	
Total bassin versant de Carnac Plage		340 000	0
BASSIN VERSANT DE LEGENESE			
Régulation avenue des Dunes	Aménagement d'un seuil déversant Débit conservé 180 l/s vers l'exutoire actuel Trop plein vers l'allée des Mimosas		8 000
Délestage allée des Mimosas	120 m de DN 800		48 000
Poste de relèvement - terrain des cirques	Poste de capacité 1 m³/s avec refoulement DN 600		400 000
Total bassin versant de Légenèse		0	456 000
BASSIN VERSANT DE BEAUMER			
Renforcement allée des Tennis	230 m de DN 600		75 000
Stockage avenue d'Orient	Bassin de 1200 m³ pour stockage à marée haute		15 000
Total bassin versant de Beaumer		0	90 000
BASSIN VERSANT DE MENECE			
Renforcement du terrain des sports jusqu'à la rue de Kervéguan	400 m de DN 600		128 000
Renforcement de la traversée rue du Pô	10 m de DN 800		5 000
Total bassin versant de Ménéce		0	133 000
MONTANT TOTAL EN € HT		340 000	679 000

3.3.2 LES SECTEURS SENSIBLES EN TERMES D'ÉCOULEMENTS PLUVIAUX

De cette étude, on retiendra deux secteurs particulièrement sensibles du point de vue des écoulements pluviaux :

- ✓ L'axe avenue du Rahic / avenue du Roer / salines du Breno (bassin versant du Bourg)

Le réseau existant est sous dimensionné au regard de la superficie et de l'imperméabilisation actuelle du bassin versant collecté. Le sous-dimensionnement du réseau est confirmé par l'observation de débordements importants au droit du carrefour avenue du Rahic / avenue du Roer.

Le schéma directeur prévoit des travaux importants (délestage, stockage et régulation) qui permettront d'assurer la protection décennale vis-à-vis de la situation d'imperméabilisation actuelle.

Des dispositions devront être prises sur l'ensemble du bassin versant pour limiter l'impact de l'imperméabilisation des sols consécutive aux nouveaux projets de bâtiments et de voirie.

Les rejets directs vers le réseau d'eau pluvial existant seront interdits.

La gestion des eaux se fera à l'échelle des parcelles ou des zones urbanisables, préférentiellement par infiltration ou par régulation si l'infiltration est techniquement impossible.

- ✓ Secteur de Carnac Plage

Le secteur de Carnac Plage est traversé par le thalweg du ruisseau de Kergouellec. Les écoulements sont transférés par un ouvrage de section rectangulaire alternativement à ciel ouvert puis fermé jusqu'à Port En Dro.

Cette ouvrage arrive à saturation pour l'évènement décennal et ne pourra supporter le raccordement de nouvelles surfaces imperméabilisées sans risques de légers débordements.

Le schéma directeur prévoit de conserver les ouvrages actuels.

Des dispositions devront toutefois être prises sur l'ensemble du bassin versant pour limiter l'impact de l'imperméabilisation des sols consécutive aux nouveaux projets de bâtiments et de voirie.

Les rejets directs vers le réseau d'eau pluvial existant seront interdits.

La gestion des eaux se fera à l'échelle des parcelles ou des zones urbanisables, préférentiellement par infiltration ou par régulation si l'infiltration est techniquement impossible.

Afin de maîtriser l'investissement futur lié à la création ou au renforcement des réseaux existants, le principe de gestion des eaux pluviales à l'échelle des parcelles ou des zones urbanisables est étendu à l'ensemble du territoire communal.

4. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Le PLU est élaboré par le cabinet EOL, simultanément au zonage pluvial.

Le Plan d'aménagement et de développement durable (PADD) qui constitue la première partie du Plan Local d'Urbanisme (PLU) définit ainsi les objectifs de la commune

- L'objectif de la commune n'est pas d'accueillir plus de population estivale mais de mettre l'accent sur la population résidente à l'année.
- Sur la dernière période, la commune n'a pas connu de croissance démographique. Selon l'INSEE, en 2008, la commune compte 4428 hab.
- Pour les dix prochaines années (2014-2024), la commune souhaiterait retrouver une croissance démographique ambitieuse et atteindre 5000 habitants, soit une croissance de 1.1%/an.

L'accueil de population nouvelle passe par le développement d'urbanisation plus dense dans les dents creuses soumise ou non à Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP). Un potentiel de

développement d'environ 506 logements est ressorti de l'étude dont 150 sont actuellement en projet sur les sites de Bellevue et Parc Belan.

En matière d'écoulements pluviaux, ce sont principalement les zones d'imperméabilisation des surfaces qui entrent en considération : zones d'urbanisation actuelles et d'extension futures.

Les extensions d'urbanisation envisagées correspondent aux dents creuses du tissu urbain et à une extension des zones à vocation d'habitat, principalement en périphérie du bourg.

Les zones urbanisables 1Au et 2AU à vocation d'habitat représentent 15,50 ha.

Une densification des secteurs Uc est également envisagée par le biais d'OAP sur une superficie totale de 14,93 ha.

Sur les zones urbanisables (1AU) et urbanisées Uc, 14 OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) sont proposées au PLU. Ces opérations d'ensemble faciliteront la mise en œuvre d'une régulation des eaux pluviales à l'échelle des opérations.

5. REGLES POUR L'URBANISATION FUTURE - ZONAGE

5.1 PRINCIPES RETENUS POUR L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

✓ Protection décennale :

Les réseaux et aménagements sont dimensionnés pour :

- Hors influence du niveau de la mer : pour une pluie de période de retour $T = 10$ ans,
- Avec influence du niveau de la mer : pour une pluie de période de retour $T = 2$ ans de durée 3 heures,

✓ Réseaux séparatifs :

Les réseaux créés sur la Ville de CARNAC seront de type séparatif,

✓ Coefficients d'imperméabilisation :

Les coefficients d'imperméabilisation actuels des bassins versants ont été estimés en fonction du type d'urbanisation (pavillonnaire, centre-ville, équipements...), des linéaires de voirie, ainsi que des observations de terrain (parkings...).

Les coefficients futurs présentés ci-dessous sont les coefficients maximum autorisés **sur les parcelles privatives.**

Nous avons établi sur la base du constat actuel de l'urbanisation 6 zones :

- **zone urbaine dense** : Il s'agit du centre-ville actuel et du village de Saint Colomban (**Ua**), du secteur de la Thalassothérapie (**Ubt**). Dans ces secteurs, les réseaux sont dimensionnés pour une forte imperméabilisation. Le PLU ne fixe pas de coefficient d'emprise au sol maximum, dans le même esprit il n'est pas fixé de coefficient d'imperméabilisation.
- **zone péri-urbaine moyennement dense** : Il s'agit du tissu pavillonnaire de l'agglomération du bourg (**Uba**) et des zones correspondants aux équipements de sport et aux activités d'hébergement de plein air (**Ubl**). Dans ces zones, l'habitat est existant (lotissement, terrain des sports et campings) et le coefficient d'imperméabilisation global est de 0,35 à 0,40. Le PLU fixe un CES de 40 % en zone Uba. Le coefficient d'imperméabilisation maximum autorisé est de **0.45**.

