samoa
société d'aménagement de la métropole ouest atlantique

Aménagement de la ZAC de l'île de Nantes

Complément au Dossier de demande d'autorisation de mars 2005

Dossier d'incidences au titre de la Loi sur l'Eau
(au titre des articles L 214-1 à L 214-6 du Code de l'Environnement)

Février 2006

SCE
AMENAGEMENT & ENVIRONNEMENT

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION - Complément

En complément du dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'eau, relatif à l'aménagement de la ZAC, transmis en préfecture en mars 2005, les éléments suivants sont apportés au dossier, en réponse aux questions formulées par les services de la Préfecture.

1 - Sur le suivi des aménagements des berges de Loire, le paragraphe suivant est ajouté à l'article 6.7 intitulé « Exploitation et entretien des ouvrages » (p. 68) et traitant des mesures correctives et compensatoires :

« A ces mesures, s'ajoute la nécessité de mettre en place un suivi de l'évolution des berges après aménagement. Ce suivi devra être réalisé plusieurs fois dans l'année et plus particulièrement à la suite de crues importantes. Il s'agira d'identifier les secteurs sensibles et les sites où les berges sont en voie de dégradation afin de les restaurer.
Le maître d'ouvrage fournira à la police de l'eau et des milieux aquatiques un bilan annuel de l'avancement des travaux, de l'entretien et du suivi réalisés après aménagement. »

2 - Sur les incidences sur la stabilité des berges des aménagements, un article 5.5 est intégré au dossier d'autorisation à la suite de l'article 5.4 (p.60). Cet article est intitulé « Incidence sur la stabilité des berges » et rédigé comme suit :

« Lors des travaux de talutage, de dévégétalisation et plantation sur les berges de la Loire, la pression occasionnée sur la berge et les départs éventuels de matériaux fins pourront fragiliser les rives et engendrer ponctuellement des érosions des berges.

Les aménagements projetés sur chaque secteur d'aménagement devront permettre de garantir la tenue des berges tout en assurant la cohérence des promenades en bords de Loire. Chaque dossier de demande d'autorisation complémentaire au titre de la loi sur l'eau relatif à l'aménagement des différents secteurs déclinera ainsi les aménagements permettant d'assurer la tenue des berges. »

3 - Sur les incidences hydraulique des aménagements prévus sur la Loire, un article 5.3.3 est intégré au dossier d'autorisation à la suite de l'article 5.3.2 (p.60). Cet article est intitulé « La Loire » et rédigé comme suit :

« Les aménagements prévus n'impliqueront pas de modifications de la topographie. Il n'y aura donc **pas d'aggravation des conditions de débordement au niveau de la zone aménagée.**

En ce qui concerne les aménagements de berges, les côtes haut de berge et pied de berge ne seront pas modifiées. En effet, la quasi-totalité des aménagements reposent sur l'existant.
Certaines portions de berges seront reprofilées à la faveur d'un déblaiement et n'impliqueront ainsi aucun relèvement de la ligne d'eau.

Ces volumes déblayés auront un impact plutôt positif en période de hautes eaux de par l'augmentation des volumes d'expansion des crues.

Les débordements sur les berges ne seront donc pas modifiés par rapport à la situation actuelle.

Chaque dossier de demande d'autorisation complémentaire au titre de la loi sur l'eau relatif à l'aménagement des différents secteurs indiquera la position des aménagements prévus (promenades, belvédères ... par rapport aux plus hautes eaux connues et aux plus hautes eaux prévisionnelles). »

4 - Dans le chapitre 6.5, intitulé « **Mesures de limitation des incidences hydrauliques** », le principe suivant était énoncé : « *En ce qui concerne les projets situés sur des parcelles privées des secteurs classés « UP » dans le Plan Local d'Urbanisme, des mesures devront être prises afin de réguler 50% des apports pluviaux pour un événement d'occurrence 10 ans* » (p. 66).

Depuis la rédaction du dossier cadre, ce pré-requis n'est plus d'actualité. En conséquence, cet article est supprimé et remplacé par l'article suivant, définissant le principe désormais retenu : « *Chaque acquéreur privé aura à sa charge la régulation de ses eaux pluviales sur la base d'un événement pluvieux de période de retour décennal conformément au règlement d'assainissement collectif de Nantes Métropole* ».

samoa
société d'aménagement de la métropole ouest atlantique

Aménagement de la ZAC de l'île de Nantes

mars 2005

Dossier d'incidences
(au titre des articles L 214-1 à L 214-6
du Code de l'Environnement)

DOSSIER DE DEMANDE D'AUTORISATION

SCE
AMENAGEMENT & ENVIRONNEMENT

Sommaire

1. Demandeur 3

2. Présentation du projet 5

2.1. Localisation géographique 5
2.2. Contexte et justification du projet 5
2.3. Caractéristiques du projet 7
2.3.1. Principes d'aménagement 7
2.3.2. Réseaux d'assainissement 22
2.3.3. Phasage et programmation des travaux 24

3. Situation réglementaire du projet vis-à-vis de la loi sur l'eau 25

4. Analyse de l'état initial 27

4.1. Données climatiques 27
4.1.1. Les températures 27
4.1.2. Les précipitations 27
4.2. Caractéristiques physiques générales 28
4.2.1. Contexte topographique 28
4.2.2. Contexte géologique 28
4.3. Caractéristiques hydrographiques du site 29
4.3.1. Les réseaux séparatifs 29
4.3.2. Les réseaux unitaires (eaux usées + eaux pluviales) 32
4.4. Caractéristiques générales du milieu récepteur concerné par le projet : la Loire32
4.4.1. Hydrologie et hydraulique 32
4.4.2. Qualité des eaux 36
4.4.3. Le SDAGE Loire-Bretagne et le SAGE Estuaire Loire 37
4.5. Occupation du sol 38
4.6. Espaces naturels 38
4.6.1. Le contexte 38
4.6.2. La flore et la végétation 39
4.6.3. Faune 43
4.6.4. Intérêt et protection 45
4.7. Usages des eaux et des milieux aquatiques 49
4.7.1. Navigation 50
4.7.2. Pêche - Vocation piscicole 50
4.7.3. Vocation d'agrément 50

5. Incidences du projet d'aménagement 51

5.1. Incidences sur la qualité des eaux 51

5.1.1. Eaux pluviales 51
5.1.2. Eaux usées 55
5.2. Incidences sur les milieux naturels 55
5.2.1. Effets sur la flore et la végétation 55
5.2.2. Effets sur la faune 56
5.3. Incidences hydrauliques 57
5.3.1. Eaux pluviales 57
5.3.2. Eaux usées 59
5.4. Incidences sur les usages liés à l'eau 60

6. Mesures correctives et compensatoires 61

6.1. Mesures relatives à la phase de travaux 61
6.1.1. Limitation des risques de pollution du milieu récepteur 61
6.1.2. Limitation des incidences sur la flore 62
6.2. Mesures en faveur de la protection de la ressource en eau 63
6.2.1. Dispositif de traitement 63
6.2.2. Autres mesures 64
6.3. Mesures de limitation des incidences sur la stabilité des berges 65
6.4. Limitation des incidences sur la flore 65
6.5. Mesures de limitation des incidences hydrauliques 65
6.6. Limitation des incidences sur les usages liés à l'eau 67
6.7. Exploitation et entretien des ouvrages 67

7. Compatibilité du projet avec le S.D.A.G.E. 69

8. Synthèse 71

ANNEXES

1. Demandeur

Ce document concerne l'aménagement de la ZAC de l'île de Nantes sur la ville de Nantes.

Ce dossier a été établi en application de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (n°92.3) et à ses décrets d'application du 29 mars 1993 :

- Décret n°93.742 du 29 mars 1993 relatif aux procédures d'autorisation et de déclaration prévues par l'article 10 de la loi du 3 janvier 1992, article abrogé par l'ordonnance 2000-914 du 18 septembre 2000 relative à la partie législative du Code de l'Environnement et remplacé par les articles L 214-1 à 6.

- Décret n° 93.743 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration en application de l'article 10 de la loi du 3 janvier 1992, article abrogé et remplacé par les articles L 214-1 à 6 du Code de l'Environnement.

Ce dossier est présenté sous forme d'un document d'incidences sur l'eau et les milieux aquatiques par :

SAMOA
(Société d'Aménagement de la Métropole Ouest Atlantique)
42, rue la Tour d'Auvergne
B.P. 36311
44263 NANTES Cedex 2

Il a été élaboré en collaboration avec le bureau d'études

SCE - Département Eau
Route de Gachet
BP 10703
44307 NANTES Cedex 03

Ce document d'incidences a pour objet de déterminer, compte tenu des variations saisonnières et climatiques, les incidences des différentes opérations sur :

- la ressource en eau,
- le milieu aquatique,
- l'écoulement,
- le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement,
- les risques de pollutions (pollution en phase travaux, pollution saisonnière, pollution accidentelle, pollution chronique),

de manière à satisfaire ou à concilier les exigences :

- de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile, et de l'alimentation en eau potable de la population,
- de la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations,
- de la pêche et de toutes autres activités humaines légalement exercées.

Après une présentation du projet, sont analysés successivement :

- l'état actuel de l'environnement,
- les incidences du projet,
- les mesures pour limiter ou compenser ces incidences.

Au vu de l'état d'avancement des projets sur le secteur d'étude, le principe adopté dans le cadre du programme global d'aménagement de l'île de Nantes est de réaliser un dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau à l'échelle de la ZAC. Pour l'aménagement de chaque secteur, et en fonction des projets envisagés, des dossiers réglementaires viendront amender et compléter l'arrêté d'autorisation global.

Ce dossier se basera donc sur des grands principes en terme d'incidences et de mesures compensatoires.

2. Présentation du projet

2.1. Localisation géographique

Le projet d'aménagement se situe sur le territoire de la ville de Nantes et plus précisément sur l'île de Nantes.
Le périmètre de la ZAC, inférieur à la surface totale de l'île, figure sur la carte ci-contre.

Cette zone d'étude se caractérise par un milieu géographique enserré par la Loire et une quasi urbanisation de la totalité de l'aire.

En effet, l'ensemble du périmètre est aménagé et comprend des bâtiments, des équipements, des infrastructures...

2.2. Contexte et justification du projet

Comme la plupart des grandes villes, l'agglomération Nantaise a vu son espace urbanisé fortement augmenter, plus rapidement que l'augmentation de population.

En 1960, 5 000 hectares urbanisés accueillaient 360 000 habitants alors qu'aujourd'hui 550 000 habitants se retrouvent sur 15 000 hectares, soit un triplement de la surface pour une population qui a augmenté de 50%.

Si il ne s'agit pas d'arrêter les extensions urbaines, d'autres solutions sont à conforter afin d'éviter de trop grandes pressions sur l'espace naturel et les effets induits, en particulier l'importante inflation des déplacements nécessités par les éloignements de plus en plus importants des différents sites que doit atteindre un habitant.

Le premier choix est donc de favoriser, par une implication publique forte, la recomposition des 350 hectares de l'Ile de Nantes, afin d'utiliser au mieux un espace en cours de mutation.
A terme, le programme de l'Ile de Nantes, c'est accueillir les composantes humaines d'une ville comme Bouguenais ou Carquefou dans un site déjà urbanisé, bénéficiant de tous les équipements du centre de l'agglomération.

Ce projet prend place dans une véritable prise de conscience générale sur la nécessaire "ville renouvelée", n'hésitant plus à mettre en œuvre les moyens demandés pour une réappropriation des espaces délaissés au cœur des centres villes.

Avec ses 350 hectares, le "projet Ile de Nantes s'affiche comme un projet urbain exemplaire, partagé avec ses habitants, où l'exigence du développement durable est clairement exprimée"[1]

Le projet Ile de Nantes s'articule avec les différentes réflexions en cours sur l'agglomération nantaise mais en leur donnant une notion d'exemplarité afin de développer une véritable culture de développement durable dans la conception du projet comme dans la vie quotidienne des habitants.

Les principaux axes qui guident la mise en œuvre du projet sont alors les suivants :

- valoriser l'environnement et le cadre de vie : diminution des nuisances (bruit, air, eau), améliorer les performances énergétiques du bâti, choisir des techniques respectueuses de l'environnement pour les espaces publics en privilégiant la réparation, favoriser le tri sélectif dès l'émission des déchets,
- développer l'attractivité résidentielle, maintenir la diversité de l'habitat, favoriser la diversité sociale et démographique en impulsant la réhabilitation du parc existant, en développant l'offre en logements sociaux,
- contribuer au développement économique de l'agglomération et créer un pôle d'excellence (Cité des biotechnologies, pépinière d'entreprises écotech...),
- créer deux axes majeurs de transports collectifs et rééquilibrer les modes de déplacement par le renforcement des liaisons douces vélos et piétons,
- retrouver ou créer des espaces publics de proximité, en cohérence avec l'histoire et la mémoire des lieux,
- conforter le réseau d'équipements de proximité et accompagner la vie sociale,
- créer une attractivité culturelle et touristique : développement de projets industriels et portuaires à dimension patrimoniale (musée national de la traite et de l'esclavage, musée national de la marine,...), projet des machines de l'île, projet la Ville-la Nuit, développer les activités fluviales et maritimes.

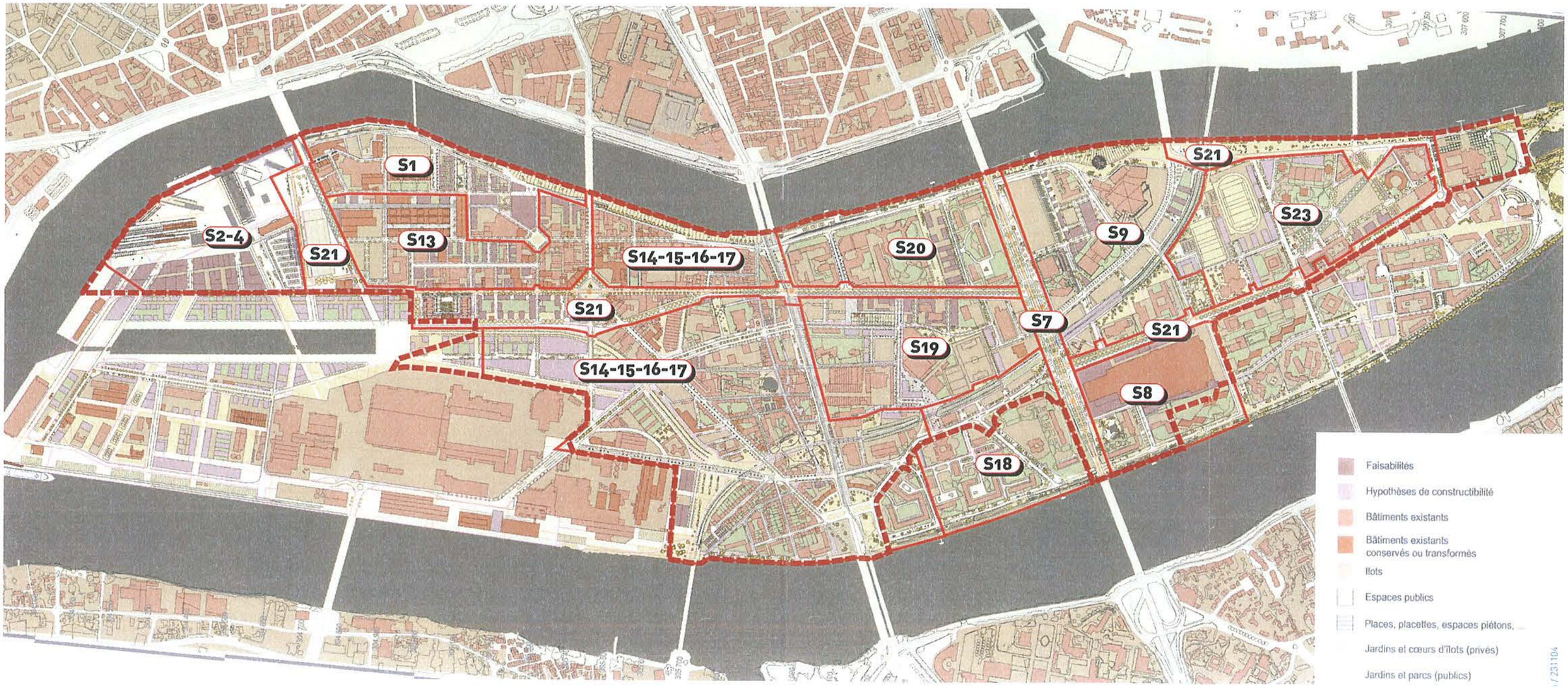
Cette ambition trouve plus particulièrement son application dans le principe du plan guide.

En effet, il s'agit de pouvoir adapter les situations ponctuelles au contexte du site et en intégrant la concertation avec les acteurs.

Par exemple, ces principes trouvent leur application dans l'aménagement du quai François Mitterrand devant le parvis du Palais de Justice. Le projet a été adapté afin de tenir compte de la présence de l'Angélique des Estuaires, plante protégée, des relevés in situ des ouvrages anciens afin de révéler leur histoire...

[1] Le développement durable dans l'agglomération nantaise / Nantes Métropole

ZAC ILE DE NANTES
Localisation des secteurs d'aménagement - Etat projeté



Limite ZAC

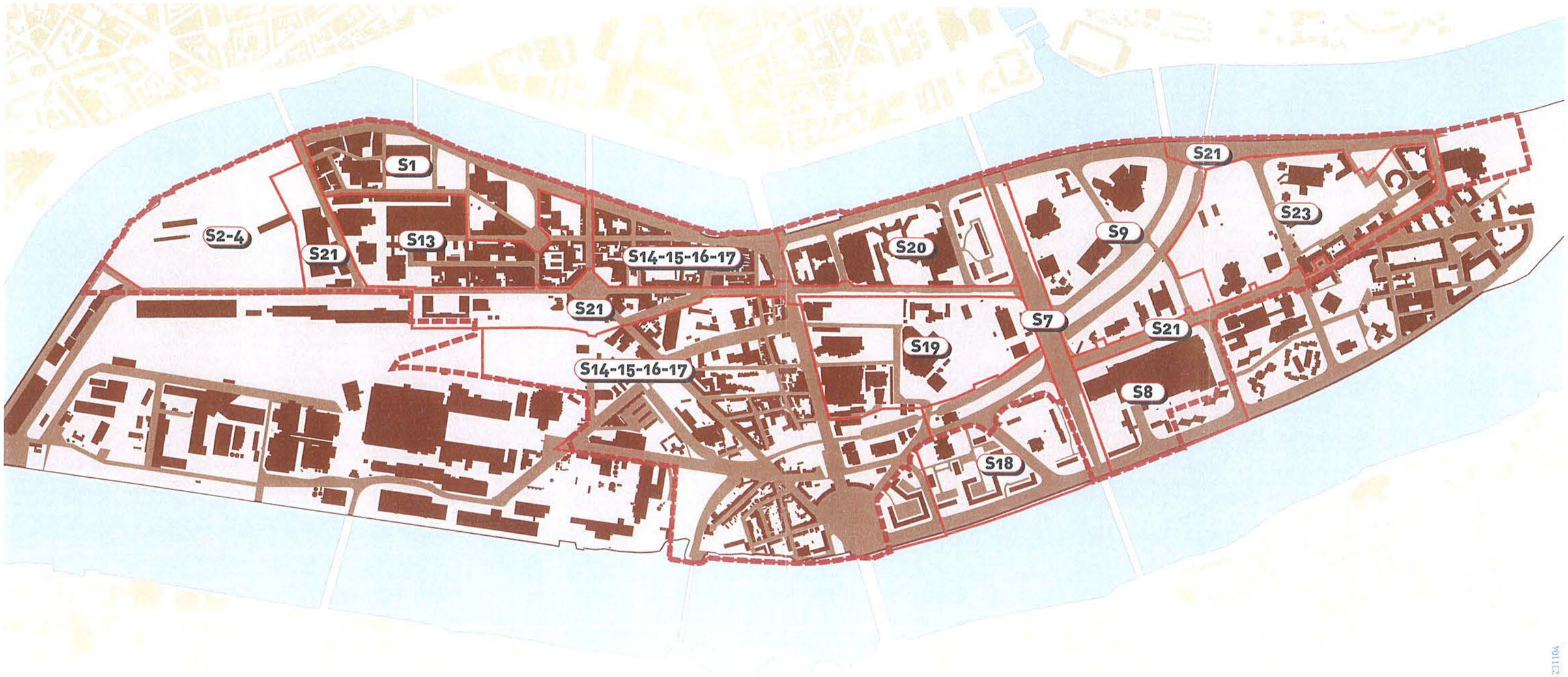
Limite des secteurs d'aménagement

400 m

040927A / FPO / Planche urbaine_2.ai / 231104

SCE - Novembre 2004

ZAC ILE DE NANTES
Localisation des secteurs d'aménagement - Etat actuel



Limite ZAC

Limite des secteurs d'aménagement

400 m

040271A / FPD / Planche urbaine_v2.ai / 231104

SCE - Novembre 2004

2.3. Caractéristiques du projet

2.3.1. Principes d'aménagement

L'ensemble des composantes du projet doit permettre aux différentes politiques sectorielles de s'exprimer : transport, environnement et énergie, développement économique, logement social...