- **zone péri-urbaine moins dense** : Il s'agit du tissu pavillonnaire de l'agglomération du bourg et de Carnac plage (**Ubb**). Dans ces zones, l'habitat est existant et le coefficient d'imperméabilisation global est de 0,30 à 0,35. Le PLU fixe un CES de 30 à 35 %. Le coefficient d'imperméabilisation maximum autorisé est de **0.40**.
- **zone pavillonnaire peu dense, avec ou sans caractère central** : Il s'agit du tissu pavillonnaire peu dense de l'agglomération du bourg et de Carnac plage (**Ubc**) et des hameaux en campagne (**Uh**). Le PLU y fixe un CES de 30 %. Le coefficient d'imperméabilisation maximum autorisé pour est de **0.35**.
- **zone résidentielle balnéaire** : Il s'agit du front de mer, de l'arrière front de mer et du secteur central de Carnac plage (**Ubd**). Dans cette zone, l'habitat est existant et le coefficient d'imperméabilisation global est de 0,33. L'imperméabilisation à l'échelle des parcelles est disparate. Elle varie de 0,20 à 0,40 pour les parcelles résidentielles jusqu'à 0,90 pour le supermarché. Le PLU fixe un CES de 25 % pour l'habitat. Le coefficient d'imperméabilisation maximum autorisé pour l'habitat est de **0.30**.
- **zone d'activités (Montauban)** : Cette zone a fait l'objet d'un dossier réglementaire spécifique, l'imperméabilisation peut atteindre le coefficient **0,75** sur la partie actuelle. Les extensions pourront également être imperméabilisées avec un coefficient maximum de **0,75** mais devront être associées à des mesures compensatoires.

✓ Prescriptions pour les zones urbanisées (densification) :

Le raccordement des eaux de ruissellement, issus des constructions nouvelles ou extensions, sur le réseau public ou sur le domaine public, sans régulation, n'est pas autorisé, à l'exception des voiries et terrasses dont la surface cumulée est inférieure à 20 m².

La gestion des eaux pluviales est de la responsabilité du propriétaire. Les rejets dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel seront opérés de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels et à minima dans le respect des principes énumérés ci-dessous :

- La surface totale imperméabilisée du projet est **inférieure à 20 m²**
 - Etalement sur la parcelle des eaux de ruissellement de toiture,
 - Aucune prescription pour les eaux de ruissellement des terrasses et voiries
- La surface totale imperméabilisée du projet est **supérieure à 20 m² mais inférieure à 250 m²**
 - Infiltration dans le sol de l'ensemble des eaux de ruissellement,

Le dimensionnement du ou des puits d'infiltrations, fonction de la capacité d'infiltration du sol et de la surface imperméabilisée est donné dans le tableau ci-dessous :

SURFACE IMPERMEABILISEE DU PROJET EN M ²	COEFFICIENT D'INFILTRATION EN M/S		
	$5.10^{-5} < C < 10^{-4}$	$10^{-4} < C < 5.10^{-4}$	$5.10^{-4} < C$
$S < 50 \text{ m}^2$	1 puits DN 1000 profondeur 1,20m (0,95 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,00 m (0,80 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,00 m (0,80 m ³)
$50 \text{ m}^2 < S < 100 \text{ m}^2$	1 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (1,60 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,40 m (1,10 m ³)	
$100 \text{ m}^2 < S < 150 \text{ m}^2$	2 puits DN 1000 profondeur 1,60 m (2,50 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (1,50 m ³)	
$150 \text{ m}^2 < S < 200 \text{ m}^2$	2 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (3,00 m ³)	2 puits DN 1000 profondeur 1,40 m (2,20 m ³)	
$200 \text{ m}^2 < S < 250 \text{ m}^2$		2 puits DN 1000 profondeur 1,60 m (2,50 m ³)	

- Etalement sur la parcelle des eaux de ruissellement en cas de justification de l'incapacité d'infiltration du sol (perméabilité mesurée à 50 cm de profondeur inférieure à 5.10^{-5} m/s – mesurée par essai Porchet ou Matsuo). Les eaux de ruissellement de voirie et terrasse, d'une surface supérieure à 20 m², sont dirigées vers une surface perméable (pelouse, jardin) ou vers un puits d'infiltration mais ne sont pas rejetées directement vers le domaine public.
- La surface totale imperméabilisée du projet est **supérieure à 250 m²**
 - Infiltration dans le sol de l'ensemble des eaux de ruissellement, à justifier selon les capacités d'infiltration du sol et selon la surface d'infiltration disponible
 - Ou régulation à la parcelle au débit de fuite maximum de 3 litres par seconde (3L/s) en cas de justification de l'incapacité d'infiltration du sol. Les eaux de ruissellement de voirie et terrasse, d'une surface supérieure à 20 m², sont dirigées vers une surface perméable (pelouse, jardin) ou vers un puits d'infiltration mais ne sont pas rejetées directement vers le domaine public,
 - Ou **en dernier recours** étalement sur la parcelle des eaux de ruissellement en cas de justification de l'incapacité d'infiltration du sol et de l'impossibilité technique de raccorder un débit régulé sur le domaine public (réseau inexistant ou insuffisamment profond)

- ✓ Prescriptions pour les zones objets d'Orientation d'Aménagement et de Programmation (Uc et 1 AU) et pour les zones 2AU:

L'urbanisation des zones urbanisables non encore urbanisées indiquées au PLU ainsi que la construction en zone urbanisée Uc (même celles inférieures à 1 ha) devra être accompagnée de la mise en place de mesures compensatoires (objectif de la neutralité des nouveaux aménagements vis à vis du milieu récepteur).

La gestion des eaux pluviales est de la responsabilité de l'aménageur. Les rejets dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel seront opérés de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels et à minima dans le respect des principes énumérés ci-dessous :

- Superficie de la zone inférieure à 1 hectare
 - Infiltration des eaux de ruissellement (y compris voirie commune de l'opération), à justifier selon les capacités d'infiltration du sol et selon la surface d'infiltration disponible
 - Régulation au débit de fuite de 3 litres par seconde (3L/s), en cas de justification de l'incapacité d'infiltration du sol (perméabilité mesurée à 50 cm de profondeur inférieure à 5×10^{-5} m/s – mesurée par essai Porchet ou Matsuo)
- Superficie de la zone supérieure à 1 hectare (dossier soumis à Déclaration au titre du Code de l'Environnement, voire autorisation si la surface est supérieure à 20 hectares)
 - Infiltration des eaux de ruissellement (y compris voirie commune de l'opération)
 - Régulation au débit de fuite de 3 litres par seconde **par hectare** (3L/s/ha), en cas de justification de l'incapacité d'infiltration du sol (perméabilité mesurée à 50 cm de profondeur inférieure à 5×10^{-5} m/s – mesurée par essai Porchet ou Matsuo)

L'annexe 1 développe les différents types de techniques compensatoires qui peuvent être envisagées dans le contexte de la Ville de CARNAC. Une fiche technique pour chaque technique est présentée en annexe 2.

D'autres solutions pourront être mises en œuvre lors des projets d'urbanisation (autre technique de régulation par noues, stockage à la parcelle...). Si celles-ci étaient retenues par l'aménageur, une description technique devra expliciter et justifier le dimensionnement retenu et le débit de fuite mentionné devra dans tous les cas être respecté.

✓ Vérification de la bonne séparation des eaux :

Une attention particulière doit être portée pour chaque nouveau branchement à la bonne séparation des eaux, aucune eau usée ne devant être rejetée vers le réseau pluvial (et inversement).

✓ Gestion des eaux de l'ensemble du domaine privé

La Ville n'accepte pas de branchement direct des eaux pluviales du domaine privé sur les collecteurs publics. Actuellement, le raccordement s'effectue de préférence en surface sur la chaussée, les eaux étant captées par les ouvrages d'engouffrement de voirie (grilles, avaloirs).

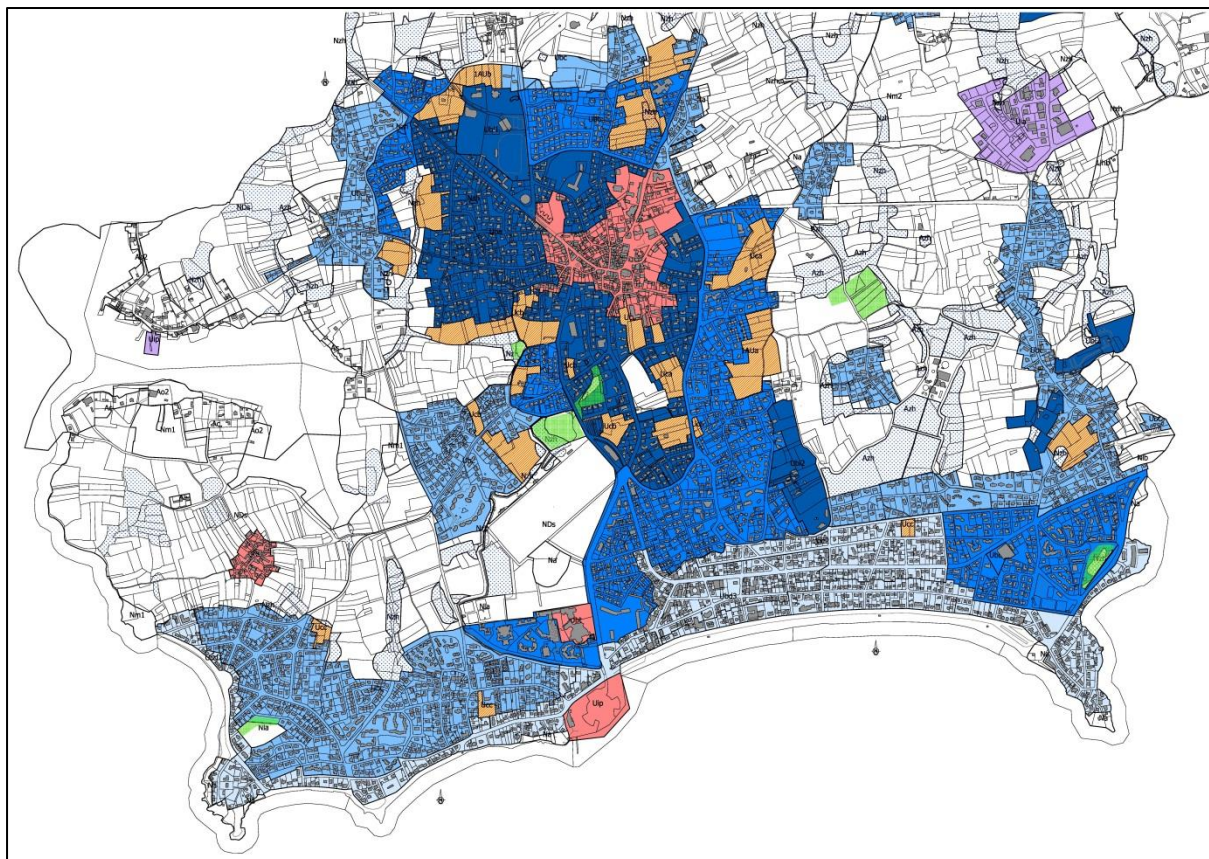
Cette disposition contribue à ralentir les écoulements par opposition aux raccordements directs qui accentuent les débits de pointe à évacuer aux points de concentration.

Ainsi, et sauf dérogation accordée par la Ville, il y a obligation de stockage des eaux à la parcelle avec raccordement du seul trop-plein et/ou débit de fuite régulé vers le caniveau.

Ces dérogations pourront être données dans les parties urbaines denses de l'agglomération où les parcelles ne disposent pas de l'espace nécessaire à l'installation de tels équipements. Des exceptions seront également possibles dans le cas où un raccordement vers le caniveau conduirait à des désordres sur la voirie (pompes de relèvement, vidage de piscine...).

5.2 PLAN DE ZONAGE DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

La Cartographie est présentée en pièce 2 du dossier de zonage pluvial à l'échelle 1 / 5 000.



6. ANNEXE 1 : COMPENSATION DES NOUVELLES IMPERMEABILISATIONS

7. ASPECTS HYDRAULIQUES ET QUALITATIFS

➤ Aspects hydrauliques

Dans le cas d'un assainissement pluvial de conception "classique" avec le captage des eaux de pluie et leur transfert dans des réseaux, on aboutit à une concentration des débits vers l'aval : diminution des temps de concentration (ou "temps de réponse") des bassins versants. Cela provoque la nécessité de créer des réseaux de diamètre important, et peut, si la partie aval du bassin versant est vulnérable, engendrer des risques importants aux points de concentration.

Les conséquences "hydrauliques" de l'urbanisation sont donc essentiellement de deux ordres :

- **augmentation du risque** : il faut assurer la sécurité des individus en les protégeant contre les inondations,
- **coût des aménagements** : pour assurer la continuité du développement urbain, il faut trouver des solutions pour :
 - soit évacuer les eaux de pluie vers les points bas (la capacité des réseaux doit être suffisante),
 - soit choisir des techniques dites "alternatives" consistant à déconcentrer les flux en gérant les débits et volumes au plus près de la source (rétention et/ou infiltration).

➤ Aspects qualitatifs

La charge polluante véhiculée par les eaux pluviales au sens strict provient de deux origines :

- **origine atmosphérique** : polluants gazeux ou particuliers en suspension dans l'atmosphère et entraînés par les eaux pluviales
- **origine de ruissellement** :
 - pollution spécifique des chaussées : lubrifiants, dépôt d'échappement, usure des pneus, sel de déverglaçage...
 - pollution de zone d'habitation : corrosion des toitures, engrais, pesticides des espaces verts, excréments d'animaux domestiques...
 - pollution de secteurs industriels : variables suivant les activités, les produits stockés...

La majeure partie des produits polluants des eaux pluviales est associée aux matières en suspension. Cette pollution particulière est faiblement biodégradable.