Le projet Ile de Nantes propose :

- l'extension et la requalification de l'espace public (voirie, berges, espaces verts),
- la mise en valeur de la Loire,
- l'utilisation de l'existant,
- des déplacements facilités,
- la diversité de la ville,
- un phasage de réalisation afin de tenir compte des utilisations actuelles, en particulier le secteur de la gare industrialo-portuaire sud-ouest,
- l'accueil de tous les projets dans une politique d'insertion dans le projet d'ensemble.

Les grands aménagements projetés par secteurs (cf. carte ci-contre : état actuel/état projeté) sont présentés en suivant.

2.3.1.1. Secteur 1 (entre le pont Haudaudine et le pont Anne de Bretagne)

Les grands principes et objectifs d'aménagement sur ce secteur sont :

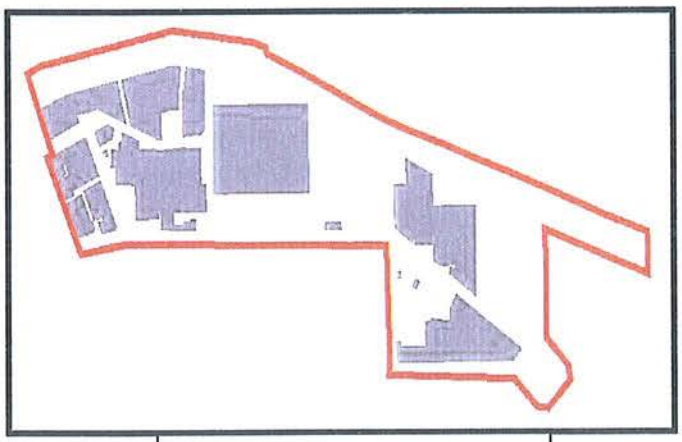
- Revalorisation des berges et des quais,
- Offrir de nouveaux lieux de promenade,
- De connecter l'île au centre ville,
- D'implanter des bâtiments offrant une façade bâtie de qualité,
- D'apporter une architecture contemporaine.

Les points forts de ce projet sont constitués par :

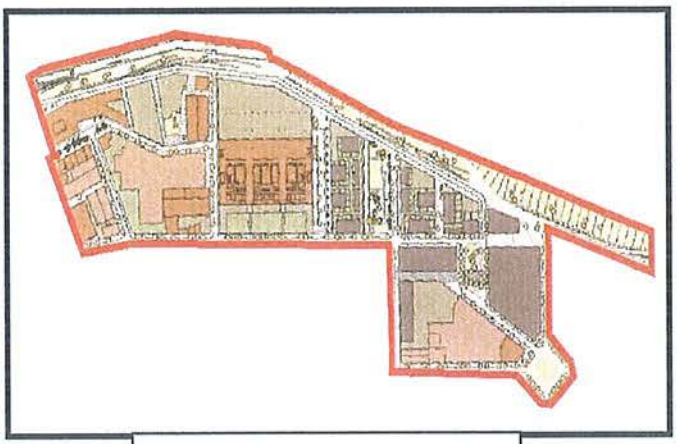
- L'implantation immobilière (habitations, bureaux, école d'architecture, tribunal, ...),
- La réalisation d'une estacade en bord de Loire,
- Le réaménagement et la consolidation de la berge,
- La restauration du perré jusqu'à la nouvelle école d'architecture,
- L'aménagement du quai d'un point de vue paysager (**espace vert**, ...) et du revêtement pour affirmer son caractère piétonnier,

- Le réaménagement et redressement de la rue Lanoue Bras-de-Fer : plantations, revêtement (asphalte, **pavés sur lit de sable et joints sables**, ...),
- Le raccordement au pont Haudaudine dans la continuité des quais par un emmarchement,
- L'amélioration de l'assainissement pluviale (grilles avaloirs, puisards, évacuation des gouttières sur trottoirs perméables ou dans espaces plantés,...).

Ce secteur de la ZAC a déjà fait l'objet d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau et certains des travaux projetés ont été réalisés.



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.2. Secteur 2 & 4 (secteur des chantiers à l'ouest du boulevard Léon Bureau) :

L'objectif est de transformer l'ensemble du site, actuellement en friche, en espace public destiné à accueillir différents programmes (fabrique, lancement de projets, manifestations festives et de loisirs).

Il s'agira aussi de créer un nouveau quartier (logements, activités) entre les chantiers et le boulevard de la Prairie au Duc avec une vue sur la Loire.

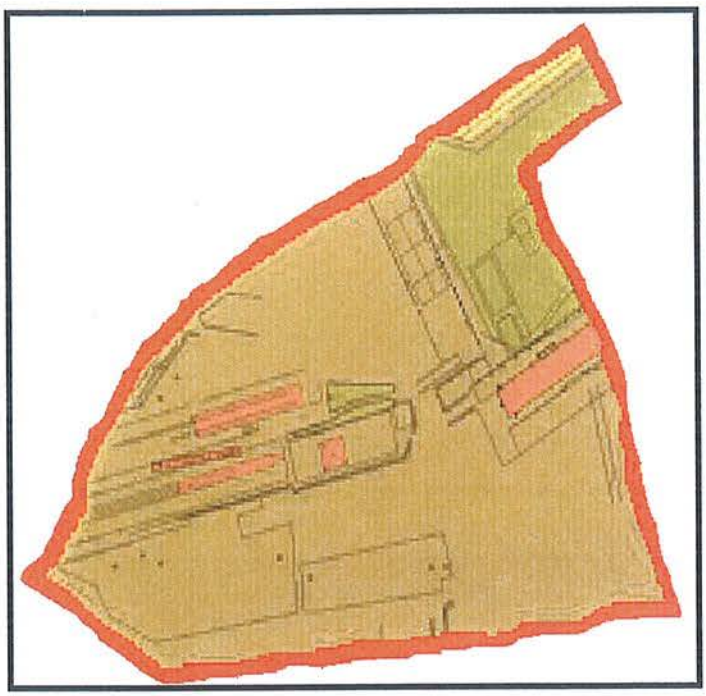
Ce réaménagement aura pour effets :

- De revitaliser la pointe ouest de l'île,
- D'orienter la vue vers la Loire,
- De revaloriser le patrimoine industriel de l'île,
- De maintenir un espace non aménagé ouvert sur le Loire,
- De recomposer les espaces publics,
- D'apporter une architecture contemporaine.

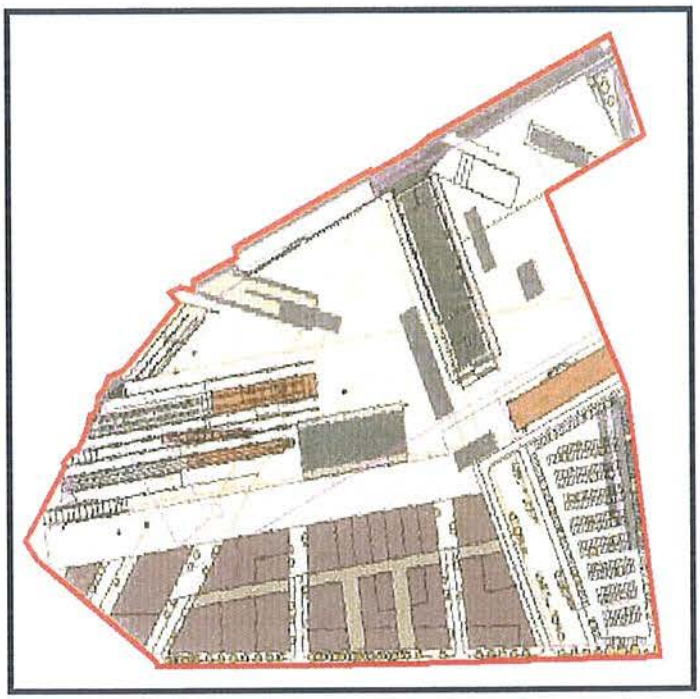
Les principaux aménagements envisagés sur le secteur sont :

- Réhabilitation des nefs « Dubigeon » dans le but de permettre l'implantation de manifestations et activités,
- Prolongement du parvis des nefs du pont Anne de Bretagne jusqu'au boulevard de la Prairie au Duc et connexion à la ligne de transport en commun n°5,
- Continuité de la promenade depuis le quai François Mitterrand (caillebotis métalliques),
- Nettoyage du site et mettre en évidence les traces anciennes d'occupation et d'activités,
- Couverture de la cale des sous-marins,
- Décapage de l'estacade (retrouver le niveau initial de la dalle et descendre vers la Loire) et création d'un ponton en bord de Loire,

- Reprofilage des quais en pente douce,
- Création d'un jardin de l'estuaire avec ouverture sur la Loire,
- Restauration des cales de lancement,
- Couverture de la halle des chantiers,
- Nettoyage des sols du Mail des équipements,
- Création d'un parking provisoire d'environ 400 places dans l'attente de la création d'un silo de stationnement,



ETAT ACTUEL



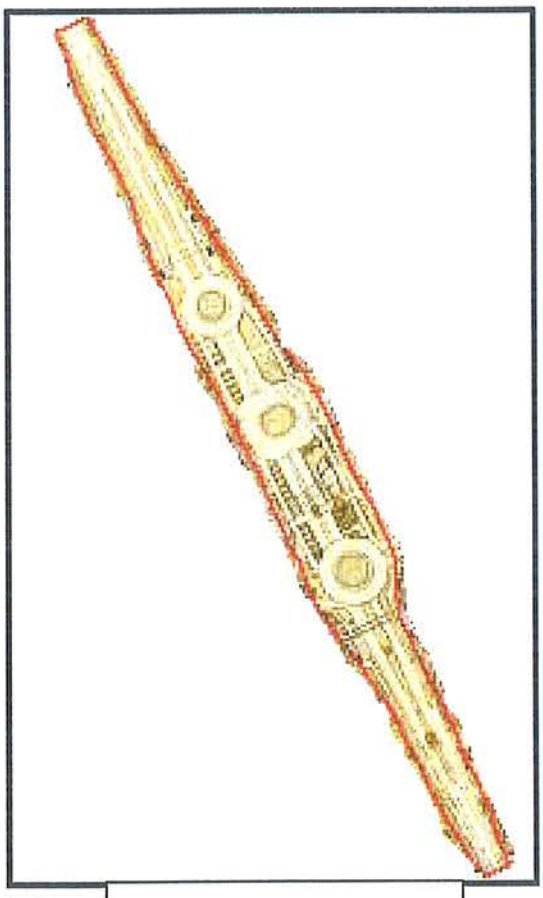
ETAT PROJETE

2.3.1.3. Secteur 7 (Boulevard du Général De Gaulle) :

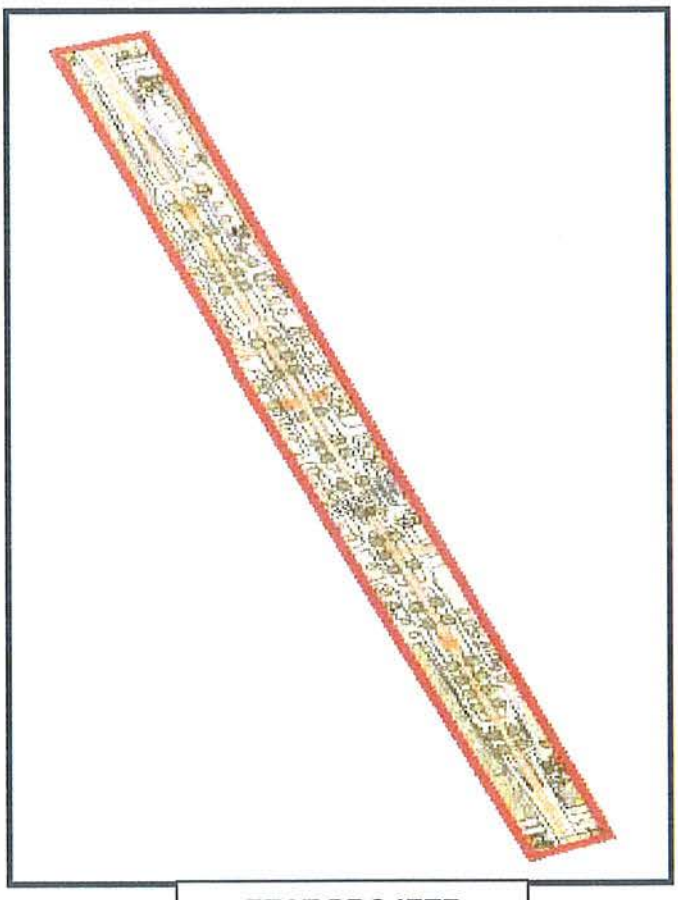
Aujourd'hui « entrée de ville » autoroutière, le boulevard Général De Gaulle sera transformé en boulevard urbain. Il accueillera toutes les fonctions de l'espace public à l'échelle des habitants du quartier : piétons, deux roues, voitures, livraisons, ...
Il intégrera aussi la future ligne 4 de transports en commun en site propre et la place centrale, symbole de la réunification des parties ouest et est de l'île.

Globalement, les surfaces imperméables seront réduites au profit de revêtements semi-perméables (pavés, joints sables, ...) et de plantations.

A noter que le projet d'implantation de la ligne 4 a fait l'objet d'un dossier de déclaration au titre de la loi sur l'eau sous maîtrise d'ouvrage SEMITAN.



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

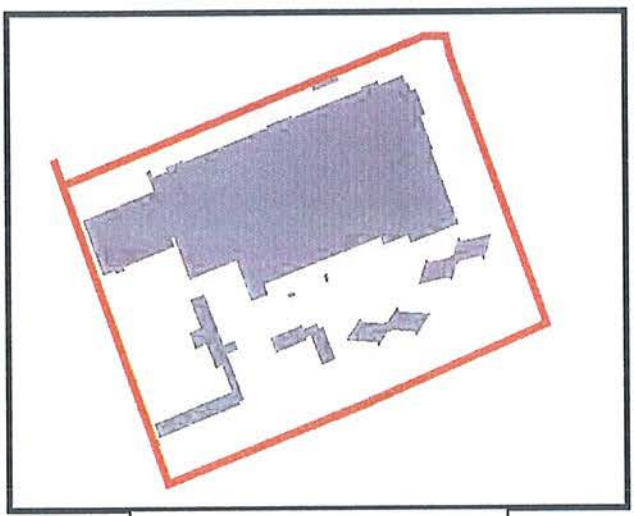
2.3.1.4. Secteur 8 (Centre commercial Beaulieu) :

L'objectif principal des aménagements sur ce secteur est d'ouvrir sur la ville un centre commercial introverti grâce à la recomposition de ses façades le long du boulevard du Général De Gaulle et la rue Gaëtan Rondeau et à une nouvelle rue qui traverse le centre commercial d'est en ouest et rejoint le site du Tripode en passant sous la voie SNCF.

Les principaux aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Aménagement des voiries des rues du Docteur Sebilleau, du Docteur Zamenhof, de la rue des Camélias et d'une partie du boulevard Blancho (réfection de chaussée, réduction des emprises de chaussée au profit de voies piétonnières, ...),
- Modification des revêtements de sols afin de maintenir une perméabilité (carrefours en pavés, trottoirs créés en pavés, mails et place de l'école en sable stabilisé, ...),
- Aménagement des berges de Loire :
  - Dévégétalisation du talus,
  - Reprofilage du talus (pente adoucie),
  - Promenade en gabions,
  - Enrochements en pied de berge,
  - Plantations,
- Aménagements au droit de l'école :
  - Stationnement,
  - Création d'une place devant l'établissement,
  - Agrandissement de la cour,
  - Terrain de jeux,

A noter que certains des travaux sont réalisés ou en cours de réalisation.
Les travaux liés au centre commercial ne sont pas concernés par le présent dossier car ces aménagements sont sous maîtrise d'ouvrage privée.



ETAT ACTUEL



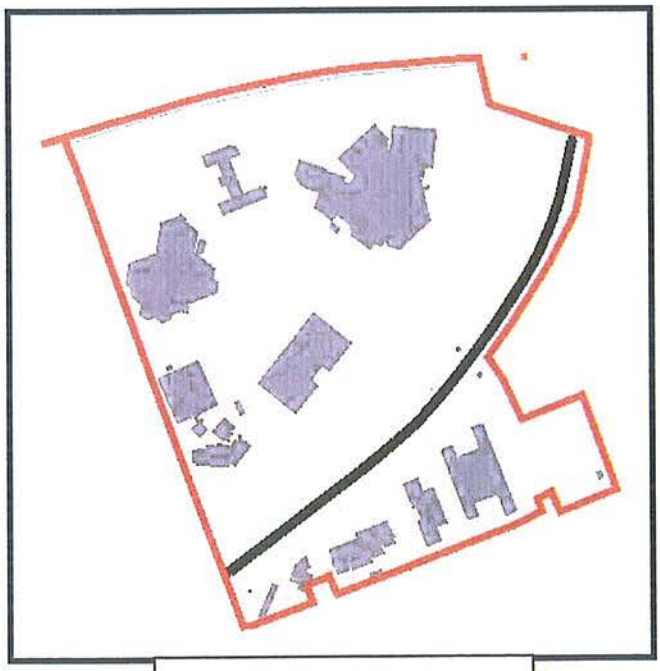
ETAT PROJETE

2.3.1.5. Secteur 9 (zone du Tripode) :

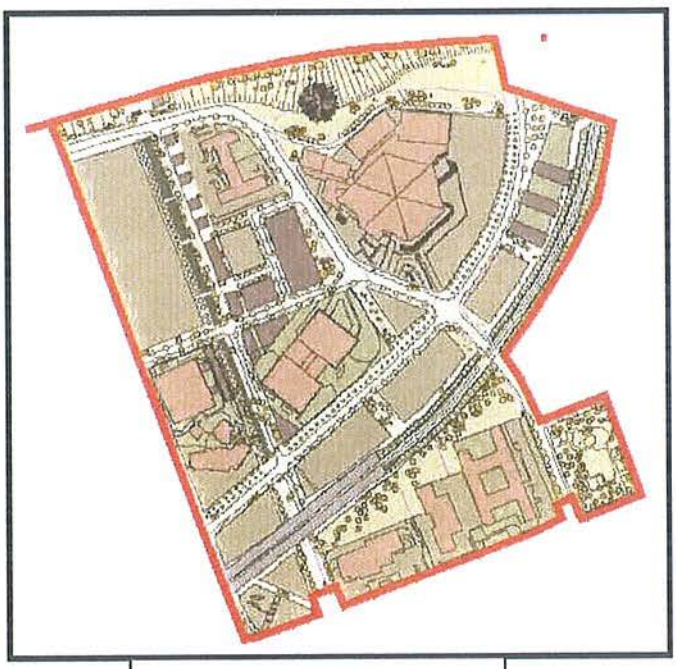
Les objectifs de l'aménagement de ce secteur sont d'offrir une image urbaine à l'échelle humaine à l'entrée de l'île et de retrouver un contact avec la Loire.

Pour cela, les principaux aménagements prévus sont :

- Transformation du site du Tripode en nouveau quartier intégrant 60 000 m² d'immeubles de logements et services, le long du boulevard du Général De Gaulle,
- Création d'un bassin aquatique d'agrément perpendiculaire à la Loire,
- Diminution des surface de voie de circulation automobile,
- Plantations et aménagement d'espaces paysagers,
- Suppression en partie des quais et aménagement des rives de Loire en espace vert.



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.6. Secteur 13 (zone Alstöm-boulevard de la prairie du Duc) :

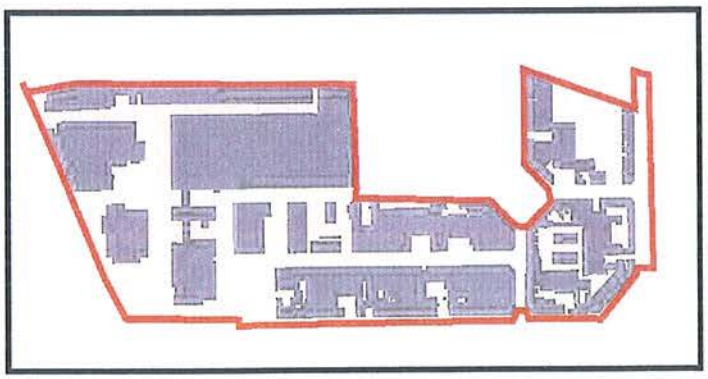
L'objectif, dans ce quartier, est de restructurer les îlots d'activités et d'habitats. Cette recomposition urbaine aura pour effets :

- De créer des îlots plus petits avec des traversées offrant des vues sur la Loire et des connexions sur d'autres îlots,
- De permettre une percée visuelle sur la Loire,
- D'ouvrir la rue Arthur III de la Loire au boulevard de la Prairie au Duc,
- De créer un nouveau maillage urbain en utilisant des parcelles privées,
- De valoriser un ancien site industriel (ALSTOM),
- D'amorcer l'urbanisation vers le sud-ouest de l'île,
- D'apporter une architecture contemporaine.

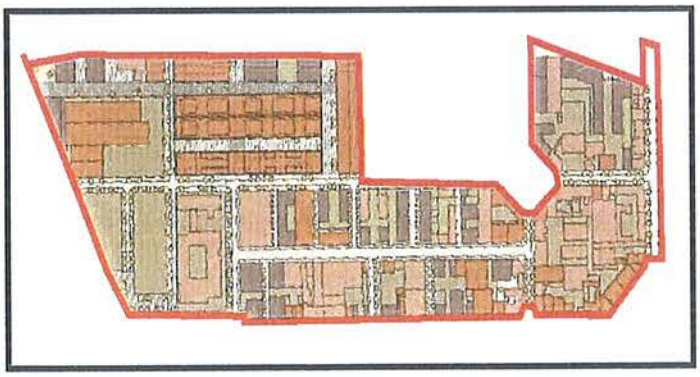
Les aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Réaménagement du site Alstöm :
  - Découpage de la parcelle en plusieurs îlots,
  - Réhabilitation et création de nouveaux bâtiments,
  - Maintien et restauration des sols actuels,
  - Aménagements de sites piétons (placettes, voies paysagères, mobilier, ...),
  - Implantation d'entreprises dans le domaine de la Biotechnologie,

- Création de voies et passages dans l'îlot « Pelloutier »,
- Création de logements (sociaux, étudiants) sur l'ancien site de l'entreprise « Calberson ».



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

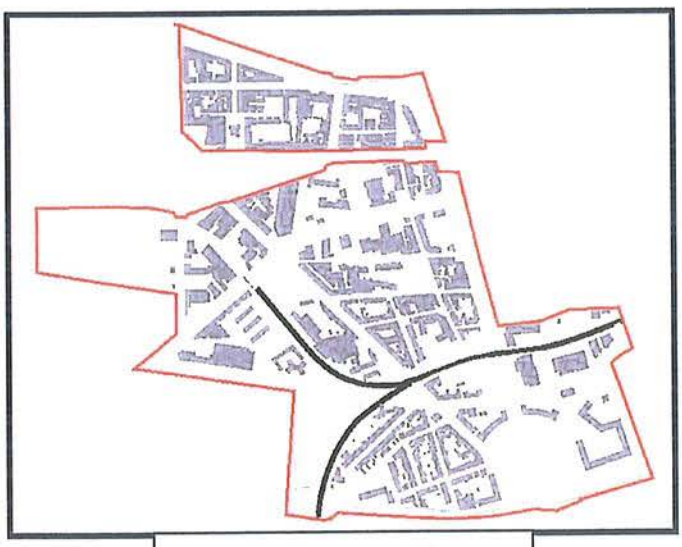
2.3.1.7. Secteurs 14-15-16-17 (centre ouest de l'île) :

Ce quartier de transition entre l'ouest et l'est de l'île fera l'objet d'une recomposition urbanistique qui aura pour effet :

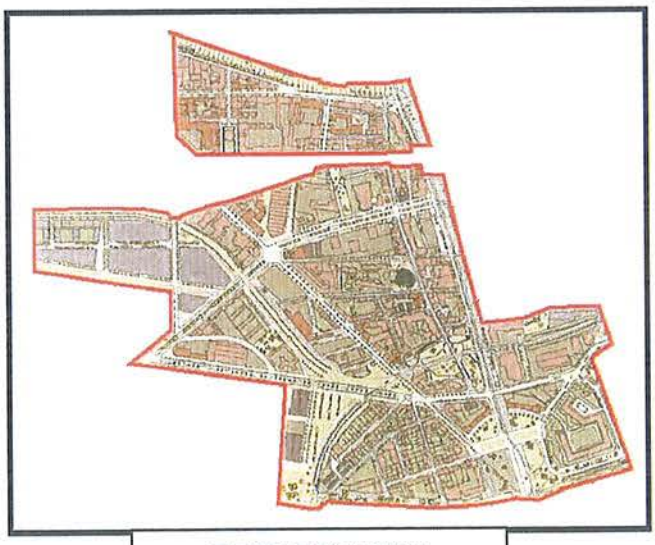
- De créer des connexions entre les différents secteur (ex : entre les anciens chantiers navals et la rue Babin Chevaye, ...),
- D'ouvrir des axes sur la Loire,
- De recomposer des espaces non bâtis (stationnement, square, place, espace à bâtir, ...),
- De repenser les abords de l'église de la Madelaine,
- De valoriser l'habitat ancien (réhabilitation des rues Petite et Grande Biesse).

Nous pouvons noter entre autres les aménagements suivants :

- Implantation d'une antenne du CHU au nord du MIN,
- Réfection des trottoirs (pavés, joints sables, ...),
- Plantations et aménagement d'espaces paysagers,
- Réduction de voiries.



ETAT ACTUEL

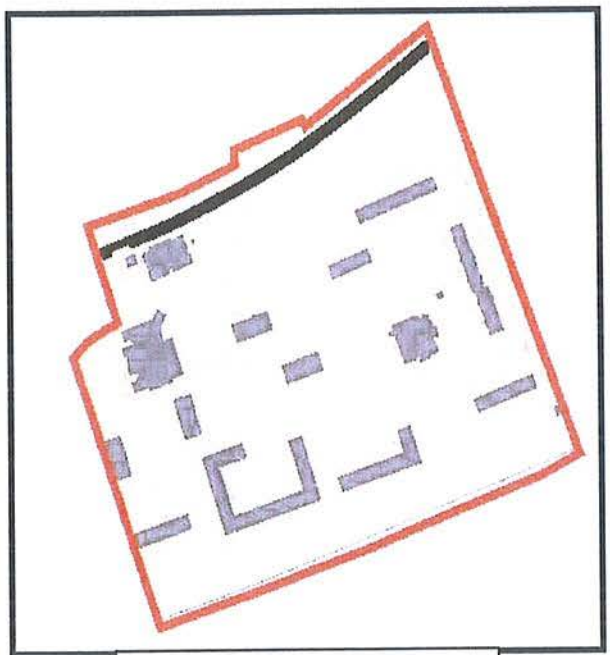


ETAT PROJETE

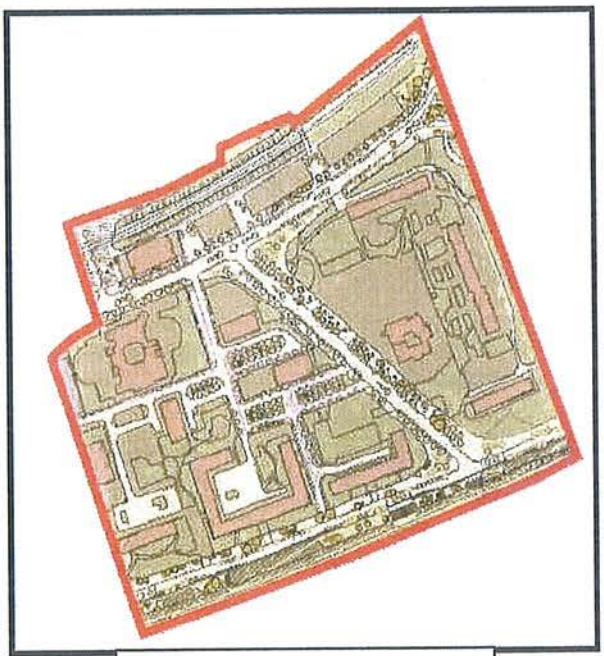
2.3.1.8. Secteur 18 (entre le pont de Pirmil et le pont G. Clémenceau) :

Les aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Reprofilage des berges (pente douce) et diminution de l'emprise de la chaussée,
- Création d'accès (emmarchements) et d'un ponton en bord de Loire,
- Plantations au niveau des rues G. Leygues et P.E. Flandin (création de rues « jardins »),
- Boulevard Anatole de Monzie :
    - Création de stationnements et pistes cyclables sur des surfaces déjà imperméabilisées,
    - Plantations et création d'alignements sur les trottoirs,



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.9. Secteur 19 (centre de l'île) :

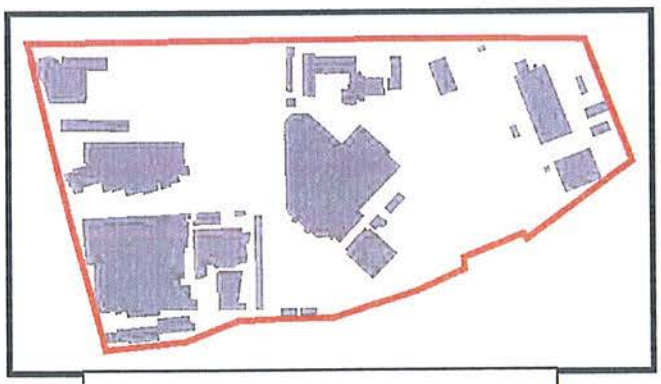
L'objectif principal des aménagements sur ce secteur est de permettre l'ouverture du quartier. Les effets de cette recomposition urbaine sont les suivants :

- Valorisation des espaces publics bordant le boulevard Vincent Gâche,
- Réalisation d'un programme d'habitat en front de rue,
- Recomposition d'une trame urbaine permettant des connexions avec l'arrière du quartier et donc de le désenclaver,
- Réorganisation des espaces publics et valorisation du patrimoine industriel environnant,
- Densification des espaces laissés libres autour d'immeubles d'habitat collectif.

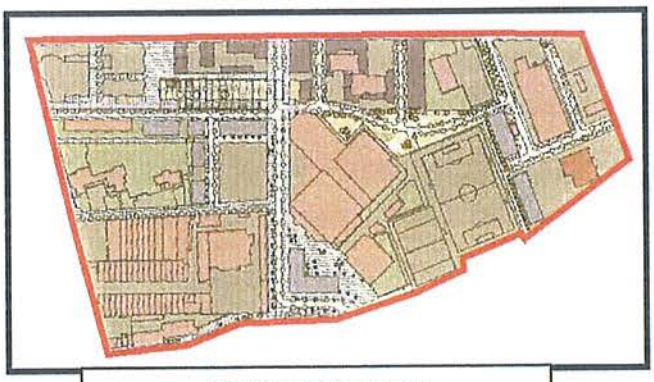
Les aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Site des Fonderies :
  - Transformation en espace public (jardins, serres, ...),
  - Réhabilitation, rénovation des halles,
  - Conservation de la halle de 1952,
  - Conservation des sols et création de cheminements piétons,
  - Création d'un jardin d'acclimatation (sous halle et extérieur),

- Création d'une voirie entre les Boulevards V. Gâche et Anatole de Monzie (plantations, ...),
- Création d'un parking (400 à 600 places),
- Rénovation du foyer des jeunes travailleurs :



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.10.Secteur 20 (face au centre ville) :

Les aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Liaisons Nord-sud :
  - Réaménagement de la rue des Français Libres (réduction chaussée, élargissement trottoirs, ...),

- Création d'un parc populaire,
- Création du parc des berges :
  - Appontement, emmarchements, « plage de sable),

- Raccordement avec le Boulevard des Martyrs Nantais :
  - Création d'un plateau d'espaces publics à vocation piétonnière (jardins, espaces de jeux, ...),
  - Intégration du tracé du tramway,
  - Circulation automobile ramenée à 2 voies de circulation sur la chaussée ouest,



ETAT ACTUEL



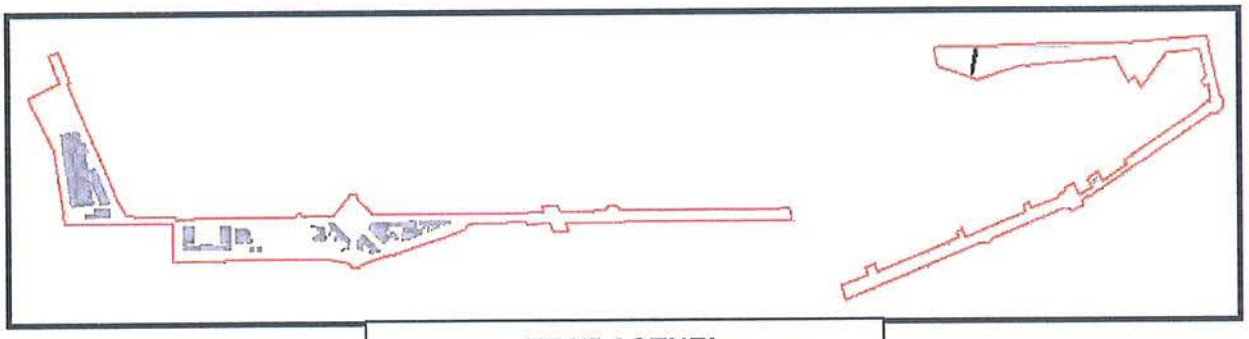
ETAT PROJETE

2.3.1.11.Secteur 21 (axe est-ouest) :

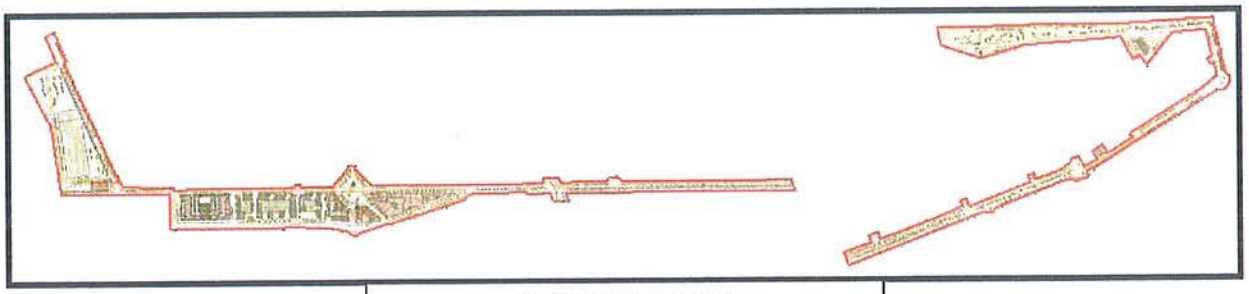
Actuellement, l'axe est-ouest est formé par le boulevard de la Prairie au Duc, le boulevard Babin Chevaye et le boulevard Vincent Gâche.
Cet axe sera prolongé et renforcé en aménagement jusqu'au pont Willy Brandt.

Les aménagements prévus sur ce secteur sont les suivants :

- Aménagement de la chaussée pour la ligne 5,
- Doublement de la chaussée,
- Création d'une voie de transport dans le boulevard Léon Bureau,
- Aménagement des trottoirs (pavés, joints sable, ...).



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.12. Secteur 23 (nord-est de l'île) :

Le quartier Est de l'île offre encore des espaces à bâtir.

La recomposition du front bâti de la rue Viviani a pour effet :

- De restructurer l'espace public à partir de bâtiments affirmant les limites entre espaces publics et privés,
- De densifier des lieux très aérés et peu organisés par une trâme bâtie,
- De créer un écran visuel entre la rue René Viviani, la voie ferrée et le quartier est de Beaulieu.

Le réaménagement des berges le long du boulevard Louis Berthou a pour effet :

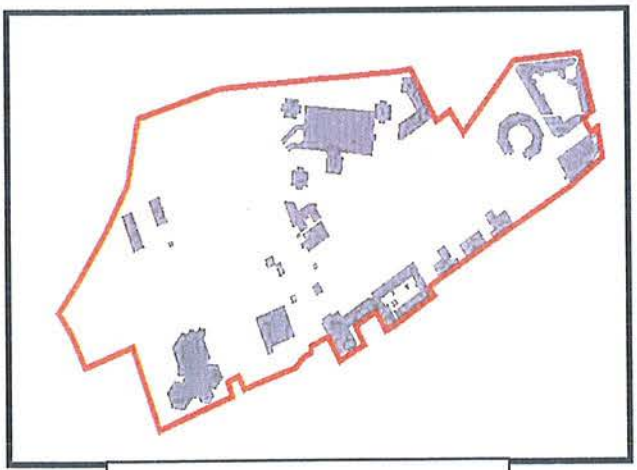
- De donner une façade paysagère face à la Loire,
- D'orienter la circulation par la rue André Tardieu,

L'aménagement des espaces non bâtis entre le boulevard Georges Pompidou et le boulevard de la Loire a pour effet :

- De terminer la ZAC Beaulieu en affirmant des axes de vue sur la Loire vers l'est et de futures traversées,
- De densifier les abords de rues,
- D'aménager des espaces paysagers en bord de Loire,

La densification des espaces non bâtis autour du stade Michel Lecointre et la création d'une rue traversante est-ouest ont pour effet :

- De créer des façades bâties pour la rue Alexandre Millerand,
- De restructurer un îlot d'équipements,
- De relier cet îlot avec le quartier environnant.



ETAT ACTUEL



ETAT PROJETE

2.3.1.13.Synthèse

Les principales caractéristiques des aménagements projetés par secteurs sont synthétisées dans le tableau suivant.

SECTEURS D'AMENAGEMENT	PRINCIPAUX AMENAGEMENTS
N°1 (entre le pont Haudaudine et le pont Anne de Bretagne)	- implantation immobilière, - aménagement des berges - amélioration de l'assainissement pluvial, - réfection des voiries (asphalte, pavés joints sur lit de sable)
N°2 et 4 (Chantiers à l'ouest du Boulevard L. Bureau))	- réhabilitation des nefs et prolongement du parvis, - aménagement des quais et berges, - nettoyage et décapage du site, - restauration des infrastructures portuaires (cale de lancement, cale des sous-marins, ...) - création d'un parking
N°7 (Boulevard du Général De Gaulle)	- implantation de la ligne 4 de tram-bus - création d'un mail planté et réduction des surfaces imperméables
N°8 (Centre Commercial Beaulieu)	- aménagement de voiries (création et suppression), - aménagement des berges, - modification des revêtements de sols (sols plus perméables), - création de stationnement et espaces récréatifs au droit de l'école
N°9 (zone du Tripode)	- création d'immeubles de logements et de services, - création d'un bassin aquatique, - suppression de voirie, - aménagements paysagers (plantations, ...), - suppression des quais et aménagement des berges (espaces verts).
N°13 (Zone Alstöm – boulevard de la Prairie du Duc)	- découpage des parcelles en îlots, - réhabilitation et création de bâtiments, - restauration des sols, - aménagement de sites piétons, - création de logements, - création d'un pôle d'entreprises « biotechnologiques »
N°14, 15, 16, 17 (centre ouest de l'île)	- implantation d'une antenne du CHU, - réfection des trottoirs (pavés sur joints de sable), - aménagement paysager (plantations, ...), - réduction de voiries.
N°18 (entre le pont de Pirmil et le pont G. Clémenceau)	- aménagement des berges, - aménagements paysagers (plantations, ...), - création de stationnements et de pistes cyclables.

N°19 (centre de l'île)	- transformation du site des Fonderies en espace public (jardins, serres, ...), - réhabilitation et rénovation de certaines halles, - création d'une voirie et d'un parking, - rénovation du foyer des jeunes travailleurs.
N°20 (face au centre ville)	- création d'un plateau piétonnier, - intégration du tracé du tramway, - création de parcs (populaire, sur berges), - réduction de chaussée et élargissement des trottoirs.
N°21 (axe est-ouest)	- aménagement de la ligne 5 de tramway, - création de voirie (doublement de chaussée, voie de transport), - aménagement des trottoirs (pavés sur joints de sable).
N°23 (nord-est de l'île)	- aménagement des bords de Loire, - aménagements paysagers (plantations, ...), - restructuration des îlots par la création de voiries,

D'une manière générale, le projet d'aménagement de l'île de Nantes tend vers une **amélioration paysagère du site** et une **diminution globale de l'imperméabilisation** (réduction de voiries, sols en pavés avec joints sables, plantations, espaces verts, ..).
Les interventions sont limitées sur le réseau de voirie étendant très faiblement les emprises nouvelles (quasi-équilibre entre surface de voirie crée et supprimée) en préférant améliorer les voies existantes.

Les aménagements prévus sur les berges de Loire n'impliqueront **pas de modification topographique des rives** et **tiendront compte des colonies d'Angélique des Estuaires** (maintien, recolonisation, ...).

2.3.2. Réseaux d'assainissement

2.3.2.1. Etat actuel et préconisations

L'organisation de la collecte des eaux dans l'île est structurée en deux types de réseaux :
- des réseaux séparatifs : eaux usées, eaux pluviales,
- des réseaux unitaires : eaux usées avec eaux pluviales.

D'une façon générale, le projet n'impliquera pas de création de grands collecteurs. Les eaux usées et pluviales liées aux aménagements seront connectées au réseau public.

En fonction des sites et du type d'aménagement, certains pré-requis ont été et devront être pris en compte pour la collecte des eaux pluviales :

- création d'avaloirs,
- mise en place de dispositifs de régulation et de traitement des eaux,
- connexion de gouttières sur des sols perméables (plantations, espaces verts, ...),
- ...

Avant chaque aménagement, une analyse locale de la capacité des réseaux publics à accueillir d'éventuels surplus hydrauliques, devra être réalisée puis validée par les services de la Communauté Urbaine de Nantes Métropole. En fonction des résultats, certaines mesures pourront être envisagées comme la mise en place de systèmes de régulation hydraulique (bassins, chaussées réservoirs, ...), etc...

2.3.2.2. Réseaux séparatifs

- **Les eaux usées**

Comme indiqué synthétiquement sur la carte ci-contre, le réseau de collecte des eaux usées strictes concerne les ¾ de l'île de Nantes.

Ces eaux usées collectées transitent, via deux postes de refoulement, vers :
- les réseaux de Nantes par le dernier pont aval du bras de la Madeleine et la station d'épuration de Tougas,
- les réseaux de Rezé par le pont de "Pornic" et la station d'épuration de la « petite Californie ».