L'essentiel de la contamination pluviale chronique peut ainsi être décantée, c'est-à-dire qu'une simple décantation dans un bassin permet de réduire notablement les charges en matières en suspension ainsi que les polluants qui leur sont associés.

Par ailleurs, les eaux pluviales peuvent également entraîner des flux de pollution accidentelle (hydrocarbures en particulier) qu'il convient de pouvoir bloquer avant le rejet dans un milieu récepteur. Ceci est particulièrement important pour des voies à forte circulation ou pour des zones d'activités.

La pollution des eaux pluviales « strictes » n'est pas la seule cause de perturbation du milieu.

Les rejets directs (ou indirects) d'eaux usées au milieu constituent une source de pollution permanente et chronique qui affecte la qualité des cours d'eau de façon importante.

Certains mauvais branchements peuvent cependant subsister, des procédures de recherche de mauvais branchements par visite du réseau pluvial en temps sec puis contrôle détaillé de ces branchements permettent d'obtenir de bons résultats en termes d'apports au milieu. En cas de raccordement non conforme, la réalisation des travaux de mise aux normes incombe aux particuliers.

8. LES TECHNIQUES ALTERNATIVES EN ASSAINISSEMENT PLUVIAL

De nombreuses techniques (voir fiches en annexes) peuvent être mises en œuvre pour limiter les impacts quantitatifs et qualitatifs des rejets pluviaux des zones urbanisées et extensions futures. Ces techniques peuvent se situer à plusieurs niveaux dans la structure de collecte et de transfert des eaux pluviales.

➤ Au niveau des parcelles privées

- stockage sur toitures terrasses,
- puisards d'infiltration, tranchées d'infiltration,
- régulation et stockage,
- absence de gouttière - étalement des eaux sur la parcelle ...

Ces techniques privatives sont mises en œuvre afin de limiter les renforcements de réseaux à l'aval. Elles entraînent une implication des particuliers dans le système de gestion des eaux pluviales mais limitent les infrastructures à mettre en place en domaine public.

➤ Au niveau des réseaux publics de desserte

- fossés d'infiltrations
- tranchées drainantes
- chaussées et parkings réservoir
- système de noues (larges fossés peu profonds à faible pente)
- ...

De la même façon que les techniques privatives, certaines de ces techniques ne sont pas forcément applicables en fonction du contexte local, des perspectives d'urbanisation et des contraintes d'entretien qu'elles nécessitent.

Ces techniques peuvent être appliquées plus facilement en tête de bassin versant quand les volumes à stocker restent peu importants.

➤ Au niveau des ouvrages structurants (réseaux de transfert primaires)

- bassin d'infiltration
- bassin de régulation
 - . à sec
 - . en eau

Ce type d'ouvrage qui fait partie de la structure de collecte principale du réseau de la collectivité nécessite un entretien et un contrôle de sa part. La principale contrainte étant l'emplacement à trouver pour un tel ouvrage. Ils peuvent cependant être conçus pour une double utilisation : espace vert ou zone de loisirs en temps sec et bassin de rétention en temps de pluie.

Les tableaux en pages suivantes permettent de regrouper les avantages / inconvénients de chaque technique.

TABEAU 1 : TABLEAU COMPARATIF DES DIFFERENTES TECHNIQUES ALTERNATIVES – 1ERE PARTIE

Techniques	Avantages	Inconvénients
Bassin à sec	▪ Aménageable en espaces verts ▪ Réduction des débits de pointe à l'exutoire ▪ Alimentation de la nappe (si infiltration) ▪ Mise en œuvre facile ▪ Possibilité de volume important	▪ Importante emprise foncière ▪ Dépôt de boue de décantation et de flottants ▪ Risques de nuisances dues à la stagnation de l'eau (olfactives) ▪ Entretien fréquent des espaces verts ▪ Risque de pollution de la nappe (si infiltration)
Chaussée à structure réservoir	▪ Ecrêtement des débits et diminution du risque d'inondation ▪ Aucune emprise foncière supplémentaire ▪ Filtration des polluants ▪ Elimination des flaques d'eau ▪ Meilleur confort de conduite (moins de bruit, réduction du risque d'aquaplanage,)	▪ Entretien très régulier des revêtements drainants (risque de colmatage) ▪ Risque de pollution de la nappe ▪ Coût plus élevé qu'une chaussée normale ▪ Utilisation exclue dans les zones giratoires
Les tranchées drainantes	▪ Très bonne intégration paysagère ▪ Cout faible et mise en œuvre facile ▪ Bien adapté également au jardin privatif ▪ Epuration partielle des eaux ▪ Alimentation de la nappe	▪ Risque de colmatage (les eaux ne doivent pas être trop chargées en matières en suspension) ▪ Risque de pollution de la nappe (tranchée d'infiltration) ▪ Contraintes dans le cas d'une forte pente et d'un encombrement du sous-sol ▪ Entretien spécifique régulier
Les Noues	▪ Bonne intégration paysagère ▪ Infiltration possible si le sol est perméable ▪ Cout très faible ▪ Utilisation en un seul système des fonctions de rétention, de régulation et d'écètements des débits de pointe.	▪ Nuisance due à la stagnation des eaux ▪ Entretien régulier et spécifique ▪ Plus adapté au milieu rural ou périurbain ▪ Plus contraignant sur site pentu (cloisonnement nécessaire)

TABEAU 2 : TABLEAU COMPARATIF DES DIFFERENTES TECHNIQUES ALTERNATIVES – 2 EME PARTIE

Techniques	Avantages	Inconvénients
Les puits d'infiltration	▪ Très bonne intégration paysagère (faible emprise au sol et non visible car enterré) ▪ Cout faible et simplicité de conception ▪ Large utilisation (parcelle, espace publique, ...) ▪ Intéressant dans le cas d'un sol imperméable et d'un sous-sol perméable ▪ Alimentation de la nappe	▪ Risque de colmatage ▪ Risque de pollution de la nappe (prétraitement éventuelle à prévoir en amont) ▪ Entretien régulier et spécifique ▪ Réalisation tributaire de la nature du sol
Les citernes	▪ Bonne intégration paysagère dans le cas d'une citerne enterrée ▪ Bien adapté au parcellaire ▪ Réutilisation des eaux possibles ▪ Coût très faible pour une citerne extérieure	▪ Entretien régulier (pompes, filtres, vidange) ▪ Intégration paysagère plus contraignante pour une citerne extérieure ▪ Coût plus élevé pour une citerne enterrée ▪ Aménagements nécessaires dans le cas d'une réutilisation des eaux à usage domestique autre qu'alimentaire
Les toits stockants	▪ Intégration possible et esthétique à tout type d'habitats ▪ Stockage immédiat et temporaire sans emprise foncière ▪ Diminution des réseaux à l'aval et régulation du débit de sortie	▪ Léger surcoût par rapport à une toiture ordinaire ▪ Réalisation très soignée pour les problèmes d'étanchéité ▪ Entretien régulier ▪ Précautions importantes pour une toiture déjà existante ▪ Mise en place difficile sur une toiture en pente (>2%) ▪ Inadapté aux toitures comportant des locaux techniques ▪ Problèmes éventuels liés au gel
Les structures alvéolaires	▪ Bonne intégration paysagère ▪ Très bon rendement (> aux tranchées drainantes) ▪ Bien adapté lorsque les surfaces disponibles sont faibles	▪ Les eaux recueillies doivent être faiblement chargées en MES et non polluées ▪ Les petites structures ne supportent pas le trafic ▪ Technique onéreuse

9. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES – TECHNIQUES – VALIDATION – ENTRETIEN - EXIGENCES

9.1 PRESCRIPTIONS POUR LES MESURES COMPENSATOIRES GLOBALES

Source : extrait des dispositions zonage DDE22 – SIAT – F.Richter –

Ces mesures compensatoires (bassin paysager, noues stockantes, tranchées drainantes, chaussées à structure réservoir, toitures stockantes ou tout autre dispositif approprié), se doivent de respecter un débit de fuite maximal de 3 l/s/ha. Elles seront réalisées de manière à être le plus « paysagées » possible (cela ne sera pas des « trous »).

Dans l'hypothèse d'un bassin paysager, sa configuration sera telle qu'elle ne nécessite pas de grillage de protection. Les pentes de talus seront de 25 % maximal et le bassin sera enherbé. Il sera doté d'un ouvrage de régulation en sortie avec une vanne de fermeture et d'une cunette plus ou moins centrale en béton ayant un tracé rappelant celui d'un cours d'eau, intégrée dans le plan du fond « d'ouvrage ». Le fond de la mesure compensatoire aura une pente orientée (entre 7 et 25%) vers cette dernière. La sortie de la zone de rétention sera à l'opposé de l'entrée.

Pour les mesures compensatoires apparentées à des bassins de régulation à sec d'une capacité supérieure à 500 m³, ils devront, sauf impossibilité technique justifiée par le porteur de projet et acceptée par la municipalité, être conçus de manière à présenter un double volume de stockage. Le premier volume sera dimensionné sur une période de retour comprise entre 3 mois et 1 an (pluies courantes). Le second volume sera déterminé par différence entre le volume total du bassin et le premier volume. Pour les bassins de volume inférieur, la régulation des pluies courantes pourra être réalisée avec différents trous d'ajutage.

Dans l'hypothèse de noues ou de dépressions paysagères, elles seront également enherbées. Les pentes de talus seront au maximum de 25% et devront avoir un profil en travers se rapprochant le plus possible d'une courbe sinusoïdale. La profondeur des mesures sera limitée à 0.80 mètre maximum.

Dans l'hypothèse de tranchées drainantes, celles-ci seront intégrées à l'aménagement, réalisées avec un matériau présentant un pourcentage de vide suffisant (une analyse des vides du matériau employé sera produite comme justificatif) et relativement esthétique pour participer à la qualité environnementale du projet.

La réalisation de parkings verts (type alvéoles végétalisées) sur tout ou partie du projet pourra être une solution alternative pour contribuer au respect du coefficient d'imperméabilisation. L'aménageur pourra également rechercher une double fonction aux mesures compensatoires comme notamment prévoir des espaces publics inondables.

Les mesures compensatoires mises en place devront respecter les règles de l'art, tant dans la conception que dans la réalisation. Aussi, tout matériau ou matériel drainant sera protégé par un géotextile pour éviter qu'il ne se colmate par un apport de fines. L'entretien et le bon fonctionnement de tous les dispositifs de régulation seront assurés par le maître d'ouvrage du projet.

En cas d'impossibilité majeure, dûment justifiée, à respecter ces dispositions de conception, et dans des cas extrêmement limités, ou dans des cas où une morphologie du terrain avant aménagement le justifierait, **l'aménageur pourra solliciter une dérogation en argumentant sa demande. Celle-ci ne pourra être accordée qu'après délibération motivée du conseil municipal.**

9.2 PRESCRIPTIONS POUR LA REGULATION A LA PARCELLE

Tout nouveau projet d'urbanisation (construction neuve ou extension) doit être compensé.

En premier lieu, et au vu du contexte environnemental de CARNAC, une solution de régulation par infiltration ou « puits perdu » sera recherchée et privilégiée. Le ou les ouvrages à prévoir sont indiqués dans le tableau ci-dessous, en fonction de la surface imperméabilisée du projet et de la capacité d'infiltration du sol.

SURFACE IMPERMEABILISEE DU PROJET EN M ²	COEFFICIENT D'INFILTRATION EN M/S		
	$5.10^{-5} < C < 10^{-4}$	$10^{-4} < C < 5.10^{-4}$	$5.10^{-4} < C$
$S < 50 \text{ m}^2$	1 puits DN 1000 profondeur 1,20m (0,95 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,00 m (0,80 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,00 m (0,80 m ³)
$50 \text{ m}^2 < S < 100 \text{ m}^2$	1 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (1,60 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 1,40 m (1,10 m ³)	
$100 \text{ m}^2 < S < 150 \text{ m}^2$	2 puits DN 1000 profondeur 1,60 m (2,50 m ³)	1 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (1,50 m ³)	
$150 \text{ m}^2 < S < 200 \text{ m}^2$	2 puits DN 1000 profondeur 2,00 m (3,00 m ³)	2 puits DN 1000 profondeur 1,40 m (2,20 m ³)	
$200 \text{ m}^2 < S < 250 \text{ m}^2$		2 puits DN 1000 profondeur 1,60 m (2,50 m ³)	

Seul le trop-plein sera éventuellement raccordé vers le domaine public.

Le volume à stocker dans le puits d'infiltration est calculé pour la pluie décennale de durée 4 heures, soit 38 mm.

Le volume à stocker est obtenu par différence entre le volume ruisselé et le volume infiltré, soit :

Calcul du Volume à stocker :

$$V = (S_{\text{imp}} \times H) - (S_{\text{inf}} \times C \times 4 \times 3600)$$

Avec :

V = volume à stocker (m³)

S_{imp} = Surface imperméabilisée du projet (m²).

H = Hauteur de la pluie décennale sur la durée intense. Pour le contexte local de CARNAC, nous retiendrons H = 0.038 m (38 mm)

S_{inf} = surface latérale de la demie hauteur du puits (m²).

C = Coefficient d'infiltration en m/s

En second lieu, dans le cas (à justifier) où l'infiltration n'est localement pas possible, un débit de fuite pourra être accepté vers la voirie :

- 3 L/s pour un projet individuel,
- 3 L/s pour un projet collectif dont la surface totale est inférieure à 1 hectare,
- 3 L/s/ha pour un projet collectif dont la surface totale est supérieure à 1 hectare,

N.B. : Le raccordement du débit de fuite ou du trop-plein vers le réseau pluvial ou les voiries demandera une attention particulière pour assurer une évacuation correcte des eaux.