- **Les eaux pluviales**

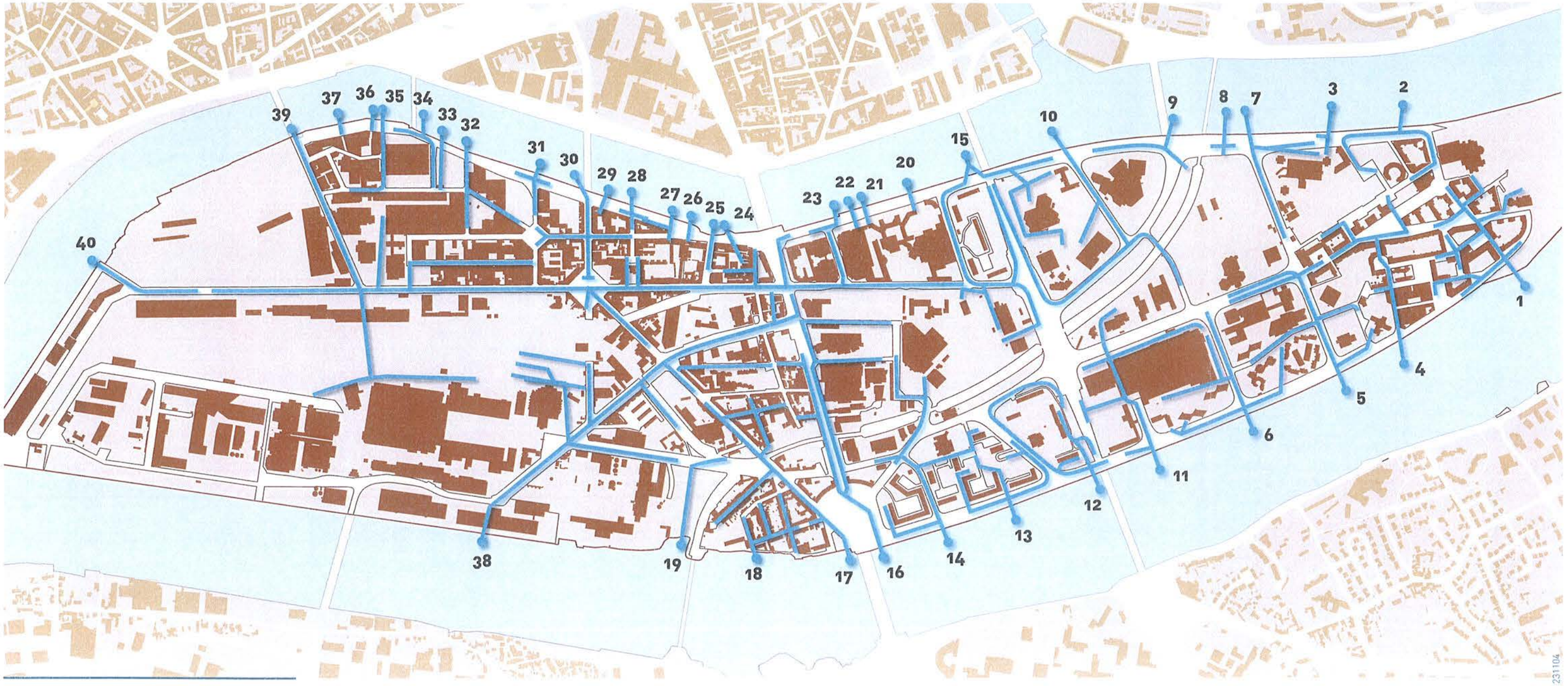
Les eaux de ruissellement des voiries sont collectées par un ensemble de grilles avaloirs situées de part et d'autres des voies en pied de trottoir.
Les eaux provenant des toitures transitent, via un système de gouttières, directement dans le réseau enterré.

Les réseaux de collecte des eaux pluviales sont de deux types (cf. carte ci-après).

Pour la façade nord et la partie est de l'île, les réseaux drainent de petits bassins de collecte. On y dénombre environ 18 rejets en Loire.

Au centre de l'île et au nord de la zone de l'état, les anciens réseaux unitaires ont maintenant une vocation eaux pluviales strictes et aboutissent en Loire en 21 points de rejets.

ZAC ILE DE NANTES
Structure des réseaux Eaux Pluviales



Réseau d'eaux pluviales

Point de rejet en Loire

38 N° de bassin de collecte

source : C.U.N.
Service Assainissement

© Communauté urbaine de Nantes

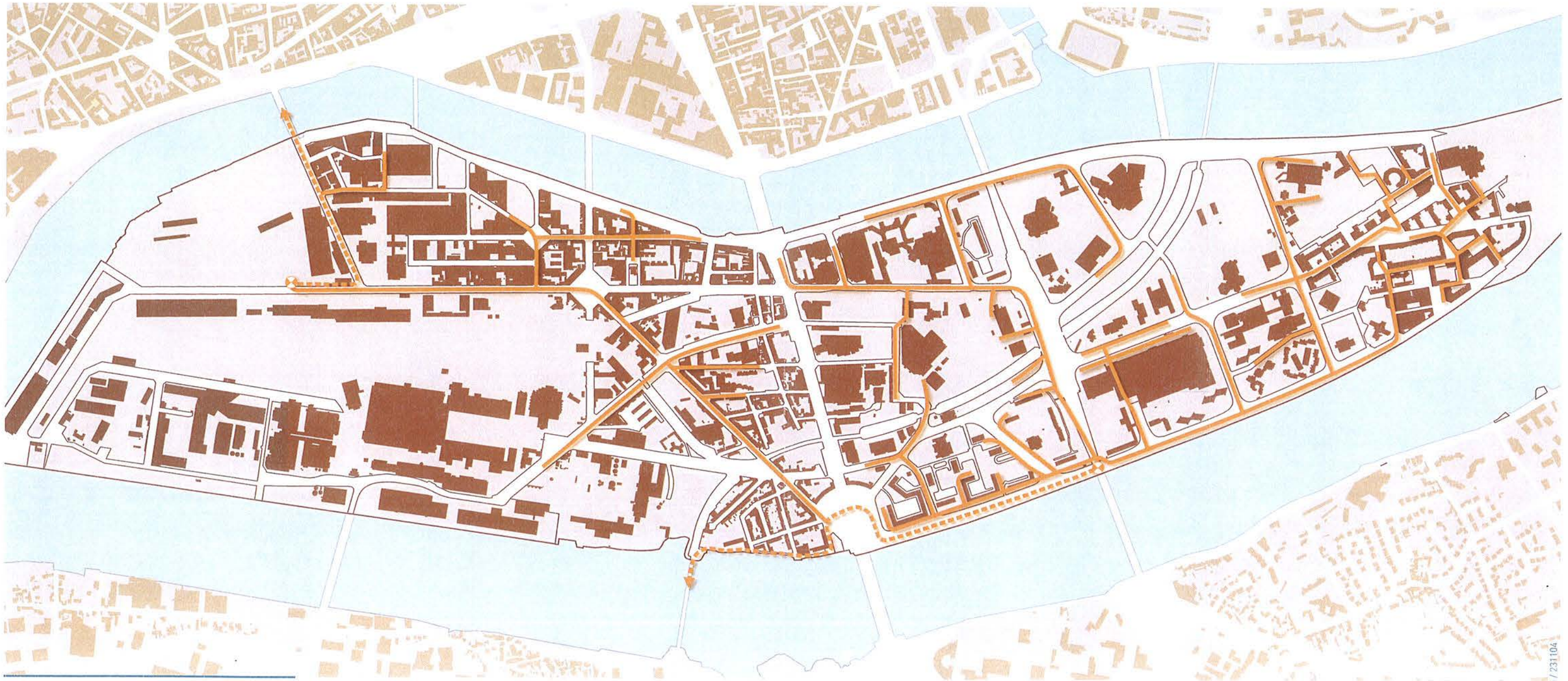
Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

0402TA / FPD / ateas inondation.ai / 231104

400 m

SCE - Novembre 2004

ZAC ILE DE NANTES
Structure des réseaux Eaux Usées



Réseau d'eaux usées

Conduite de refoulement

Poste de refoulement

source : C.U.N.
Service Assainissement

© Communauté urbaine de Nantes

Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

0402?A / EPO / Planche urbaine_s2.ai / 2311104

400 m

SCE - Novembre 2004

2.3.2.3. Réseau unitaires (eaux usées + eaux pluviales)

Ces réseaux se situent dans la partie sud-ouest de l'île entre la gare de l'Etat et la Loire, **en dehors de la ZAC**. Cette partie de l'île est à vocation industrielle. On dénombre environ 5 rejets en Loire. Précisons que les rejets domestiques sont faibles car ne concernent pas des zones d'habitats mais des sites professionnels aux activités de plus en plus réduites.

2.3.3. Phasage et programmation des travaux

Le planning des interventions est le suivant :

SECTEURS	DATE DE DEBUT DES TRAVAUX
N°1	En cours
N°2	3ème trimestre 2005
N°4	3ème trimestre 2005
N°7	1er trimestre 2005
N°8	1er trimestre 2005
N°9	1er trimestre 2006
N°13	4ème trimestre 2005
N°19	4ème trimestre 2005
N°21	1er trimestre 2006
Autres secteurs	Au delà de 2007

Pour mémoire, l'augmentation de la capacité organique de la station d'épuration de la « petite Californie » (180 000 EH), sous maîtrise d'ouvrage Nantes Métropole, devrait être effective pour fin 2009.

3. Situation réglementaire du projet vis-à-vis de la loi sur l'eau

Le projet doit respecter les grands principes des articles 1 et 2 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 (articles L.210-1 et L.211-1 du Code de l'Environnement). Celle-ci affirme la nécessité d'une conciliation des usages économiques légitimes de l'eau et de la protection des milieux aquatiques qu'elle déclare d'intérêt général.

Article L.210-1 du Code de l'Environnement
"*L'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa protection, sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels, sont d'intérêt général.*"

Afin de mettre en œuvre cette gestion équilibrée de la ressource en eau, un certain nombre de travaux, activités ou ouvrages, est soumis à autorisation ou à déclaration "suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques" (article 10 de la loi sur l'eau abrogé par les articles L.214-1 à 6 du Code de l'Environnement).

Les différentes rubriques du décret nomenclature n°93-743 modifié concernées par le projet sont rassemblées dans le tableau suivant.

Rubrique	Paramètres et seuils	Régime (*)	Caractéristiques du projet	Régime correspondant
6.1.0	Travaux prévus à l'article 31 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 , le montant des travaux étant : - supérieur ou égal à 1 900 000 euros - supérieur ou égal à 160 000 euros mais inférieur à 1 900 000 euros	A D	Travaux d'un montant supérieur à 1 900 000 €	A
2.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 2.5.5 ou conduisant à la dérivation ou au contournement d'un cours d'eau	A	Aménagement des berges de la Loire	A**

5.3.0	Rejet d'eaux pluviales dans les eaux superficielles ou dans un bassin d'infiltration, la superficie totale desservie étant : - 1) supérieure ou égale à 20ha - 2) supérieure à 1ha mais inférieure à 20ha	A D	Superficie totale de la ZAC d'environ 220 ha	A
2.5.5	Consolidation ou protection de berge, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétale : - pour un cours d'eau ayant un lit mineur d'une largeur supérieure ou égale à 7.5m * sur une longueur supérieure ou égale à 200m, * sur une longueur supérieure ou égale à 50m et inférieure à 200m	A D	Protection en enrochements sur une longueur totale supérieure à 200 m	A**
2.7.0	Création d'étangs ou de plans d'eau : - 1) dont les eaux s'écoulent directement, indirectement, ou lors des vidanges dans un cours d'eau de 1ère catégorie piscicole et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est : * supérieure ou égale à 1ha, * supérieure à 0.1ha mais inférieure à 1ha -2) dans les autres cas que ceux prévus au 1) et lorsque la superficie de l'étang ou du plan d'eau est : * supérieure ou égale à 3ha * supérieure à 0.1ha mais inférieure à 3ha	A D A D	Création d'un bassin d'agrément au niveau du Tripode d'une surface totale d'environ n ha (au vu du stade d'avancement du projet, la superficie du plan d'eau n'est pas encore connue)	A ou D**

(*) : A = Autorisation - D = Déclaration

(**) : Les aménagements concernés par ces rubriques feront l'objet d'arrêtés complémentaires à celui émanent de ce dossier.

Le projet d'aménagement est donc soumis au régime d'autorisation au titre de la loi sur l'eau.

4. Analyse de l'état initial

4.1. Données climatiques

Le climat de la zone d'étude peut être caractérisé par les données de Météo-France pour la station de Nantes (période 1961-1990).

Le climat de l'agglomération nantaise et de ses environs est de type océanique, caractérisé par des hivers relativement doux et des précipitations moyennes.

4.1.1. Les températures

Tableau 1 : Températures moyennes (en °C)

Mois	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Température minimale	2,4	2,8	4	5,9	9	11,9	13,9	13,5	11,8	8,9	5,1	3	7,7
Température maximale	8,4	9,6	12,2	14,9	18,2	21,9	24,4	24	21,8	17,3	12	9	16,1
Nombre de jours de gel	9	7,6	5,3	1,1	0	0	0	0	0	0,1	4,1	7,9	35

La douceur de la température est une autre caractéristique du climat local. La température moyenne annuelle est de 11,9°C, avec un minimum de 5,4°C en janvier et un maximum de 19,1°C en juillet. Les hivers peuvent être aussi cléments que sur le littoral méditerranéen, mais les étés sont nettement plus frais.

Le nombre de jours de gel est de 35 par an. On recense en moyenne chaque année 58,2 jours de brouillard, 14,1 jours avec orage, 3,3 jours avec grêle, 5,1 jours avec neige.

Les vents dominants proviennent de l'ouest / sud-ouest (surtout pour les vents de vitesse supérieure à 4 m/s) et de nord-est (surtout pour les vents faibles, c'est-à-dire inférieurs ou égaux à 4 m/s)

4.1.2. Les précipitations

Tableau 2 : Cumul mensuel des précipitations (moyenne en mm)

Mois	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	**Année**
Moyenne	86,6	70,2	69,1	49,9	64,1	45	46,4	44,8	62,2	79,2	86,9	84,1	**788,5**

La hauteur des précipitations est de 788,5 mm/an (avec un minimum de 44,8 mm en août et un maximum de 86,9 en novembre). Les pluies sont fréquentes en toute saison (118 jours

par an), rarement intenses (23 jours par an de pluies de plus de 10 mm) ; elles présentent un léger maximum d'octobre à mars, en liaison avec les perturbations venant de l'Océan Atlantique.

4.2. Caractéristiques physiques générales

4.2.1. Contexte topographique

En dehors des berges de la Loire, la topographie du site est relativement plane avec des cotes entre 6 et 8 mètres (hors remblais).

En élargissant le secteur aux autres rives de la Loire, le relief s'anime en légers coteaux, supports des implantations traditionnelles des sites urbanisés : Rezé, Sainte-Anne, Graslin, Cathédrale, Saint-Jacques,... ou ménage quelques îlots sur la rive sud : Trentemoult, North-House, Haute-Ile,...

Une dépression s'étale au-dessous de la cote moyenne de l'Ile Sainte-Anne, il s'agit de Basse-Ile située entre 0 et 5 mètres.

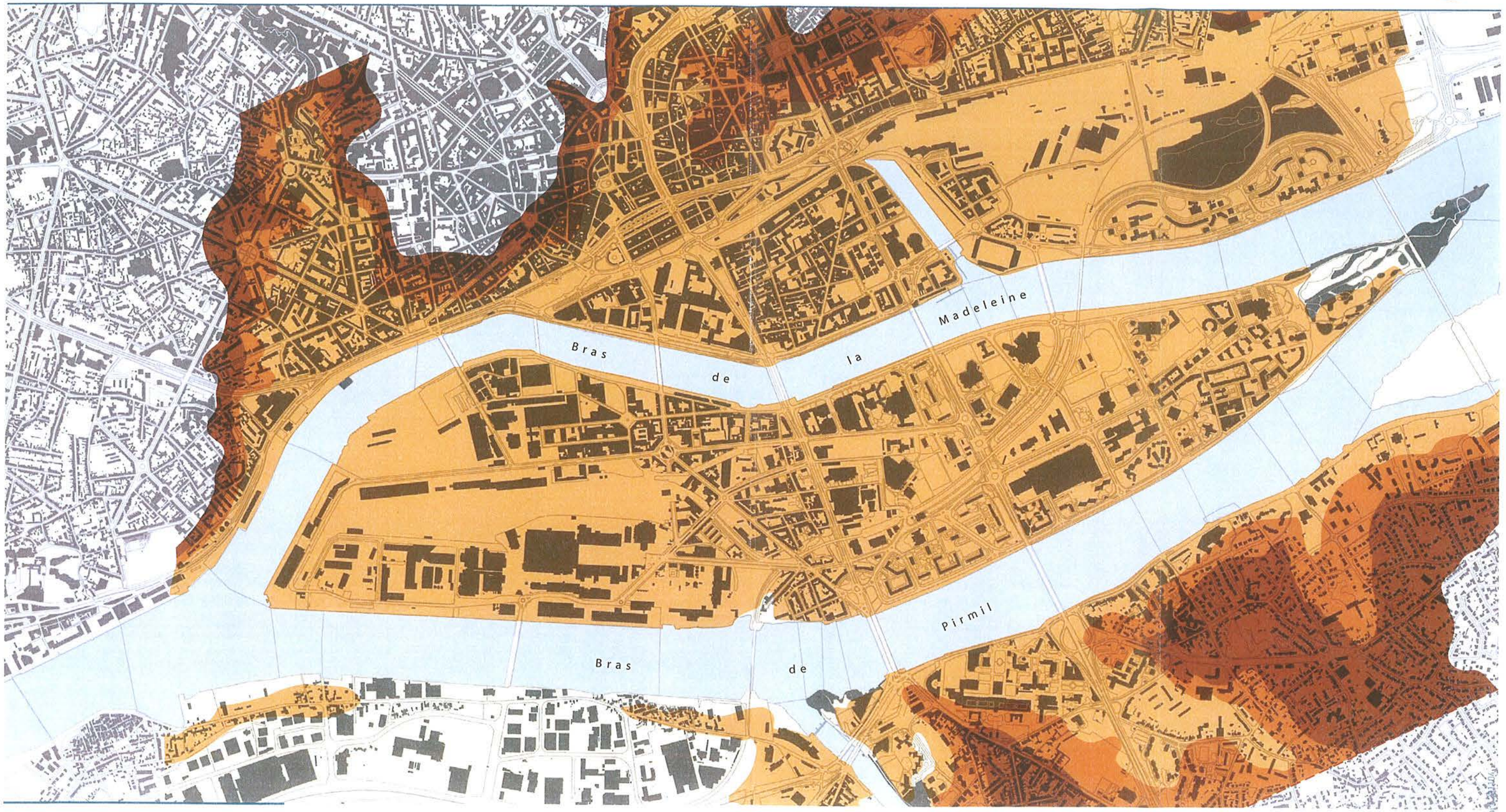
4.2.2. Contexte géologique

Le contexte géologique du secteur est caractérisé par une zone alluvionnaire qui témoigne de la proximité du fleuve (anciennes îles dont les chenaux et boires interstitielles ont été progressivement comblés).
Une approche élargie montre que la Loire a creusé son lit dans une gouttière rocheuse avant le Pliocène. Celle-ci a été balayée et remblayée durant les régressions et transgressions eustatiques du quaternaire. Parfois cette gouttière, plus où moins creusée au niveau d'anciens lits mineurs, a été remblayée sur d'importantes épaisseurs (35 mètres d'alluvions).

Sur le secteur d'étude, l'île et les berges sont constituées de terrains rapportés établis sur des alluvions (vases, sables et argiles) eux mêmes recouvrant, sur une épaisseur variant de 10 à 20 mètres, un socle rocheux constitué de roches métamorphiques (gneiss).

De son coté, le lit mineur est constitué d'un fond sableux soumis aux aléas du débit du fleuve (apport de nouveaux sédiments et creusement des chenaux).

ZAC ILE DE NANTES
Topographie



0 à 5 m

5 à 10 m

10 à 15 m

15 à 20 m

200 m

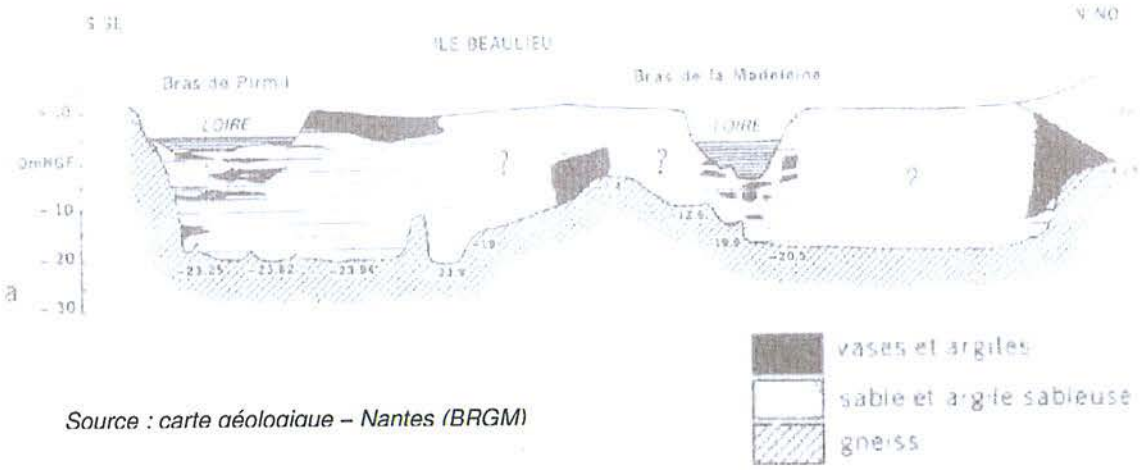
sources : carte IGN

© Communauté urbaine de Nantes

Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

04027A / EPO / Planche urbaine_v2.ai

SCE - Novembre 2004



Source : carte géologique – Nantes (BRGM)

La nappe alluviale, quoique peu étendue, se situe sur la quasi totalité de l'île de Nantes. A ces endroits, la nappe n'est pas utilisée pour un quelconque usage (AEP, industrie, agriculture, ...).