10. ANNEXE 2 : FICHES DE PRESENTATION DES TECHNIQUES ALTERNATIVES

Bassins à sec

Principe et description

L'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin, puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassins de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration). La capacité d'infiltration de l'ouvrage sera proportionnelle à sa taille et au type de sol. Les bassins secs sont vides la plupart du temps et la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement. Ils sont situés soit en domaine public, où on leur attribue un autre usage valorisant les espaces utilisés, soit en lotissement, ou encore chez le particulier.

Avantages :

- ✓ Réduction des débits à l'exutoire
- ✓ Ces bassins peuvent être aménagés en espaces verts inondables, ce qui leur confère une très bonne intégration paysagère en milieu urbain ou péri urbain.
- ✓ Mise en œuvre facile, bien maîtrisée, et possibilité de volume important
- ✓ Alimentation de la nappe (si bassin d'infiltration)

Inconvénients :

- ✓ Eventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau (olfactives, dépôts de boue de décantation et de flottants)
- ✓ Nécessité d'une surface suffisante (emprise foncière importante)
- ✓ Risque de pollution de la nappe (si bassin d'infiltration) et prétraitement envisageable
- ✓ La perméabilité du sol doit être suffisante dans le cas d'un bassin d'infiltration
- ✓ Un usage secondaire du bassin est conseillé afin d'assurer son entretien et ainsi sa pérennité et son bon fonctionnement

Entretien

Un bassin sec doit être entretenu pour rester efficace et esthétique. Une tonte régulière ainsi qu'un fauchage sont à prévoir pour l'entretien, dont la fréquence dépend directement de la période de retour de sollicitation du bassin. Un usage secondaire est ainsi fortement conseillé, dans la mesure du respect de la fonction principale de régulation des eaux pluviales de l'ouvrage.



Bassins en eau

Principe et description

De la même manière qu'un bassin à sec, l'eau est collectée par un ouvrage d'arrivée, stockée dans le bassin, puis évacuée à débit régulé soit par un ouvrage vers un exutoire de surface (bassins de retenue), soit par infiltration dans le sol (bassins d'infiltration). Cependant, les bassins en eau conservent une lame d'eau en permanence. La capacité d'infiltration de l'ouvrage sera proportionnelle à sa taille et au type de sol. Ils sont situés soit en domaine public, où on leur attribue un autre usage valorisant les espaces utilisés, soit en lotissement, ou encore chez le particulier. Les débits de fuite peuvent être imposés réglementairement, techniquement, ou déduits de simulations hydrologiques.

Avantages :

- ✓ Ces bassins sont des plans d'eau, lieux de promenades et d'activités aquatiques
- ✓ Création de zones vertes
- ✓ Mise en œuvre facile et bien maîtrisée
- ✓ Possibilité de volumes importants

Inconvénients :

- ✓ Eventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau (envasement, ...)
- ✓ Nécessité d'une surface suffisante
- ✓ Pollution éventuelle de la nappe pour les bassins versants d'infiltration (un prétraitement des eaux est envisageable)
- ✓ La perméabilité du sol doit être suffisante dans le cas d'un bassin d'infiltration
- ✓ Le risque lié à la sécurité des riverains

Entretien

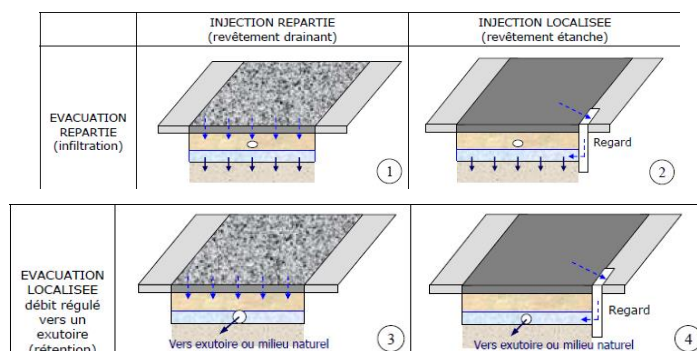
Pour satisfaire l'usage secondaire lié à l'eau, celle-ci doit être d'assez bonne qualité. De plus, le vidage des encombrants, ainsi qu'une gestion des activités secondaires doivent être assurés. L'état des berges influençant la qualité de la retenue, un entretien régulier de ces dernières sera nécessaire.



CHAUSSÉES A STRUCTURE RESERVOIR

Principe et description

Les chaussées à structure réservoir permettent d'écarter les débits de pointe de ruissellement grâce au stockage temporaire de la pluie directement à l'intérieur de la structure. Le revêtement peut être poreux (enrobés drainants, béton poreux ou pavés poreux) ou étanche, impliquant soit une récolte directe, soit une récolte par le biais d'avaloirs, des eaux de ruissellement. Le corps de la structure est couramment composé de grave poreuse sans fine ou bien de matériaux plastique adapté (nid d'abeille, casier réticulés, pneus...).



Avantages :

- ✓ Insertion très facile en milieu urbain sans consommation d'espace
- ✓ Amélioration de l'adhérence (moins de risque d'aquaplanage) et réduction du bruit de surface
- ✓ Plus coûteux qu'une chaussée normale, ce type de chaussée reste moins onéreux et moins encombrant que la réalisation d'une chaussée, d'un bassin et du réseau adjacent
- ✓ Filtration partielle de polluants

Inconvénients :

- ✓ Utilisation exclue dans les zones giratoires (risque d'orniérage) et dans les zones de décélération, et coût plus élevé qu'une chaussée normale
- ✓ Risque de pollution de la nappe
- ✓ Entretien très régulier des revêtements drainants (risque de colmatage)
- ✓ Règles à respecter (ne pas rejeter d'eaux usées ou polluées dans les avaloirs, ni entreposer de terre ou de matériaux pulvérulents sur les revêtements drainants)

Entretien

Un entretien très régulier pour les revêtements poreux est nécessaire pour limiter le colmatage, ainsi que pour les bouches d'injection, les regards et les avaloirs. Un sablage spécifique peut être indispensable pour les problèmes liés au verglas.



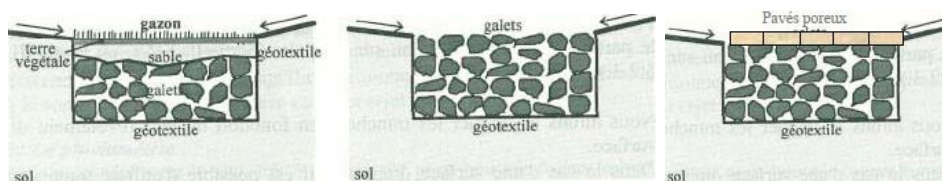
Chaussée normale

Chaussée poreuse avec structure réservoir

Tranchées drainantes

Principe et description

Une tranchée drainante est une excavation de profondeur et de largeur faibles, dans laquelle sont disposés des matériaux granulaires (galets, graviers, ...) permettant un stockage des eaux en augmentant la capacité naturelle d'infiltration du sol (tranchée d'infiltration). La tranchée sera réalisée avec un matériau présentant un pourcentage de vide suffisant (une analyse sera produite comme justificatif) et relativement esthétique pour participer à la qualité environnementale du projet. Dans le cas d'une faible perméabilité du sol, un drain sera mis en place pour faciliter l'évacuation de l'eau à un débit régulé vers un réseau pluvial ou un cours d'eau (tranchée de rétention). De manière générale, la tranchée est placée perpendiculairement à l'axe d'écoulement, et l'interface avec le sol comporte une membrane géotextile limitant l'infiltration de fines particules. La récolte des eaux de pluies s'effectuent soit directement par infiltration, soit par un système d'avaloir.



Avantages :

- ✓ Très bonne intégration paysagère, présence quasiment indétectable
- ✓ Cout faible, installation simple et aisée
- ✓ Bien adapté également au jardin privatif
- ✓ Epuration partielle des eaux et alimentation de la nappe

Inconvénients :

- ✓ Risque de colmatage (les eaux ne doivent pas être trop chargées en matières en suspension) et de pollution de la nappe (tranchée d'infiltration)
- ✓ Contraintes dans le cas d'une forte pente et d'un encombrement du sous-sol
- ✓ Entretien spécifique régulier

Entretien

Le travail d'entretien consiste à ramasser régulièrement les déchets d'origine humaine ou les végétaux qui obstruent les orifices d'injection ou le revêtement drainant de surface. Le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.



Les Noues

Principe et description

Une noue est un fossé peu profond et large présentant des rives à pentes douces. Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur de la noue. Cette eau est collectée, soit par l'intermédiaire de canalisations dans le cas, par exemple, de récupération des eaux de toiture et de chaussée, soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. Elle est évacuée vers un exutoire (réseau, puits ou bassin de rétention) ou par infiltration dans le sol et évaporation. Les noues seront enherbées pour être le plus paysagères possibles. Les pentes de talus seront au maximum de 25% et devront avoir un profil en travers se rapprochant le plus possible d'une courbe sinusoïdale.

Avantages :

- ✓ Bonne intégration paysagère (création paysage végétal et espaces verts)
- ✓ Coût très faible
- ✓ Utilisation en un seul système des fonctions de rétention, de régulation et d'écroulements des débits de pointe.

Inconvénients :

- ✓ Nuisance due à la stagnation des eaux
- ✓ Entretien régulier
- ✓ Plus adapté au milieu rural (en milieu urbain, des franchissements réguliers doivent être réalisés pour permettre l'accès aux propriétés)
- ✓ Contraintes sur sol pentu

Entretien

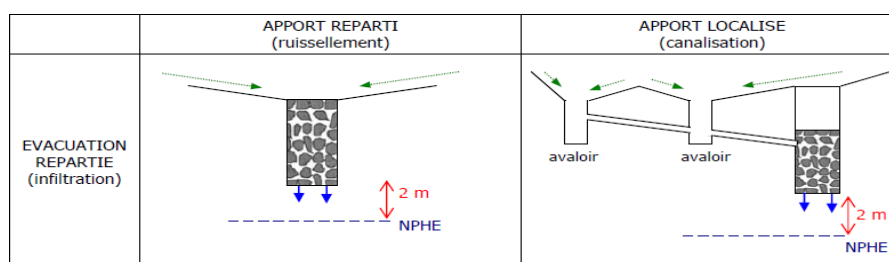
Le curage (selon l'envasement) et le faucardage font partie de l'entretien régulier nécessaire pour le bon fonctionnement de la noue. L'entretien des abords est similaire à celui d'un espace vert.



LES PUIITS D'INFILTRATION

Principe et description

Les puits d'infiltration sont des ouvrages de profondeur variable (quelques mètres à une dizaine de mètres), qui ont pour fonction le stockage temporaire des eaux pluviales et leur évacuation vers les couches perméables du sol par infiltration. Ils peuvent être creux, ou comblés d'un matériau très poreux et entourés d'un géotextile. Ces ouvrages sont alimentés soit par ruissellement des eaux pluviales de surface soit par un réseau de conduites. Ils sont ainsi souvent associés à d'autres techniques telles que les chaussées-réservoir, les tranchées drainantes, ou même des bassins de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite. On laissera un minimum de 2m entre le fond du puits et la nappe.



Avantages :

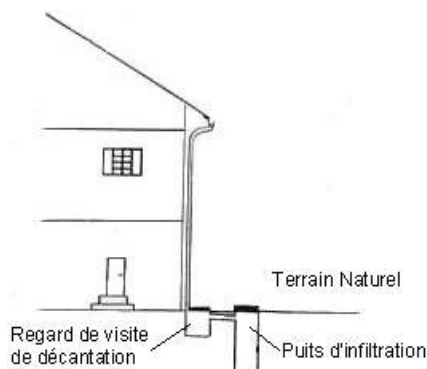
- ✓ Très bonne intégration paysagère (faible emprise au sol et non visible car enterré)
- ✓ Cout faible et simplicité de conception
- ✓ Large utilisation (de la simple parcelle aux espaces collectifs)
- ✓ Intéressant dans le cas d'un sol imperméable et d'un sous-sol perméable et contribue à l'alimentation de la nappe

Inconvénients :

- ✓ Entretien régulier et spécifique (risque de colmatage)
- ✓ Risque de pollution de la nappe (prétraitement éventuel à prévoir en amont)
- ✓ Réalisation tributaire de la nature du sol

Entretien

Le risque de colmatage est très important. Le puits doit être nettoyé deux fois par an et doit donc rester accessible. La couche filtrante présente en dessous du puits doit également être nettoyée et changée si nécessaire (si l'eau stagne dans le puits plus de 24 heures par exemple).



Les Citernes

Principe et description

La citerne est un réservoir qui peut être enterré ou non, permettant la collecte des eaux pluviales de toiture. Il existe plusieurs types de citernes : citerne extérieure en polypropylène, citerne enterrée en polypropylène, en ciment ou en acier. L'évacuation peut s'effectuer vers un exutoire par l'intermédiaire d'un tuyau permettant la vidange du volume stocké. Ces ouvrages sont en fait des réservoirs strictement équivalents à des bassins de retenue étanche avec un débit de fuite nul. Le choix de cette technique se fait dans le cas d'une capacité d'infiltration très réduite. Le surdimensionnement du volume de la citerne ou du collecteur permet de créer une réserve d'eau pour réutilisation ultérieure (arrosage, eau de lavage pour la voiture...).