4.3. Caractéristiques hydrographiques du site

L'organisation de la collecte des eaux dans l'île est structurée en deux types de réseaux :
- des réseaux séparatifs : eaux usées, eaux pluviales,
- des réseaux unitaires : eaux usées avec eaux pluviales.

4.3.1. Les réseaux séparatifs

4.3.1.1. Les eaux usées

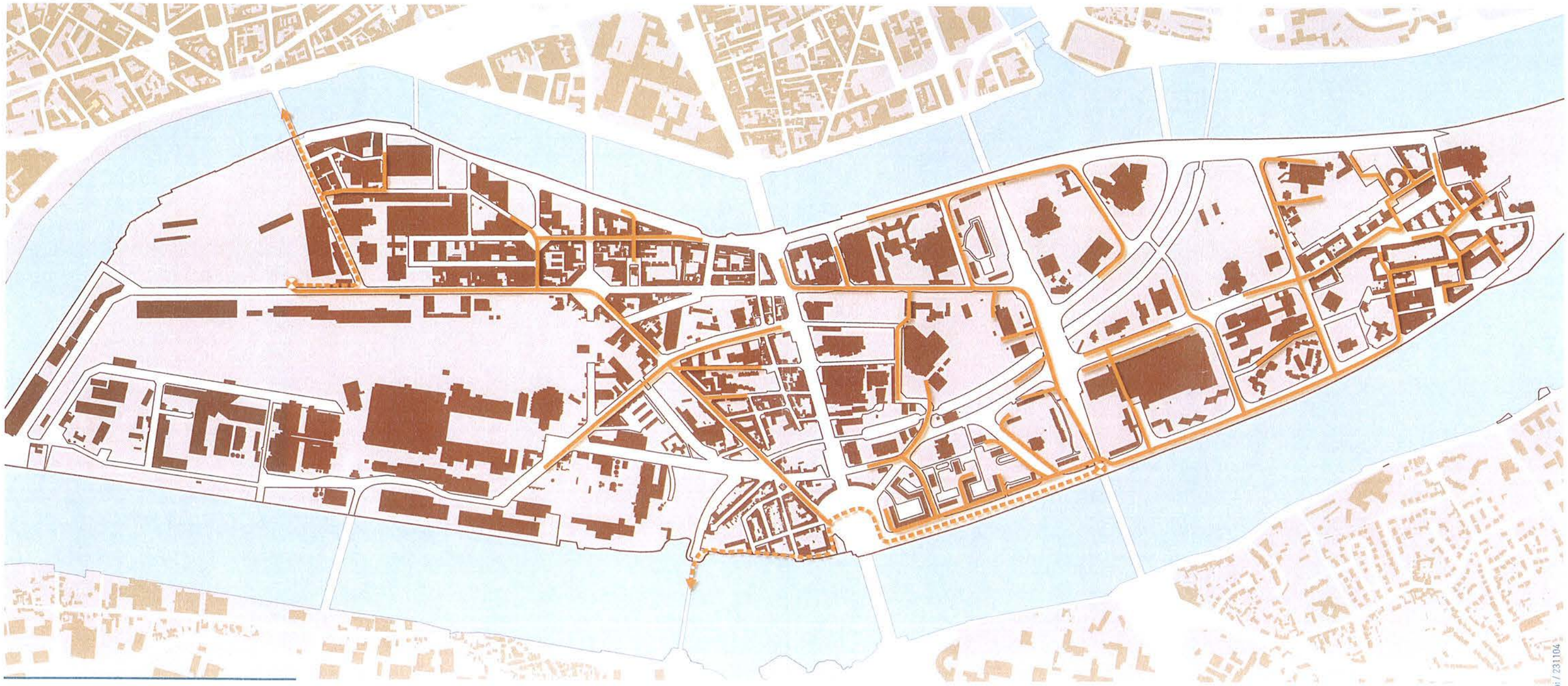
Comme indiqué synthétiquement sur la carte ci-contre, le réseau de collecte des eaux usées strictes concerne les ¾ de l'île de Nantes.

Ces eaux usées collectées transitent, via deux postes de refoulement, vers :
- les réseaux de Nantes par le dernier pont aval du bras de la Madeleine et la station d'épuration de « Tougas »,
- les réseaux de Rezé par le pont de "Pornic" et la station d'épuration de la « Petite Californie ».

De par l'arrêté préfectoral du 22 mars 1995, les stations d'épuration citées précédemment doivent assurer une qualité moyenne de rejet sur 24 heures de :

- 25 mg/l de DBO_5,
- 90 mg/l de DCO,

ZAC ILE DE NANTES
Structure des réseaux Eaux Usées



Réseau d'eaux usées

Conduite de refoulement

Poste de refoulement

source : C.U.N.
Service Assainissement

© Communauté urbaine de Nantes

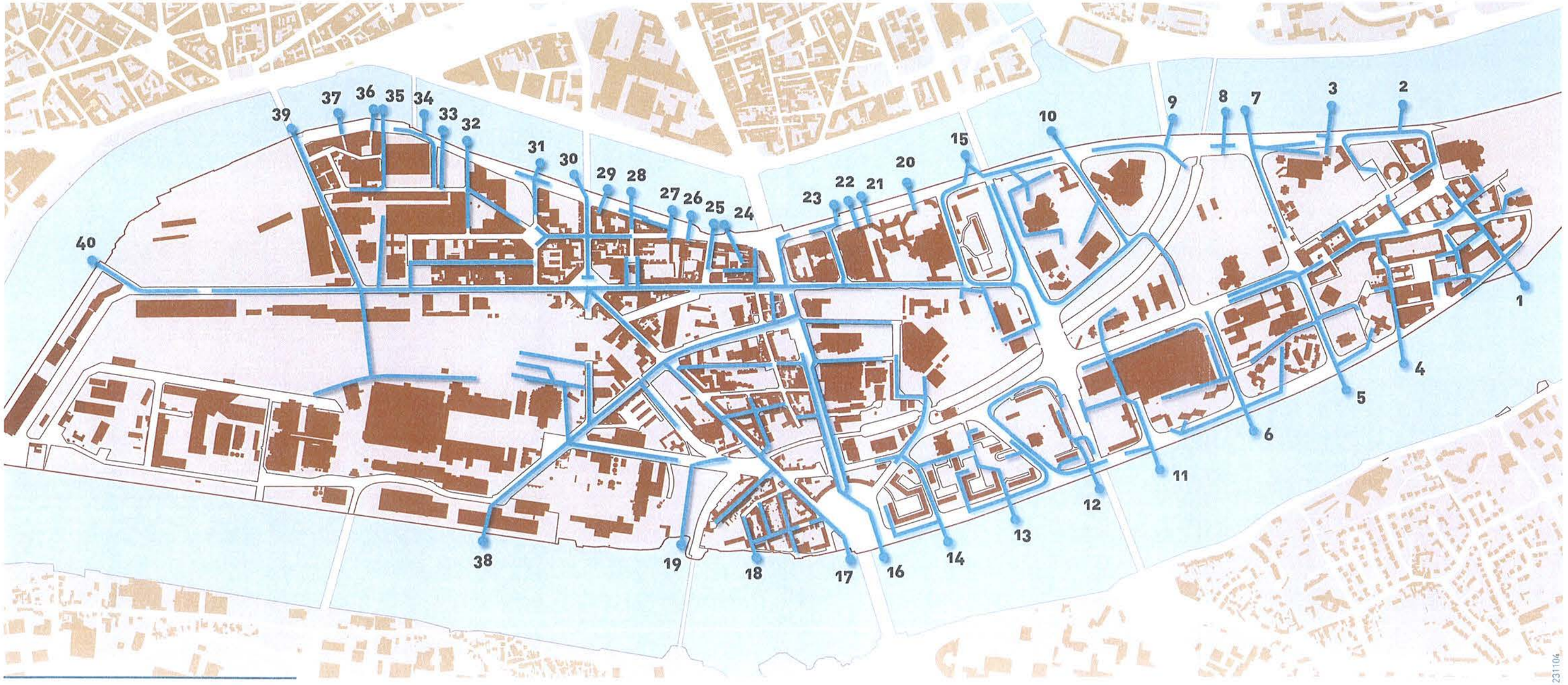
Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

1402?A / FPD / Planche urbaine_v2.ai / 231104

400 m

SCE - Novembre 2004

ZAC ILE DE NANTES
Structure des réseaux Eaux Pluviales



Réseau d'eaux pluviales

Point de rejet en Loire

38 N° de bassin de collecte

source : C.U.N.
Service Assainissement

© Communauté urbaine de Nantes

Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

04027A / FPD / atlas inondation.ai / 231104

400 m

SCE - Novembre 2004

- 30 mg/l de MES,
- 20 mg/l de NGL,
- 5 mg/l de NH_4^+,

Les filières de traitement des deux stations d'épuration sont de type boues activées avec nitrification et dénitrification et traitement combiné du phosphore.

Les caractéristiques principales des stations d'épuration sont les suivantes :

- **Tougas** :
  - Capacité de 600 000 Equivalents-Habitants,
  - Charge nominale de 36t de DBO5/jours,
  - Capacité hydraulique de 259 000m^3/j.

- **Petite Californie :**
  - Capacité de 122 000 Equivalents-Habitants,
  - Charge nominale de 10.2t de DBO5/jours,
  - Capacité hydraulique de 48 000m^3/j.

Il faut noter que la station d'épuration de la « Petite Californie » est en cours de redimensionnement. En effet, il est prévu de porter la capacité de traitement à environ 180 000 Equivalents-Habitants et ce pour la **fin 2009**.

4.3.1.2. Les eaux pluviales

Les eaux de ruissellement des voiries sont collectées par un ensemble de grilles avaloirs situées de part et d'autres des voies en pied de trottoir.
Les eaux provenant des toitures transitent, via un système de gouttières, directement dans le réseau enterré.

Les réseaux de collecte des eaux pluviales sont de deux types (cf. carte ci-contre).

Pour la façade nord et la partie est de l'île, les réseaux drainent de petits bassins de collecte. On y dénombre environ 18 rejets en Loire.

Au centre de l'île et au nord de la zone de l'état, les anciens réseaux unitaires ont maintenant une vocation eaux pluviales strictes et aboutissent en Loire en 20 points de rejets.

Le tableau suivant dresse, par sous-bassin de collecte, une estimation des débits générés en leur exutoire pour des évènements pluvieux de fréquence décennale et centennale.
Au vu de la connaissance actuelle du réseau, les diamètres de certains exutoires ne sont pas connus. Dans ces cas, les diamètres pris en compte correspondent à ceux trouvés plus en amont sur le collecteur principal.
A noter que la Communauté Urbaine de Nantes Métropole réalise actuellement un diagnostic des réseaux d'eaux pluviales de l'île. Les résultats énoncés en suivant s'en verront peut être modifiés.

N° BV	SURFACE (en ha)	PENTE MOYENNE (en m/m)	COEF. IMPER.	Q10 (en m3/s)	Q100 (en m3/s)	DIAMETRE DE L'EXUTOIRE
1	9,8	0,006	0,8	1	1,7	800mm
2	4,3	0,006	0,85	0,6	0,97	1000mm
3	0,5	0,006	0,9	0,12	0,19	400mm ?
4	8	0,006	0,8	0,9	1,4	1000mm
5	11,4	0,006	0,85	1,3	2	1000mm
6	8	0,006	0,9	1	1,7	800mm ?
7	4,5	0,006	0,85	0,6	1	800mm
8	4	0,006	0,6	0,38	0,6	700mm
9	2,6	0,006	0,75	0,35	0,56	600mm
10	10,5	0,006	0,8	1	1,8	800mm
11	11	0,006	0,95	1,4	2,3	1000mm
12	6	0,006	0,9	0,8	1,3	800mm
13	4,3	0,006	0,9	0,65	1	800mm ?
14	9,6	0,006	0,9	1,1	1,9	800mm
15	4	0,006	0,9	0,6	0,95	800mm
16	10,5	0,006	0,95	1,4	2,2	2 250 x 1 200mm
17	7,6	0,006	0,9	1	1,5	1 800 x 700 mm
18	1,5	0,006	0,9	0,28	0,45	500mm
19	2,5	0,006	0,9	0,4	0,65	600mm
20	0,8	0,006	0,85	0,15	0,25	300mm
21	1	0,006	0,9	0,2	0,3	500mm
22	0,4	0,006	0,9	0,09	0,15	300mm
23	0,8	0,006	0,9	0,16	0,26	400mm
24	0,3	0,006	0,95	0,08	0,134	400 x 400mm
25	1	0,006	0,95	0,2	0,3	800 x 800mm
26	0,24	0,006	0,9	0,06	0,1	400 x 400mm
27	0,95	0,006	0,9	0,19	0,31	400mm ?
28	0,48	0,006	0,95	0,12	0,19	400 x 500mm
29	0,36	0,006	0,95	0,09	0,15	400mm ?
30	2,7	0,006	0,85	0,36	0,58	400 x 500mm
31	1,2	0,006	0,85	0,19	0,31	400 x 500mm
32	2	0,006	0,85	0,28	0,45	400 x 400mm
33	0,5	0,006	0,9	0,09	0,2	300mm
34	1,6	0,006	0,95	0,3	0,47	800mm
35	1	0,006	0,95	0,21	0,34	600mm
36	0,09	0,006	1	0,03	0,05	300mm ?
37	0,25	0,006	1	0,07	0,12	400mm ?
38	40	0,006	0,95	4	6,4	1 800 x 900mm
39	13	0,006	0,9	1,1	2,1	800mm
40	5,7	0,006	0,6	0,4	0,7	500mm

4.3.2. Les réseaux unitaires (eaux usées + eaux pluviales)

Ces réseaux se situent dans la partie sud-ouest de l'île entre la gare de l'Etat et la Loire. On dénombre environ 5 rejets en Loire.
Précisons que les rejets domestiques sont faibles car ne concernent pas des zones d'habitats mais des sites professionnels aux activités de plus en plus réduites.

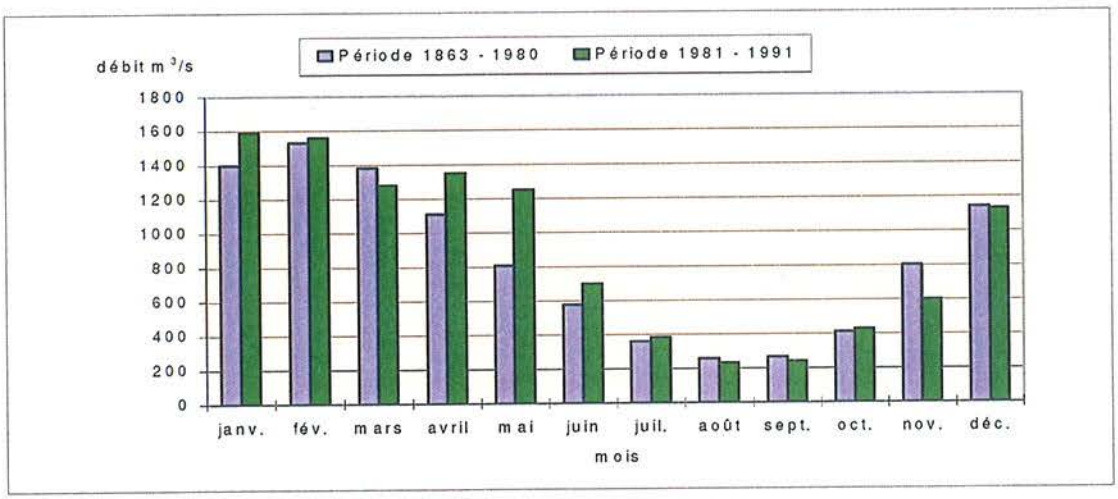
4.4. Caractéristiques générales du milieu récepteur concerné par le projet : la Loire

4.4.1. Hydrologie et hydraulique

L'Ile de Nantes est entourée par deux bras de la Loire : le bras de La Madeleine au nord et le bras de Pirmil au sud.
Les niveaux de la Loire à Nantes dépendent du débit du fleuve (mesuré plus en amont à l'échelle de Montjean) et de la marée (cycles basse / pleine mer et vive eau / morte eau).

La Loire présente un étiage marqué en juillet et août et des crues en janvier et février. Le débit moyen annuel (ou module) calculé sur la période 1981-1999 est de 867 m^3/s.

Les débits moyens mensuels de la Loire à Montjean[2] au cours des dernières décennies sont présentés sur le graphique suivant :



DEBITS MENSUELS MOYENS DE LA LOIRE A MONTJEAN

(source : Service Hydrologique Centralisateur)

Les débits journaliers de crue ont quant à eux les caractéristiques suivantes (*source : SOGREAH, 1994*[3]) :

[2] Source : Service Hydrologique Centralisateur

Période de retour	Débit (m^3/s)
1 an	5200
10 ans	6600
100 ans	7700
1000 ans	8500

En ce qui concerne les niveaux d'eau, le phénomène de marée et les processus hydrologiques ont été considérés comme indépendants.
Le tableau suivant présente un bilan du calcul du pourcentage de cycles de marée pour lesquels le débit à Montjean et le coefficient de marée sont supérieurs à un certain seuil et variant de l'étiage (débit inférieur à 350 m3/s) à une crue de débit de pointe 5200 m3/s.

Débit à Montjean (m^3/s) / Coefficient de marée	305	640	1250	1560	2240	3560	4400	5200
30	73,08%	48,72%	24,36%	16,24%	8,12%	1,35%	0,80%	0,27%
40	68,27%	45,51%	22,76%	15,17%	7,59%	1,26%	0,75%	0,25%
45	63,80%	42,53%	21,27%	14,18%	7,09%	1,18%	0,70%	0,24%
50	59,32%	39,55%	19,77%	13,18%	6,59%	1,10%	0,65%	0,22%
60	48,34%	32,23%	16,11%	10,74%	5,37%	0,90%	0,53%	0,18%
70	38,29%	25,53%	12,76%	8,51%	4,25%	0,71%	0,42%	0,14%
80	25,32%	16,88%	8,44%	5,63%	2,81%	0,47%	0,28%	0,09%
85	19,80%	13,20%	6,60%	4,40%	2,20%	0,37%	0,22%	0,07%
90	14,28%	9,52%	4,76%	3,17%	1,59%	0,26%	0,16%	0,05%
95	9,99%	6,66%	3,33%	2,22%	1,11%	0,19%	0,11%	0,04%
100	5,70%	3,80%	1,90%	1,27%	0,63%	0,11%	0,06%	0,02%
105	3,24%	2,16%	1,08%	0,72%	0,36%	0,06%	0,04%	0,01%
110	0,78%	0,52%	0,26%	0,17%	0,09%	0,01%	0,01%	0,00%

Analyse croisée des débits classés à Montjean et de la marée

Afin de relier cette analyse aux niveaux d'eau au droit de la zone d'étude, les données du tableau suivant, issues du bilan réalisé par Claude Migniot[4], ont été utilisées pour compléter l'analyse. Les niveaux d'eau sont exprimés dans le système de nivellement IGN 69 au niveau de Saint-Félix.

[3] *Modèle à fond mobile de l'estuaire aval de la Loire - Actualisation des données naturelles*, SOGREAH, PANSN, mars 1994.

[4] *Bilan de l'hydrologie et de l'hydrosédimentaire de l'estuaire de la Loire au cours des deux dernières décennies* ; Claude MIGNIOT, juillet 1993.

Débit à Montjean	Coefficient de marée	Décennie 1962 / 1972		Décennie 1982 / 1991	
		Niveau BM (m IGN69)	Niveau PM (m IGN69)	Niveau BM (m IGN69)	Niveau PM (m IGN69)
Q < 350 m³/s (Etiage)	30	-0.71	1.59	-1.06	1.69
	70	-0.86	2.49	-1.46	2.74
	110	-0.91	3.19	-1.81	3.69
2200 m³/s < Q < 2700 m³/s	30	2.19	2.69	1.74	2.54
	70	2.29	3.44	1.59	3.39
	110	2.39	3.94	1.44	4.19
4000 m³/s < Q < 4800 m³/s	30	4.44	4.49	3.64	3.99
	70	4.54	4.79	3.59	4.39
	110	4.69	5.04	3.54	4.74
Q = 6300 m3/s et marée de vives eaux exceptionnelle concomitante avec vents de S.W.			6.47		6.47

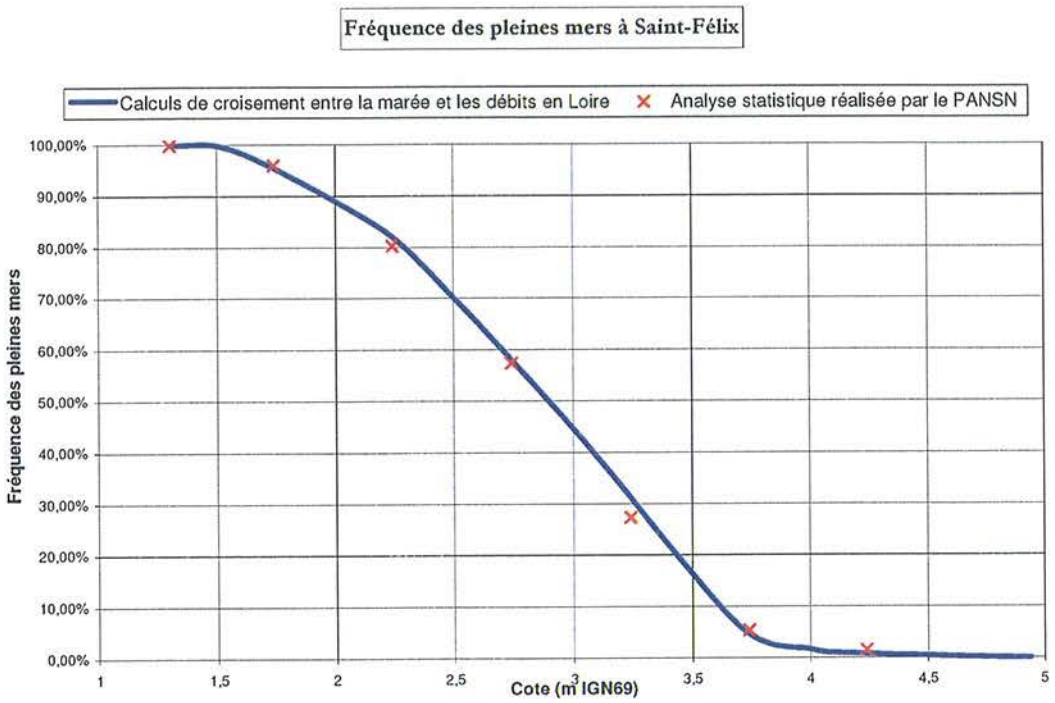
Niveaux d'eau au droit de Saint-Félix en fonction du coef. de marée et du débit à Montjean

Ces données ont ensuite permis de reconstituer le tableau suivant, qui donne les niveaux d'eau à marée haute, en m IGN69, au droit de la zone d'étude en fonction du coefficient de marée et du débit de la Loire au droit de Montjean.

Débit à Montjean (m³/s) / Coefficient de marée	305	640	1250	1560	2240	3560	4400	5200
30	1.69	1.84	2.11	2.24	2.54	3.43	3.99	4.53
40	1.95	2.09	2.34	2.47	2.75	3.57	4.09	4.59
45.0	2.08	2.22	2.46	2.59	2.86	3.64	4.14	4.61
50	2.22	2.34	2.58	2.70	2.97	3.71	4.19	4.64
60	2.48	2.60	2.82	2.93	3.18	3.86	4.29	4.70
70	2.74	2.85	3.06	3.16	3.39	4.00	4.39	4.76
80	2.98	3.08	3.28	3.37	3.59	4.13	4.48	4.81
85.0	3.10	3.20	3.39	3.48	3.69	4.20	4.52	4.83
90	3.22	3.31	3.50	3.59	3.79	4.26	4.57	4.85
95.0	3.33	3.43	3.61	3.69	3.89	4.33	4.61	4.87
100	3.45	3.55	3.72	3.80	3.99	4.39	4.65	4.90
105	3.57	3.66	3.82	3.91	4.09	4.46	4.70	4.92
110	3.69	3.78	3.93	4.01	4.19	4.53	4.74	4.94

Niveaux d'eau interpolés à Saint-Félix en fonction du coef. de marée et du débit à Montjean

Le graphique suivant présente un récapitulatif du nombre de submersions par an en fonction de la cote retenue.



Les données issues de l'analyse statistique réalisée par le Service Hydrographique à partir des mesures issues du marégraphe de Saint Félix entre 1982 et 1991 ont également été reportées sur le graphe et mettent en évidence une bonne cohérence entre les deux analyses.

En ce qui concerne les niveaux d'eau importants, les données disponibles, en terme de débit et de niveau d'eau, concernant les crues au droit de la zone d'étude sont les suivantes :

- les **Plus Hautes Eaux Prévisibles** (**PHEP**), qui correspondent au niveau atteint par l'écoulement d'une crue de 6300 m3/s, mesurée à Montjean, avec la concomitance d'une marée de vives eaux exceptionnelle (coefficient 110) et de vents orientés sud-ouest ;
- les **Plus Hautes Eaux Connues** (**PHEC**) : le niveau des PHEC correspond à celui atteints lors la crue de 1910.

Ces niveaux sont résumés, de la limite ouest à la limite est du projet dans le tableau suivant :

Niveau des PHEP (m IGN69)	5,73 à 6,15
Niveau des PHEC (m IGN69)	6,57 à 7,15

- Au regard du décret du 6 novembre 1958, seule la pointe est de l'île est potentiellement submersible, correspondant à des zones naturelles (cf. carte ci-contre).
- Actuellement le Service Maritime et Navigation est chargé d'une étude pour mettre à jour le décret de 1958. Les données techniques de cette étude n'ont pas à ce jour été validées.

4.4.2. Qualité des eaux

La Loire connaît dans sa partie aval et notamment à Nantes, un régime hydraulique particulier sous influence de la dynamique estuarienne, qui se traduit par :

- **La présence d'un bouchon vaseux** dont la position dans l'estuaire varie en fonction des débits du fleuve. Situé à l'aval de l'estuaire en période de crue, il remonte dans l'estuaire en période d'étiage et de marée de vives eaux. Lorsque les débits d'étiage sont très faibles, le bouchon vaseux peut remonter très en amont, jusqu'à Oudon. Ce bouchon vaseux se caractérise par une forte teneur en matières en suspension (ex. : 770 mg/l le 27/09/1999 à l'Ile Cheviré [5]) et une faible teneur en oxygène, voire une anoxie dans certaines conditions. Les berges se trouvent alors recouvertes d'une pellicule de vase qui se dépose pendant l'étale de pleine mer.

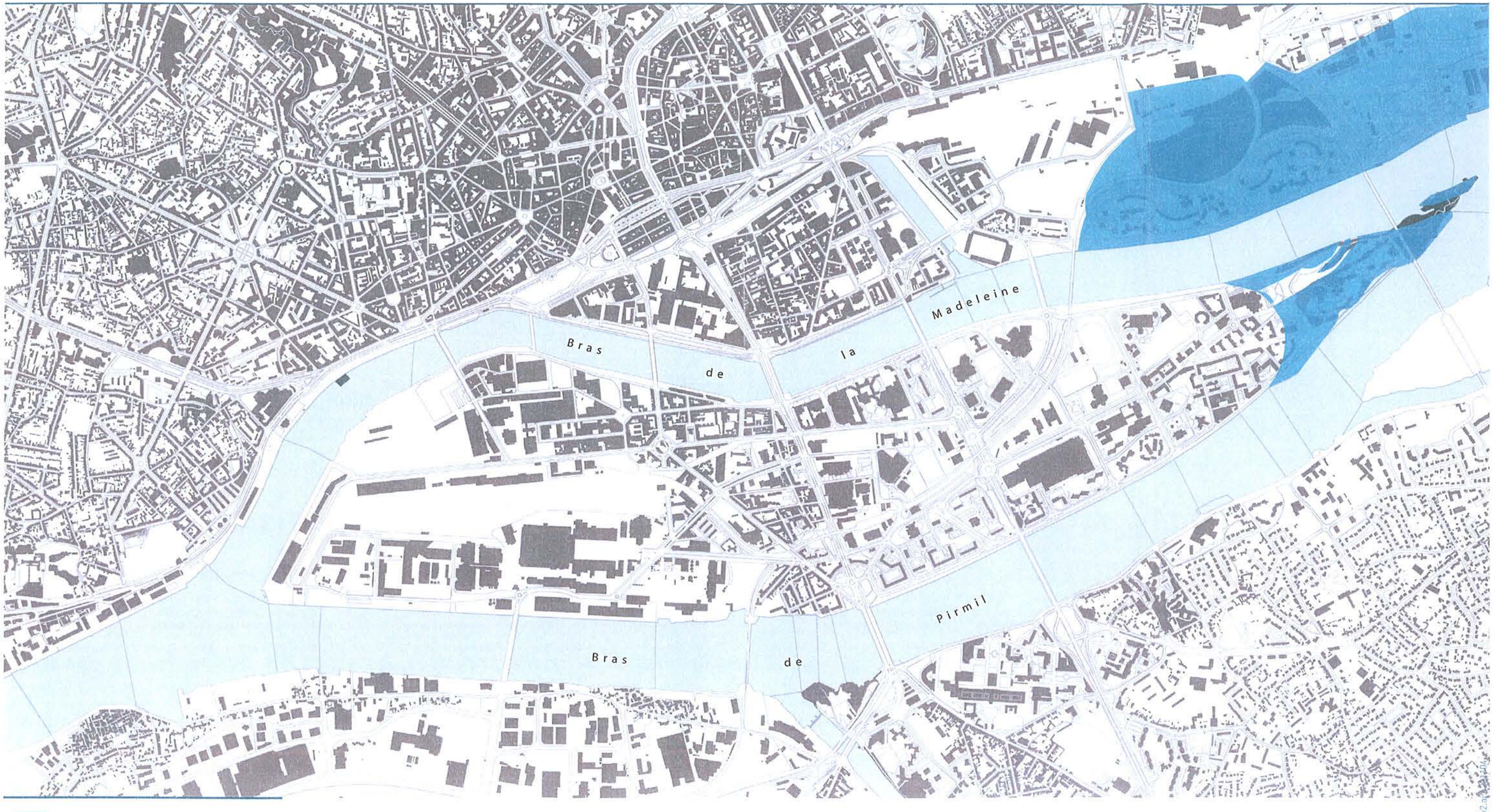
- **La remontée du front de salinité**, variable en fonction du débit de la Loire. Ainsi en période d'étiage lors des marées de vives eaux des eaux saumâtres remontent jusqu'à l'amont de Nantes L'agglomération nantaise appartient au domaine dit "oligohalin", c'est à dire dont le taux de salinité évolue entre 5 ‰ et 0,5 ‰.

La traversée de l'agglomération se traduit généralement par une dégradation de la qualité physico-chimique des eaux [5], qui en fait un cours d'eau de très mauvaise qualité générale (classe HC), du fait des rejets urbains et industriels :

- **Qualité Matières organiques oxydables** (MOOX) mauvaise dans la traversée de Nantes pour devenir très mauvaise en aval de l'agglomération;
- **Qualité Matières azotées** passable jusqu'à la confluence de la Divatte, puis passable à bonne en amont de Nantes ; la qualité passable dans la ville devient passable à mauvaise, puis mauvaise à l'embouchure;
- **Qualité Nitrates** passable sur l'ensemble du cours d'eau;
- **Qualité des Matières phosphorées** passable dans la traversée de Nantes pour devenir très mauvaise à l'embouchure;

[5] *Source : RBDE Loire-Bretagne, sept. 2001*

ZAC ILE DE NANTES
Zones Submersibles



Zones submersibles
(décret du
6 novembre 1958)

sources : Servitudes,
POS de la Ville de Nantes

© Communauté urbaine de Nantes

Droits de l'Etat réservés
reproduction interdite

04027A / FPD / Planche urbaine_v2.ai

200 m

SCE - Novembre 2004

- Qualité mauvaise pour les **effets des proliférations végétales** sur l'ensemble de son cours.

La qualité hydrobiologique issue de l'analyse des indices biologique diatomées montrent une **qualité mauvaise**.

4.4.3. Le SDAGE Loire-Bretagne et le SAGE Estuaire Loire

La loi sur l'Eau du 3 janvier 1992 a prescrit l'élaboration de Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.D.A.G.E.) par bassin ou groupement de bassins pour concilier les besoins de l'aménagement du territoire et la gestion équilibrée de la ressource en eau. Dans le bassin Loire-Bretagne, le Comité de Bassin a décidé la mise en étude d'un seul S.D.A.G.E. pour l'ensemble du bassin, qui a été adopté par le Comité de bassin Loire-Bretagne le 4 juillet 1996.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire-Bretagne a pour objet de fixer les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau et des milieux aquatiques. Il énonce des recommandations générales et particulières et arrête les objectifs de quantité et de qualité des eaux. Il délimite en outre le périmètre de sous-bassins correspondant à une unité hydrologique, où peut être mis en œuvre un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.). Le S.D.A.G.E. possède une portée juridique forte qui s'impose à de nombreux documents administratifs.

Le S.D.A.G.E. du bassin Loire-Bretagne a fixé sept objectifs vitaux. Ceux concernés par le projet d'aménagement visent à améliorer la qualité des eaux de surface, à sauvegarder et valoriser les zones humides ainsi qu'à mieux gérer les crues.

De plus, dans le cadre du S.D.A.G.E., l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne a fixé pour l'estuaire de la Loire des objectifs de qualité et de quantité en un point nodal localisé au niveau de l'embouchure (code du point nodal : Lre 1). Les objectifs de qualité (concernant les teneurs en matières organiques) et quantité ainsi établis apparaissent dans le tableau ci-après.

Objectifs de qualité au point nodal		Classe de qualité (Grille Agence de l'Eau)
Paramètre	**Objectif**	
DBO_5 (limite pour 90 % des mesures)	10 mg/l	**Classe 2**
COD (limite pour 90 % des mesures)	8 mg/l	**Classe 1A**
NH_4^+ (limite pour 90 % des mesures)	2 mg/l	**Classe 2**
O_2 minimum absolu	3 mg/l	**Classe 3**
Objectifs de quantité au point nodal ($QMNA_5$ au point nodal = 127 m^3/s)		
Paramètre	**Objectif (m^3/s)**	
DOE (Débit Objectif d'Etiage)	127	
DSA (Débit Seuil d'Alerte)	100	

le Conseil scientifique régional du patrimoine naturel, en cours de validation par le Muséum national d'histoire naturelle) :

- la vallée de la Loire à l'amont de Nantes, 8596 ha (deuxième génération) (code DIREN : 20000000) ;
- la vallée de la Loire à l'aval de Nantes, 20800 ha (deuxième génération) (code DIREN : 10010000).

Signalons par ailleurs sur la partie amont de l'île de Nantes :

- la proposition de Site d'intérêt communautaire "Vallée de la Loire de Nantes aux Ponts-de-Cé" (code Natura : FR 52000622) ;
- la ZNIEFF de type 1[8] "Prairie de Mauves, Ile Héron et vasières de Loire", 336,6 ha (code DIREN 20000030) ;
- la Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO PL 11) "Vallée de la Loire de Nantes à Montsoreau", 12000 ha.

Enfin, les berges de Loire au niveau de l'agglomération de Nantes constituent le centre de gravité de la population ligérienne d'Angélique des estuaires, plante protégée au niveau européen et national, présente dans le monde au niveau de quelques estuaires du littoral atlantique français : Loire, Charente, Gironde et Adour.

Les éléments terrestres "naturels" relictuels de l'aire d'étude sont constitués par :

- la végétation des berges de la Loire établie sur des enrochements et soumise aux submersions régulières du fleuve, sans conteste la plus intéressante de la zone étudiée ;
- les espaces délaissés qui permettent à une flore sauvage de s'installer (interstices de pavés, terrains remaniés, murs, etc.) ;
- les quelques espaces verts dispersés dans l'ensemble essentiellement minéral du site.

4.6.2. La flore et la végétation

Les espèces mentionnées ci-après sont des caractéristiques de communautés végétales et ont été notées sur l'Ile de Nantes lors de cet état initial ou de l'état initial réalisé par SCE lors d'études antérieures.

- **La végétation des berges de la Loire soumise aux submersions régulières**

La ripisylve généralement très fragmentée est constituée de peupliers (*Populus cf. nigra),* saules arborescents (*Salix alba/fragilis)* et arbustifs (*Salix acuminata),* avec quelques Aulnes (*Alnus glutinosa)* et Frênes (*Fraxinus angustifolia).* L'extrémité Est de l'île, non concernée par le programme, montre de beaux peuplements de frênes têtards ainsi que des boires reliées au fleuve. Cette partie utilisée comme espace vert reste très peu artificialisée.

---

[8] *ZNIEFF de type 1 : zone d'une superficie généralement limitée, caractérisée par la présence d'espèces animales ou végétales rares ou caractéristiques*



Boire à l'extrémité est de l'île



Berge favorable à l'Angélique des estuaires en bordure du bras de Pirmil

On rencontre aux étages inférieurs des massifs de ronce (*Rubus sp.),* et des formations pouvant se rattacher à différentes unités végétales :

- Gazon amphibie à Scirpe dans les parties basses (banquettes discontinues) dominé par *Scirpus striatulus (=Eleocharis bonariensis*), avec ponctuellement quelques pieds d'Ache (*Apium nodiflorum) ;* dans les partie les plus basses de la partie nord-est de l'île, le Scirpe triquêtre *(Scirpus triqueter)* est également présent ;
- Roselière à Baldingère (*Phalaris arundinacea),* avec ici et là des taches d'Iris (*Iris pseudacorus)* et pieds de Rorippe amphibie (*Rorippa amphibia) ;*
- Mégaphorbiaie à Angélique des estuaires (*Angelica heterocarpa),* Oenanthe safranée (*Oenanthe crocata),* Salicaire (*Lythrum salicaria),* Douce amère (*Solanum dulcamara),* Ortie dioïque (*Urtica dioica),* Séneçon aquatique (*Senecio aquaticus),* Scrofulaire (*Scrophularia auriculata),* et ponctuellement Pigamon jaune (*Thalictrum flavum) ;*
- Lisières et friches nitrophiles côté interne avec Bardane (*Arctium sp.),* Grande ciguë (*Conium maculatum),* Ortie dioïque (*Urtica dioica),* Gléchome faux-lierre (*Glechoma hederacea).*

- **les espaces délaissés qui permettent à une flore sauvage de s'installer (interstices de pavés, terrains remaniés, murs, etc.)**

Ces groupements sont colonisés par des espèces exotiques naturalisées et parfois indésirables telles que le Séneçon du Cap (*Senecio inaequidens),* l'Arbre à papillons (*Buddleja davidii),* la citronnelle (*Melissa officinalis)* ou l'Ailante (*Ailanthus altissima).*

De nombreuses espèces se rapportant à plusieurs communautés végétales se rencontrent :

- **Annuelles commensales des cultures**

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh.	Arabette des dames
Cardamine hirsuta L.	Cardamine hérissée
Cerastium glomeratum Thuill.	Céraiste à fleurs agglomérées
Eragrostis minor	Petite Eragrostide
Raphanus raphanistrum L.	Radis ravenelle
Stellaria media (L.) Vill.	Mouron des oiseaux
Veronica arvensis L.	Véronique des champs

- **Friches vivaces**

Artemisia vulgaris L.	Armoise vulgaire
Conyza sumatrensis (Retz.) E. Walker	Vergerette
Daucus carota L.	Carotte
Hypericum perforatum L.	Millepertuis perforé
Malva sylvestris L. coll.	Mauve sylvestre
Melilotus sp.	Mélilot sp.
Senecio inaequidens DC.	Sèneçon
Tanacetum vulgare L.	Tanaisie vulgaire

- **Parois (murs, piles de pont)**

Parietaria judaica L.	Pariétaire diffuse, perce-muraille
Polypodium interjectum Shivas	Polypode
Sedum album	Orpin blanc
Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy	Ombilic à fleurs pendantes

- **Tonsures annuelles des lieux surpiétinés (en particulier sableuses près des berges)**

Cerastium semidecandrum L.	Céraiste à cinq étamines
Crassula tillaea Lester-Garland	Tillée mousse
Erophila verna (L.) Chevall.	Drave printanière
Mibora minima	Mibora
Ornithopus perpusillus	Ornithope pied d'oiseaux
Poa annua L.	Pâturin annuel
Poa infirma Kunth	Pâturin
Polycarpon tetraphyllum (L.) L.	Polycarpe à quatre feuilles
Sagina apetala Ard. Coll.	Sagine apétale
Saxifraga tridactylites L.	Saxifrage à trois doigts, perce-pierre

Ces espaces hébergent de nombreuses espèces introduites qui peuvent jouer un rôle physionomique important, comme : *Senecio inaequidens (*Afrique du Sud), *Scirpus striatulus (*Amérique du Sud), *Buddleja davidii (*Himalaya), *Conyza sumatrensis (*Asie), ou encore *Lepidium virginicum (*Amérique du Nord).



Espace délaissé au nord-est de l'île



Polycarpe à quatre feuilles



Tillée mousse



Ornithope pied d'oiseau

- **Les espaces verts dispersés**

Ils comprennent des espèces banales souvent exotiques en ce qui concerne les arbres et arbustes.





4.6.3. Faune

Le caractère essentiellement urbain du site ne permet pas le développement d'une faune quantitativement importante en dehors du lit mineur de la Loire. Les espèces contactées sont essentiellement **les oiseaux**, les plus aptes à coloniser ces espaces naturels relictuels enclavés, et le lit du fleuve.