Avantages :

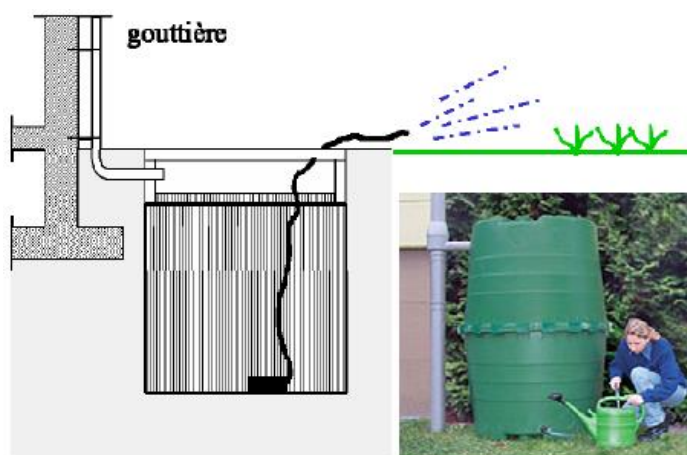
- ✓ Intégration paysagère variable (citerne enterrée ou extérieure)
- ✓ Bien adaptée au parcellaire
- ✓ Coût très faible pour une citerne extérieure
- ✓ Réutilisation des eaux possibles

Inconvénients :

- ✓ Entretien régulier (pompes, filtres vidange)
- ✓ Coût plus élevé pour une citerne enterrée
- ✓ Aménagements nécessaires dans le cas d'une réutilisation des eaux à usage domestique autre qu'alimentaire (branchements des toilettes et des douches)

Entretien

La citerne doit être régulièrement nettoyée pour éviter les développements bactériens. Dans le cas de citernes enterrées, les préfiltres seront nettoyés annuellement.



Les Toits Stockants

Principe et description

Cette technique consiste à stocker les eaux pluviales sur le toit (quelques centimètres d'eau), afin de ralentir le ruissellement et de pouvoir les restituer à faible débit. En effet, grâce à un parapet en pourtour de toiture, l'eau sera retenue et évacuée par un dispositif régulant comme une ogive centrale avec filtre raccordé à un tuyau d'évacuation et un anneau extérieur percé contrôlant le débit de fuite. Ceci s'applique au toit plat ou de très faible pente. Dans le cas contraire, le stockage sera également possible grâce à des caissons cloisonnant la surface. De plus, il est également possible d'enherber la surface et de créer des toits verts qui au-delà de l'intégration paysagère, facilite la régulation du stockage et de la vidange.

Avantages :

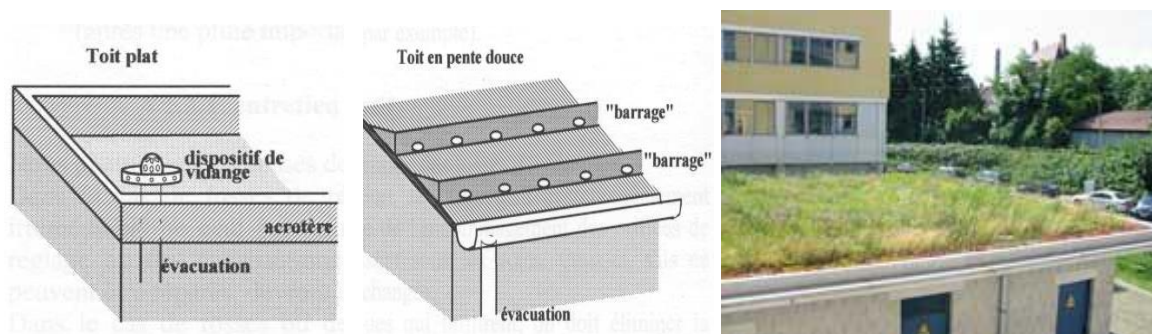
- ✓ Intégration possible et esthétique à tout type d'habitats
- ✓ Stockage immédiat et temporaire sans emprise foncière
- ✓ Bonne régulation du débit de sortie des eaux de ruissellement et diminution des réseaux à l'aval

Inconvénients :

- ✓ Surcoût par rapport à une toiture ordinaire
- ✓ Réalisation très soignée pour les problèmes d'étanchéité
- ✓ Entretien régulier
- ✓ Précautions importantes dans le cas d'une toiture déjà existante et mise en œuvre difficile pour les toits avec une pente supérieure à 2%.
- ✓ Inadapté aux toitures comportant des locaux techniques

Entretien

La chambre syndicale nationale d'étanchéité préconise un minimum de deux visites annuelles pour les toitures stockantes : l'une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes et l'autre avant la période estivale. Il est par ailleurs nécessaire de pratiquer un enlèvement des mousses tous les 3 ans, en moyenne, au niveau du dispositif de régulation.



Les Structures alvéolaires

Principe et description

Les structures alvéolaires sont des structures synthétiques situées en dessous d'un revêtement poreux, et qui possèdent un indice de vide très élevé (de l'ordre de 90%) afin de permettre l'infiltration rapide des eaux de ruissellement. En effet, la forte perméabilité d'une telle structure va permettre le stockage de ces eaux qui seront restituées au cours d'eau ou au réseau pluvial par un débit de fuite. Ces structures s'intègrent bien sous des voies piétonnes, des pistes cyclables ou encore chez un particulier (sous un garage par exemple).

Avantages :

- ✓ Bonne intégration paysagère car invisible
- ✓ Rendement très supérieur à des tranchées drainantes
- ✓ Bien adaptée lorsque les surfaces disponibles sont faibles

Inconvénients :

- ✓ Les eaux recueillies doivent être faiblement chargées en MES et non polluées
- ✓ Les petites structures ne supportent pas le trafic
- ✓ Technique onéreuse

Entretien

Comme la plupart de ce genre de technique, ce dispositif nécessite un entretien régulier de la couche poreuse supérieure (par mouillage ou aspiration par exemple).

Régulation et stockage à la parcelle

Principe et description

Stockage dans un ouvrage enterré constitué de deux regards de visite (DN 1000 à 1500), reliés par une canalisation dont le diamètre et la longueur sont fonction de la surface imperméabilisée du projet (DN 500 à DN 1000).

La régulation du débit de fuite à 3 litres par seconde est obtenue par mise en place d'un orifice calibré dans le regard aval :

- Orifice DN 50 pour un stockage en canalisation DN 500 et DN 600
- Orifice DN 40 pour un stockage en canalisation DN 800 et DN 1000

L'orifice calibré est protégé par un système d'une ou plusieurs grilles pour éviter les risques de bouchage.

Un système de trop-plein est systématiquement prévu.

Le trop plein et le débit régulé sont raccordés dans une boîte de branchement avant rejet au réseau public.

Avantages :

- ✓ Bonne intégration paysagère car invisible (à l'exception des tampons des regards de visite)
- ✓ Ouvrage d'accès aisé pour l'entretien
- ✓ Bien adaptée aux semi-collectifs

Inconvénients :

- ✓ Entretien régulier et spécifique (risque de bouchage et nettoyage des grilles)
- ✓ Contraintes dans le cas d'une forte pente et d'un encombrement du sous-sol
- ✓ Coût plus élevé qu'un dispositif d'infiltration

Entretien

Nettoyage régulier des grilles et vérification de l'orifice de régulation

Dimensionnement

Surface imperméabilisé	Volume stocker	à	Ouvrage de stockage	Orifice de régulation
250 m ²	2,1 m ³		2 regards DN 1000 + 6,5 m de DN 500	DN 50
300 m ²	2,7 m ³		2 regards DN 1000 + 6 m de DN 600	DN 50
400 m ²	4 m ³		2 regards DN 1250 + 4 m de DN 800	DN 40
500 m ²	5,5 m ³		2 regards DN 1250 + 7 m de DN 800	DN 40

FIGURE 9 SCHEMA TYPE DE REGULATION ET STOCKAGE A LA PARCELLE