Les secteurs les plus aptes à accueillir l'avifaune sont :

- **La Loire**, qui est fréquentée par des oiseaux d'eau. Les espèces suivantes ont été notées : Canard colvert, Grèbe huppé (1 juvénile le 11 juillet 2002), Héron cendré, Aigrette garzette, Mouette rieuse, Mouette mélanocéphale, Goéland leucophée, Goéland marin, Goéland argenté, Goéland cendré, Sterne pierre-garin (1 adulte en plumage nuptial le 14 juin 2002), Grand Cormoran, Petit Gravelot ; le fleuve est utilisé comme :
  - zone d'alimentation,
  - de reproduction (2 Petits gravelots paradent sur les bancs de sable de North House fin mai et courant juin 2002),
  - reposoir avec jusqu'à 650 Mouettes rieuses, 23 Goélands leucophées et 2 Goélands marins le 12 juillet 2002, 40 Goélands leucophées fin août 2002). Cette dernière espèce est connue pour ses déplacements post-nuptiaux depuis le bassin méditerranéen vers les fleuves d'Europe de l'Ouest. Un immature porteur d'une bague couleur, présent les 11 et 12 juillet 2002 a d'ailleurs vraisemblablement été bagué sur le littoral méditerranéen français. Durant l'été 2003, un oiseau bagué le 5 mai 2000 sur la côte ouest de la Sardaigne était présent dans un reposoir de 85 Goélands leucophées (obs. Arnaud LE NEVE). En période hivernale, les bras sont également utilisés comme pré-dortoir nocturne de laridés. A noter enfin la présence le 21 décembre 2003 et 14/16 janvier 2004 d'un Goéland à bec cerclé 2e hiver, migrateur et hivernant nord-américain rare en France[9], bien que régulier.

- **Les boisements rivulaires** et autres fourrés des espaces verts et délaissés qui hébergent des passereaux courants, mais protégés (*) pour la plupart : Chardonneret élégant*, Verdier d'Europe*, Serin cini*, Troglodyte*, Mésange charbonnière*, Mésange nonnette*, Gobemouche gris*, Gobemouche noir[10], Accenteur mouchet*, Pinson des arbres*, Merle noir, Etourneau sansonnet, Pie bavarde, Corneille noire par exemple ;

- **Les friches et jardins**, utilisées pour l'alimentation du Pigeon de ville, et des passereaux granivores (Chardonneret, Verdier, Serin cini) qui exploitent les semences produites par les végétaux qui y poussent.

---

[9] d'après DUBOIS Ph.J., LE MARECHAL P., OLIOSO G. et YESOU P. (2000). *Inventaire des Oiseaux de France. Avifaune de France métropolitaine*. Nathan, Paris.

[10] Migration post-nuptiale en août-septembre dans les boisements à l'extrême est de l'île



Chardonnerets



Verdier

Les bâtiments sont des lieux de reproduction pour le Moineau domestique, le Rougequeue noir* et également pour le Martinet noir*.

Les petites espèces (jusqu'à la taille du pigeon) sont des proies potentielles pour l'Epervier d'Europe* noté en chasse sur les quais en mars 2002. Ce rapace ornithophage vient chasser jusqu'au cœur des villes et niche dans des bosquets relativement tranquilles. Un autre rapace commun, le Faucon crécerelle fréquente en particulier les grues de l'île (pour la reproduction ?).



Mouettes rieuses, Bras de Pirmil, février 2004



Goéland leucophée, Bras de Pirmil, février 2004

Enfin, on rappellera que l'estuaire de la Loire est un lieu de transit pour tous les **poissons** qui doivent réaliser une partie de leur cycle biologique en mer et l'autre en eau douce. Il s'agit : du Saumon atlantique, de la Truite de mer, de la Grande Alose, de l'Alose feinte, de la Lamproie marine, de l'Anguille, de l'Eperlan, du Flet, du Mulet porc et du Mulet doré. Certaines espèces font l'objet d'une pêche sur les quais de l'île (ex. : Lamproie marine en hiver).

4.6.4. Intérêt et protection

4.6.4.1. Flore et végétation

a) Habitats et espèces remarquables :

Les éléments les plus remarquables du patrimoine naturel appartiennent à la flore et à la végétation sont récapitulés dans le tableau suivant :

Habitat / Espèce	Directive Habitats (code NATURA 2000)	Livre rouge des phytocénoses[11]	Protection nationale (PN) ou régionale (PR)	Liste rouge armoricaine[12]	Atlas floristique de Loire-Atlantique / Vendée[13]
Mégaphorbiaies[14] eutrophes	6430	Association à *Angelica heterocarpa*			
Forêts alluviales résiduelles[15]	91EO*				
Gazon à scirpe amphibie[16]		X			
Angélique des estuaires *(Angelica heterocarpa)*	Annexes II[17] et IV[18]		PN	Annexe 1[19]	Très rare et très intéressante
Scirpe triquètre (*Scirpus triqueter)*			PR	Annexe 1	Rare et très intéressant
Pigamon jaune *(Thalictrum flavum)*				Annexe 1	
Populage des marais (*Caltha palustris*)					Rare
Mousse fleurie (*Crassula tillaea)*					Intéressante
Ornithope pied d'oiseau (*Ornithopus perpusillus*)					Intéressant
Pâturin grêle (*Poa infirma)*					Intéressant

* Habitat prioritaire : habitat naturel en danger de disparition et pour la conservation duquel la Communauté européenne porte une responsabilité particulière (directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992)

[11] GEHU J.M (1991) - Livre rouge des phytocénoses terrestres du littoral français. Centre régional de phytosociologie : Bailleul, 236 p.

[12] MAGNANON S. (1993). Liste rouge des espèces végétales rares et menacées du Massif armoricain. E.R.I.C.A., 4 pp.1-22

[13] DUPONT P. (2000).

[14] Formation végétale de hautes herbes (souvent à larges feuilles) se développant sur des sols humides et riches ; en sous-étage dans le cas présent.

[15] Très fragmentaire et dégradée ici (établie sur des enrochements), mais possédant néanmoins le cortège floristique caractéristique.

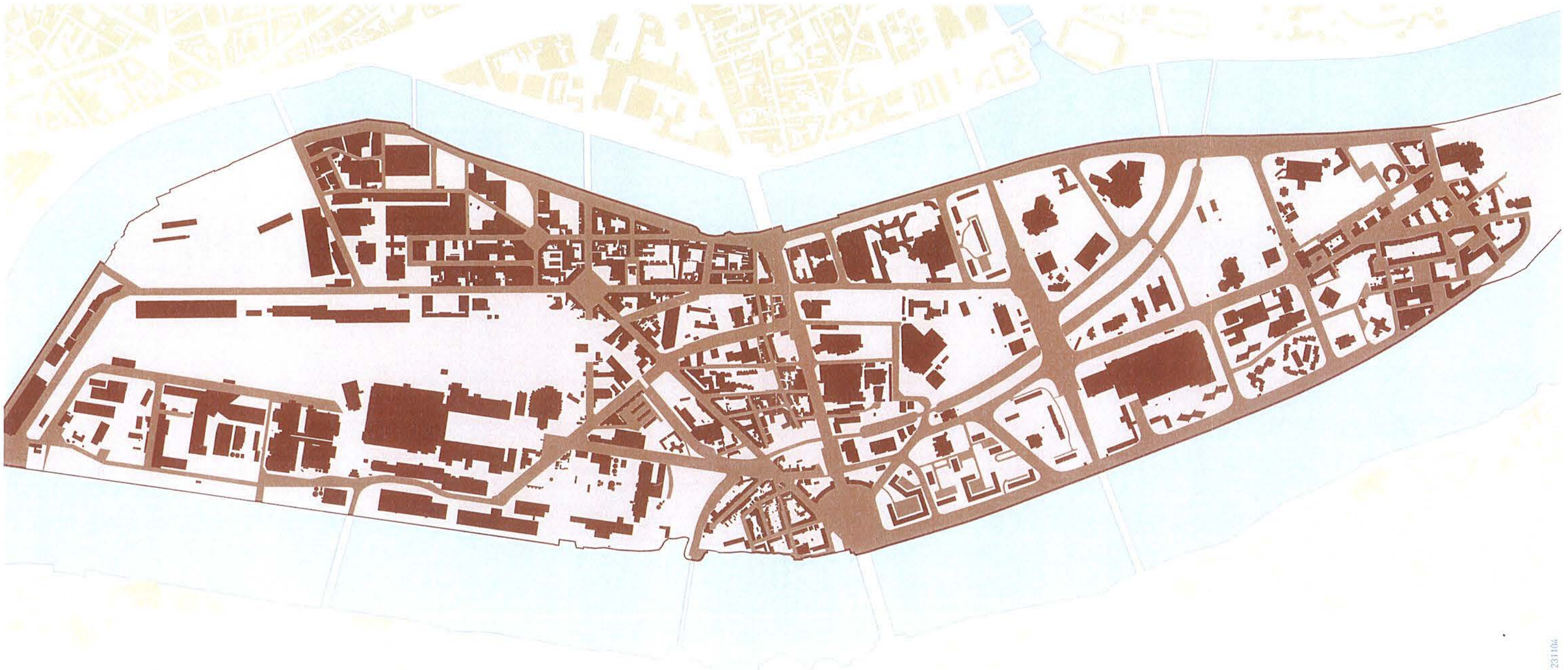
[16] Présent en France uniquement dans les estuaires de la Loire et de la Gironde

[17] Annexe II : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation.

[18] Annexe IV : espèces animales et végétales d'intérêt communautaire qui nécessitent une protection stricte.

[19] Annexe I : taxon considéré comme rare dans tout le Massif armoricain ou subissant une menace générale très forte.

ZAC ILE DE NANTES
Morphologie Urbaine



Bâti

Emprise publique de la voirie

Espace non bâti

400 m

SCE - Novembre 2004

04127A / FPO / Planche urbaine_v2.ai / 231104

- **Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (S.A.G.E.)**

Le S.A.G.E. Estuaire Loire est en cours d'élaboration. Le périmètre du S.A.G.E. Estuaire Loire a été validé fin 1997 et la Commission Locale de l'Eau (CLE) a été constituée. Ce S.A.G.E. comprend l'estuaire, d'Anetz à l'Océan, avec tous les affluents sauf la Sèvre Nantaise.

Les principaux enjeux identifiés pour l'unité hydrographique de l'estuaire de la Loire et susceptibles d'être concernés par le projet d'aménagement sont l'amélioration des eaux de surface, la restauration des milieux naturels et des populations piscicoles.

4.5. Occupation du sol

La zone d'étude est à dominante urbaine (carte ci-contre). Les principaux éléments structurants présents sur le site sont :

- De l'habitat,
- Des espaces commerciaux et de services,
- Des sites industriels,
- Des espaces publics (espaces verts, places, ...),
- Des voiries,
- Des terrains naturels (pointe de l'île).

4.6. Espaces naturels

4.6.1. Le contexte

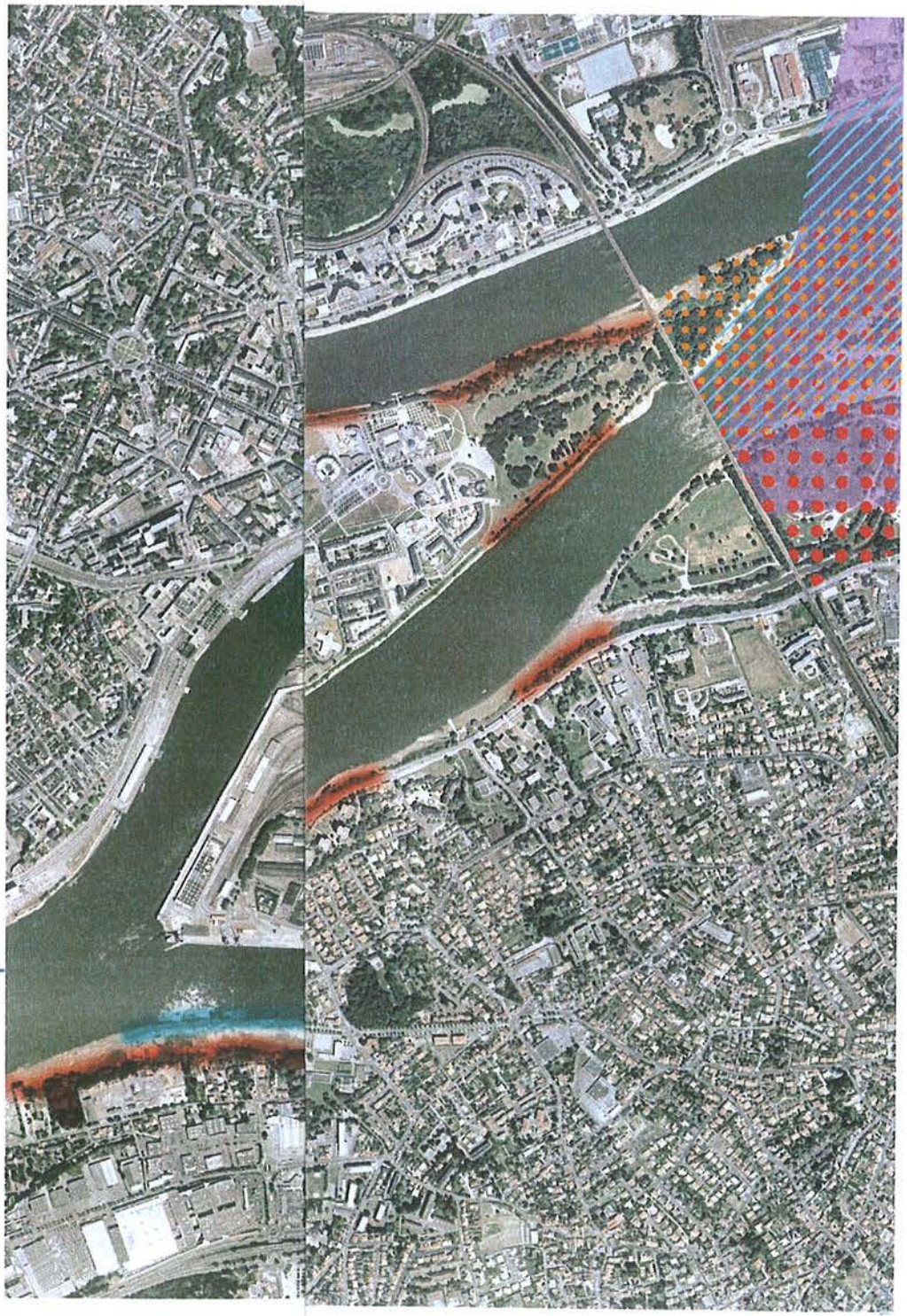
L'aire d'étude est située entièrement sur la commune de Nantes, en zone urbaine au centre de l'agglomération nantaise, sur une île remblayée, bordés au nord et au sud par deux bras de Loire : le Bras de Pirmil au sud, le Bras de la Madeleine au nord. L'île de Nantes présente une situation estuarienne amont, en secteur oligohalin.
Les bras de Pirmil et de la Madeleine sont un passage obligé pour tous les poissons migrateurs amphihalins[6] du bassin de la Loire. C'est également un couloir de migration de l'avifaune, en particulier les laridés (sternes, mouettes et goélands).

L'extrémité amont de l'Ile de Nantes est incluse dans la ZNIEFF de type 2[11] de la « Vallée de la Loire à l'amont de Nantes » (carte ci-après). A signaler que les deux bras de Loire qui cernent l'Ile de Nantes sont concernées par deux projets de ZNIEFF de type 2[7] (validées par

[6]poisson vivant alternativement en eau douce et en eau de mer

[7] *ZNIEFF de type 2 : grands ensembles naturels, riches et peu modifiés ou qui offrent des potentialités biologiques importantes.*

ZAC ILE DE NANTES
Milieu naturel



Z.N.I.E.F.F.

Type 1

Type 2

Z.I.C.O. (1)

P.S.I.C. (1)

Reposoir de laridés (goélands, mouettes)

Station majeure pour la conservation de l'Angélique des estuaires dans l'estuaire de la Loire

500 m

sources :
D.I.R.E.N.
C.B.N.B.
(1) d'après fond IGN 1/100 000è

© Communauté urbaine de Nantes
reproduction interdite

04027A / FPO / milieu naturel.ai / 23

SCE - Novembre 2004

b) Le cas de L'Angélique des estuaires :

Ecologie de l'espèce :

"*Le spectre écologique de l'Angélique des estuaires est déterminé à l'intérieur de la zone de balancement des marées par deux facteurs stricts qui sont un faible degré de salinité et un niveau de submersion par la marée compris entre la cote moyenne estivale des marées et la cote moyenne estivale des pleines mers de vives-eaux* [soit 2,40 à 3,80 m NGF environ]. *La présence de vases épaisses et compactes (nature du substrat) et la situation ombragée (degré de luminosité) sont deux facteurs qui correspondent à de nets préférendums de l'Angélique des estuaires sans toutefois constituer des exigences strictes*"[20].

Statut de l'espèce :

- **Statut en France** : Il s'agit d'une espèce présente dans le monde uniquement dans les grands estuaires français du littoral atlantique soumis à la marée : Loire, Charente, Gironde et Adour.

- **Statut en Loire-Atlantique :** l'étude détaillée réalisée en 2002 par le Conservatoire Botanique National de Brest révèle l'existence de 418 stations d'Angélique des estuaires (15000 pieds environ), répartis sur un linéaire de 52,9 km de berges : 46,5 km en Loire entre le Bras de Cordemais à l'aval et le port de la Pierre Percée à la Chapelle-Basse-Mer à l'amont, 6,4 km sur la Sèvre Nantaise, de la confluence avec la Loire jusqu'à la chaussée aux Moines à Vertou. On observe une concentration des effectifs au cœur même de l'agglomération nantaise où les conditions écologiques en terme de salinité et de sédimentation vaseuse lui sont les plus favorables. Cette zone optimale, située il y a une trentaine d'années 10 km à l'aval, s'est décalée vers l'amont suite aux modifications profondes du régime des marées liées aux aménagements humains (remontée du front de salinité et du bouchon vaseux). Cette étude souligne le mauvais état de conservation de la très grande majorité des stations au cœur de l'agglomération nantaise sur des berges très artificialisées et dégradées.

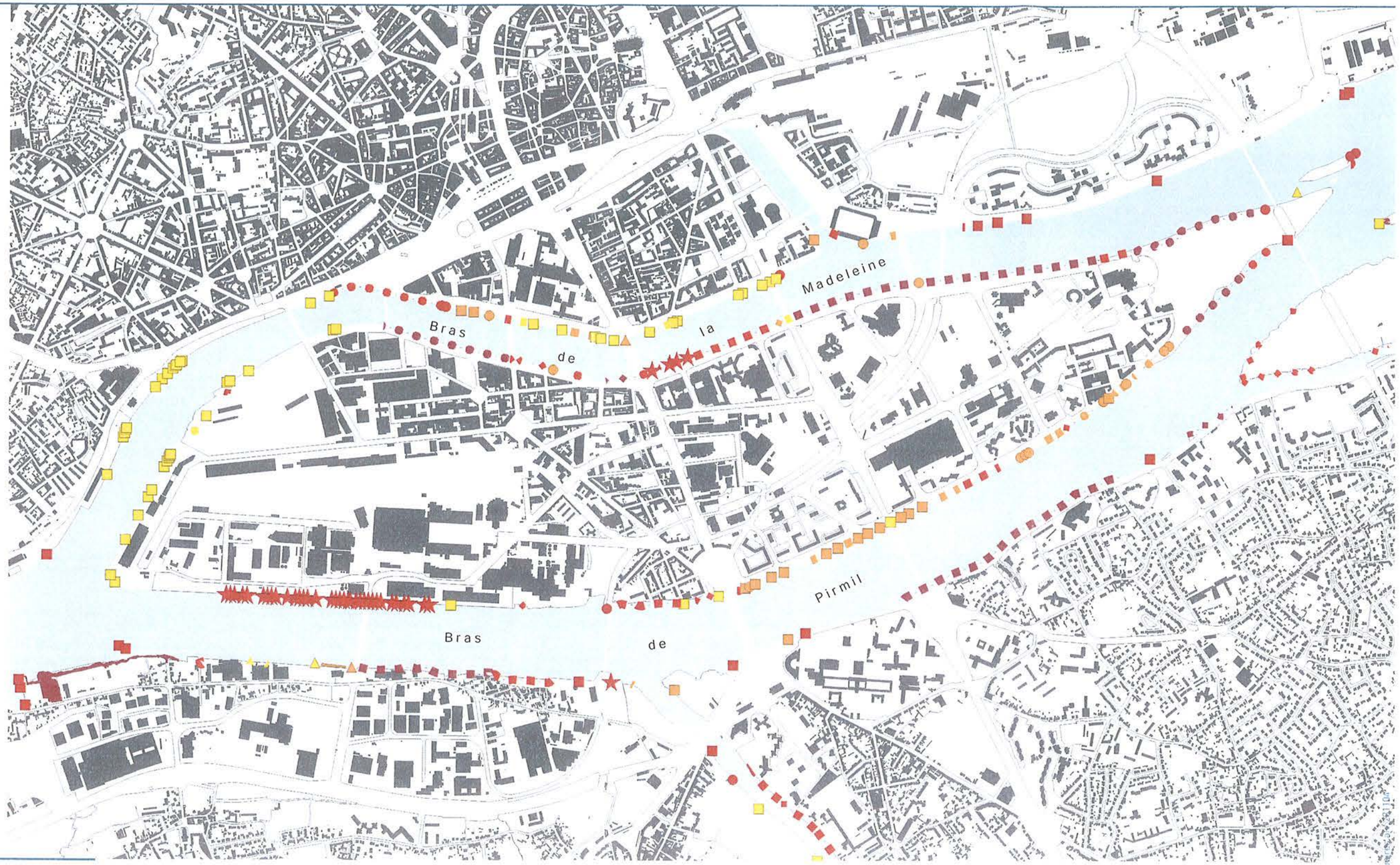
- **Statut sur le site** : **l'île de Nantes possède près de 27% de la population totale d'Angélique des estuaires de l'Estuaire de la Loire.** L'espèce est quasi-omniprésente sur les berges de l'île de Nantes (carte ci-contre), colonisant aussi bien les digues que certaines portions de quai (ex. Quai Wilson). Les berges nord de l'Ile de Nantes et l'extrémité amont sud constituent des stations majeures pour la Conservation de l'espèce dans l'Estuaire de la Loire, c'est-à-dire importantes à la fois sur le plan qualitatif et quantitatif. La disparition d'une seule des ces stations constituerait une perte grave pour la population ligérienne.

---

[20] CONSERVATOIRE BOTANIQUE NATIONAL DE BREST – Antenne régionale des Pays de la Loire (2003). *Etude préalable à un plan de conservation en faveur de l'angélique des estuaires dans l'Estuaire de la Loire. (*Angelica heterocarpa – *Lloyd).* CUN/DIREN

ZAC ILE DE NANTES

Etat de conservation et enjeu des stations d'Angélique des Estuaires



Enjeu

- Non renseigné ou inconnu
- Majeur
- Fort
- Moyen
- Mineur

Etat de Conservation

- Non renseigné ou inconnu
- Bon
- Mauvais
- Moyen

sources : C.N.B.N., 2003

© Communauté urbaine de Nantes

Droits de l'Etat réservés reproduction interdite

0402/7A / I-PO / Angelique des estuaires.ai

300 m

SCE - Novembre 2004



Angélique des estuaires
(quai Wilson en arrière-plan)

– **Statut juridique et patrimonial :**

- **Protection nationale :** l'espèce est inscrite en annexe I de la liste des plantes protégées au niveau national (Arrêté du 20 janvier 1982, modifié par arrêtés du 15 septembre 1982 et du 31 août 1995 - listant les espèces végétales protégées en France). L'annexe 1 regroupe des espèces relevant de l'article 1er de l'arrêté qui stipule : "*Afin de prévenir la disparition d'espèces végétales menacées et de permettre la conservation des biotopes correspondants, sont interdits, en tous temps et sur tout le territoire métropolitain, la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces citées à l'annexe 1 du présent arrêté. Toutefois, les interdictions de destruction, de coupe, de mutilation et d'arrachage, ne sont pas applicables aux opérations d'exploitation courante des fonds ruraux sur les parcelles habituellement cultivées*".

- **Protection européenne** : cette espèce figure également en annexes II[21] et IV[22] de la Directive CEE 92/43 du 21 mai 1992 dite "Directive Habitats". Elle se rencontre par ailleurs dans deux habitats naturels d'intérêt communautaire figurant en annexe I[23] de la Directive. A noter que moins de 20% des stations ligériennes se situent dans des sites d'intérêt communautaires proposés par la France au réseau Natura 2000 dans le cadre de cette directive.

[21] Liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation.

[22] Liste des espèces animales et végétales d'intérêt communautaire nécessitant une protection stricte.

[23] Liste des habitats naturels d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation de zones spéciales de conservation ; en l'occurrence ici mégaphorbiaie ologohaline (code 6430-5) et saulaie arborescente à saule blanc (code 91E0*-1)

- **Listes rouges** : liste rouge des espèces végétales rares et menacées du Massif armoricain (annexe 1) ; liste rouge de la flore menacée de France (tome 1 : espèces prioritaires) où l'espèce est considérée comme vulnérable pour le monde et la France.

L'Angélique constitue donc une réelle contrainte réglementaire qui s'impose à tout ouvrage ou aménagement sur les rives de la Loire.

4.6.4.2. Avifaune

Quatre espèces d'oiseaux méritent d'être signalées[24] :

- **Le Petit Gravelot (*Charadrius dubius*) :**
  - Espèce protégée nichant sur les bancs de sable, les carrières ;
  - Statut en Loire-Atlantique[25], estivant nicheur peu abondant (68-89 couples estimés en 1996, avec une baisse importante des effectifs dans la vallée de la Loire à l'amont de Mauves-sur-Loire : passage de 67-92 couples en 1987 à 18-31 couples en 1995-96) ;
  - A Rezé : 1 à 2 oiseaux sont notés en parade nuptial les 29 mai, 5 juin et 14 juin 2002 sur un îlot sableux à North House ; la reproduction est possible sur les bancs de sable mais le succès semble aléatoire compte tenu de la fréquentation humaine et des submersions possibles (site de reproduction possible non signalé lors de l'enquête 1995-96).
- **Le Goéland marin (*Larus marinus*) :**
  - En Loire-Atlantique, nicheur rare à distribution très limitée, migrateur et hivernant très régulier, exclusivement littoral à l'exception de l'estuaire de la Loire où il est noté jusqu'à Nantes et au-delà (Mauves-sur-Loire).
  - A Rezé, 1 à 3 individus sont notés systématiquement sur les bancs de sable (29 mai, 5 juin, 14 juin, 2 juillet et 11 juillet 2002, décembre 2003, janvier-février 2004), jusqu'à 7 en août 2004.
- **La Mouette mélanocéphale *(Larus melanocephalus)***
  - Espèce protégée figurant en annexe I de la Directive européenne "Oiseaux" 79/43
  - Espèce actuellement en expansion en Europe de l'Ouest dont l'aire originelle de reproduction se situait essentiellement sur les bords de la Mer Noire ; comptait au moins 1527 couples en France en 1999, dont

---

[24] ROCAMORA G., YEATMAN-BERTHELOT D. (1999) - oiseaux menacés et à surveiller en France : listes rouges et recherche de priorité, populations, tendances, menaces, conservation. SEOF/LPO - MNHN.565 p.

[25] GROUPE ORNITHOLOGIQUE DE LOIRE-ATLANTIQUE (1992) .- *Les Oiseaux de Loire-Atlantique du XIX e siècle à nos jours.* GOLA : Nantes

91 % en Camargue ; seul site de reproduction en Loire-Atlantique : le Marais de Liberge à Donges (1-2 couples ces dernières années) ;
- Un adulte (+2 immatures) noté le 05 juin 2002 dans le Bras de Pirmil. Un individu en janvier 2001 dans le bras de Pirmil.

- **L' Aigrette garzette *(Egretta garzetta)***
  - Espèce protégée figurant en annexe I de la Directive européenne "Oiseaux" 79/43.
  - En forte croissance depuis une vingtaine d'année en France - environ 10 000 couples en 1994 - mais les importantes fluctuations annuelles témoignent de sa fragilité ; en Loire-Atlantique, estivante nicheuse peu nombreuse et localisée, plusieurs centaines de couples, hivernante (environ 2000 individus aux dortoirs connus).
  - Un adulte se nourrit mi-juillet 2002 et le 03 septembre 2004 en bordure de Loire, un individu noté en vol en mai 2004 dans le Bras de Pirmil.

Les bancs de sable en particulier à l'aval du bras de Pirmil (au niveau de North-House) sont intéressants pour ces espèces (reproduction pour le Petit Gravelot, reposoir pour les laridés et alimentation pour l'Aigrette garzette) mais restent marginaux à l'échelle de l'estuaire de la Loire.



Goéland marin



Mouette mélanocéphale sur la Loire

4.7. Usages des eaux et des milieux aquatiques

La Loire est soumise à des usages divers, plus ou moins sensibles en matière d'exigence de qualité des eaux.
Les chapitres ci-après présentent l'ensemble des usages liés à l'eau pratiqués aux abords du site d'étude.

4.7.1. Navigation

La navigation "professionnelle" est un usage particulièrement développé sur La Loire en aval de l'île de Nantes.
La principale activité située au droit de l'île de Nantes concerne le passage du bateau transportant le sable destiné aux maraîchers situés en amont de l'agglomération Nantaise.

La navigation de plaisance est également très présente sur La Loire. Les axes de déplacement sont les suivants :

- Vers l'océan,
- vers le Port de REZE,
- vers la Sèvre Nantaise,
- vers l'Erdre.

Depuis juin 2003, Nantes Métropole a mis en service deux navettes fluviales pour une durée initiale de trois ans. Sur la Loire, une liaison a été mise en place entre le centre ville de Nantes et Trentemoult.
L'objectif de fréquentation est d'environ 525 000 passagers par an.

4.7.2. Pêche - Vocation piscicole

On pourra distinguer :

- ***La pêche professionnelle***
  Cette pêche est principalement pratiquée dans la partie aval de l'estuaire de la Loire. Les espèces pêchées sont variées mais l'intérêt se porte tout particulièrement sur des espèces migratrices nobles (saumon, alose, civelle,...).

- ***La pêche amateur***
  La pêche est ponctuellement pratiquée à partir des quais de l'île. Cette pratique est organisée autour de l'AAPPMA de la Gaule Nantaise qui compte environ 12 000 adhérents. Outre l'organisation et la gestion de l'activité, l'AAPPMA réalise de nombreux alevinages notamment de brochets, perches, gardons, tanches, sandres et anguilles.

Le schéma départemental à vocation piscicole et halieutique, établi en 1985, indiquait que la Loire était classée en 2ème catégorie piscicole, soit à Cyprinidae dominants, malgré la présence de nombreuses espèces migratrices.

4.7.3. Vocation d'agrément

Cette vocation est tout particulièrement marquée, par la promenade (pédestre et cycliste) et la détente, sur les quais (Boulevard Blancho) et dans les espaces verts (square Marcel Launay).
La qualité paysagère du site et les vues sur la Loire représentent des atouts importants aux pratiques récréatives.

5. Incidences du projet d'aménagement

Ce chapitre a pour objet d'évaluer les incidences du projet d'aménagement et de les hiérarchiser, afin de guider dans le chapitre suivant les propositions de mesures correctives et compensatoires.

5.1. Incidences sur la qualité des eaux

5.1.1. Eaux pluviales

5.1.1.1. Les pollutions liées aux travaux

Les pollutions générées lors des phases de travaux sont difficilement appréciables. Leur origine est liée d'une part, aux installations de chantiers (huiles, hydrocarbures...) et d'autre part, au rejets de matières en suspension (MES) entraînées par le ruissellement des eaux de pluie sur les matériaux récemment mobilisés, notamment lors des travaux de terrassement. Ce type d'incidence est circonscrit à la phase de travaux.

Les installations nécessaires à l'exécution des travaux sont des sources potentielles de pollution, en particulier :

- les aires de stationnement et d'entretien des engins de chantier, où sont effectués l'entretien et le nettoyage des engins, les vidanges d'huiles et de circuits hydrauliques, les réparations et l'approvisionnement en carburant,
- les zones de stockage des carburants, des lubrifiants ainsi que des granulats et des déchets, qui peuvent être à l'origine de fuites ou d'écoulements accidentels.

Les incidences de la phase de travaux sont négligeables pour le milieu aquatique. Il conviendra néanmoins de mettre en œuvre les mesures de précaution nécessaires pour éviter tout risque de pollution fortuite vers la Loire.

5.1.1.2. Les pollutions accidentelles

Ce type de pollution correspond au risque aléatoire d'un déversement sur la chaussée ou sur les parcelles privatives de produits toxiques, polluants ou dangereux, à la suite d'accidents de la circulation, notamment ceux impliquant des poids lourds transportant de tels produits. Le déversement de produit dangereux ou polluants peut également survenir de façon accidentelle à la suite d'un incendie ou d'une mauvaise manipulation. Les produits mis en cause sont dans la majorité des cas des hydrocarbures, des substances organiques ou

des acides. Ces polluants sont très dommageables pour la vie aquatique. Les hydrocarbures par exemple, non miscibles dans l'eau, empêchent en formant un film à la surface de l'eau, les échanges gazeux entre l'eau et l'air (oxygène et gaz carbonique).

Un accident, un incendie sur la voirie ou sur une parcelle est susceptible d'entraîner le déversement de produits toxiques, polluants ou dangereux. Par ailleurs, les eaux qui ruisselleraient suite à l'intervention des pompiers seraient potentiellement polluées.

Il importe au préalable d'adopter toutes les mesures de sécurité nécessaire afin de limiter ce risque. Les consignes de sécurité en cas d'accident doivent être connues et claires. Enfin, seule la récupération des eaux de ruissellement et leur blocage sur le site permet d'endiguer les eaux souillées.

Malgré des probabilités faibles de risques d'accidents de la circulation (diminution à terme de la circulation des poids lourds), tout risque de pollution accidentelle n'est pas à écarter (incendie,...) et il importe d'adopter au préalable toutes les mesures de sécurité nécessaires (systèmes d'alerte, ...) pour limiter les incidences d'un tel événement.

5.1.1.3. Les pollutions chroniques

a) Origine et nature des pollutions

Les pollutions chroniques régulières seront pour l'essentiel générées par la circulation routière à l'intérieur du secteur (voirie, parkings). La circulation routière peut en effet conduire à la formation d'une charge polluante non négligeable, induite par l'usure des chaussées et des pneumatiques, par l'émission de gaz d'échappement, par la corrosion des éléments métalliques, ...

Le secteur accueillera deux types de circulation :

- les véhicules légers des résidents du quartier, des personnes se rendant quotidiennement à leur travail ou des usagers de passage,
- les véhicules lourds correspondant aux transport de marchandises et livraisons diverses liées aux activités du quartier.

Les eaux de ruissellement peuvent également se charger en poussières et sédiments provenant de l'érosion et de la corrosion des toitures, des bâtiments...
La nature chimique des polluants est ainsi variée :

- métaux lourds (plomb, cadmium, zinc),
- hydrocarbures, huiles,
- caoutchouc, phénols, benzopyrènes,
- pollution organique,
- matières en suspension.

b) Valeurs théoriques de pollution

Le flux des polluants est facilement mobilisable par les eaux pluviales du secteur d'étude, du fait du caractère imperméable des revêtements (toitures, chaussée,...).

Des études effectuées par OTV montrent les principales caractéristiques des eaux de ruissellement urbaines. Les valeurs moyennes de concentration de divers paramètres polluants dans les eaux pluviales sont données en référence dans le tableau page suivante.

Charges spécifiques annuelles(kg/ha/an)
(valeurs théoriques)

SOURCE	OTV Pollution des eaux pluviales
M.E.S.	**665**
$D.B.O._5$	**90**
D.C.O.	**630**
Pb	**1**
Hydrocarbures	**15**

Il est ainsi possible à partir de ces références bibliographiques d'évaluer les apports de pollution chronique liés au projet d'aménagement. L'importance de la pollution chronique générée dépend de la fréquence et de l'intensité des précipitations. C'est une action brutale, mais de courte durée.

On distinguera en outre la pollution moyenne annuelle et celle de pointe, évaluée selon le S.E.T.R.A. (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes) à 10 % de la charge annuelle globale.

c) Incidences du projet

5.1.1.3.c.1 Pour l'ensemble du projet d'aménagement

A partir des données précédemment citées et du projet global d'aménagement, une évaluation des concentrations de pollution rejetée dans le milieu récepteur a été réalisée.
Cette approche sommaire tient compte du projet dans son ensemble (320 hectares) et prend l'hypothèse d'un exutoire pour l'ensemble de l'île. Les résultats de cette analyse sont majorés étant donné la présence future d'espaces verts et les nombreux exutoires présents sur l'île. Toutefois, cette approche donne une idée de l'incidence de ces aménagements sur la qualité des eaux de la Loire.

Les résultats sont comparés aux valeurs de références de la grille de qualité des eaux superficielles éditées par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et à celles issues des classes d'aptitude aux usages et fonctions de l'outil SEQ-EAU (***cf annexe 1***).

La qualité des eaux de la Loire est considérée passable à mauvaise selon les paramètres. L'objectif de qualité à respecter est la classe 2 (ou qualité passable selon l'outil SEQ-Eau).

On n'observe pas de changement notable de la qualité des eaux de la Loire au niveau du point de rejet. Les concentrations brutes des différents polluants, demeurant stable lors de pollutions chroniques annuelles, augmenteront très légèrement en cas de pollution chronique de pointe.
Les rejets résultant de l'aménagement de la ZAC de l'île de Nantes ne conduiront pas à une modification notable de la qualité des eaux de la Loire.
Ceci tient au fait notamment que le volume de rejet est faible par rapport au débit du fleuve. Par ailleurs, l'augmentation des cheminements piétons, des espaces verts et la diminution du flux routier font que les incidences seront limitées.

En effet, le projet d'aménagement a pour objectif global d'améliorer les conditions de circulation automobile (aménagement et sécurisation des grands axes, limitation des zones d'embouteillage, création à terme d'ouvrages de franchissement de la Loire, ...) et de réduire le trafic individuel (transports en commun, axes piétonniers, pistes cyclables, ...) malgré une augmentation de la population de l'île (orientations du Plan de Déplacements Urbains).
A noter que la création d'ouvrages de franchissement sur la Loire ne fait pas partie du projet « Ile de Nantes ».

La circulation de poids lourds se réduira également au profit d'une circulation plus locale (habitants de l'île, traversée urbaine entre Nord et Sud de la Loire).

De plus, l'implantation d'espaces verts et d'axes végétaux (terre-plein et abords en gazon sur certains tronçons) favoriseront l'infiltration des eaux de ruissellement.

5.1.1.3.c.2 Grands parkings

Dans le projet global, des grands parkings sont prévus (provisoires, silos de stationnement, ...) et voués à accueillir des véhicules légers. Les risques de pollutions, plus particulièrement liés aux hydrocarbures, sont par conséquent plus importants.

Au vu des objectifs de qualité et des débits de la Loire, les rejets générés n'induiraient pas de modification sensible de la qualité des eaux.

Toutefois, au vu des risques de pollution et d'après les recommandations de la Police des Eaux, **des dispositifs de traitement seront mis en place pour chacun des exutoires des grands parkings**.

5.1.2. Eaux usées

Les conséquences démographiques du projet d'aménagement de la ZAC Ile de Nantes tendent à une augmentation de la population d'environ 13 000 habitants.
Ces effluents seront collectés dans le réseau public vers les stations d'épuration de Tougas (pour la moitié Nord) et Petite-Californie (pour la moitié Sud).
Au jour d'aujourd'hui, la station d'épuration de Tougas peut accepter les effluents de l'ensemble de la population envisagée.
Actuellement, la station de la Petite Californie ne peut accepter ces apports de pollution supplémentaires. Toutefois, la station est en cours d'extension et pourra accepter à terme ces effluents (fin 2009).

➢ ***Ainsi, aucun rejet d'eaux usées ne sera réalisé dans le milieu récepteur. Les incidences sont donc nulles.***

5.2. Incidences sur les milieux naturels

5.2.1. Effets sur la flore et la végétation

Les incidences sur la flore et la végétation sont principalement liées aux aménagements des berges que ce soit lors de la phase de chantier ou après ouverture au public.

Lors de la phase de chantier, la végétation peut subir des dommages liés par exemple :

- A un arrachement accidentel par un engin,
- A une déstabilisation des sols induisant une fragilisation du système racinaire,
- A un déversement d'un produit toxique en pied d'arbre,
- ...

Dans certains cas d'aménagement des berges, l'enlèvement d'une partie des espèces végétales pourra affecter la stabilité des berges et augmenter le risque d'érosion.

Pour ce qui est de l'Angélique des Estuaires, le périmètre de la ZAC borde en effet au niveau des berges, 4 des 18 stations représentant un enjeu majeur pour la conservation de l'espèce dans l'estuaire de la Loire (sur les 6 de l'île de Nantes).
En dehors de ces stations, l'espèce est quasiment omniprésente sur les rives de Loire. Tout aménagement de ces berges, prévu en particulier quais André Rhuys et Hoche d'une part, boulevard Louis Barthou d'autre part (total de 900m de berges), tiendra compte de l'espèce et ne modifiera pas les habitats en place.

Toutefois, lors de la phase de chantier, toutes les mesures devront être mises en œuvre afin de limiter les risques d'endommagement des colonies.

Après ouverture des promenades sur berge au public, les incidences sur les espèces végétales, présentant un intérêt (Angélique des Estuaires, ...), peuvent être dommageables (piétinement, arrachage, ...).
Afin de préserver ces colonies d'Angélique, des mesures devront être prises afin de limiter l'accès de ces espèces aux usagers.

En dehors des berges, le projet d'aménagement concerne essentiellement des espaces urbains minéralisés ou des friches et espaces verts « banals ». La végétation susceptible d'être supprimée par les aménagements ne présente pas de caractère remarquable.

Le projet s'accompagnera de la réalisation de nouveaux espaces verts et de plantations d'alignements :

- Futur square de l'île Mabon par exemple,
- Plantations d'alignements sur les boulevards Gustave Roch, Vincent Gâche, ...
- Espaces verts ponctuels privatifs.

Globalement, le projet tend à améliorer la situation actuelle en terme d'espaces verts.

En ce qui concerne l'Angélique des estuaires, les aménagements des berges de la Loire tiennent compte de l'espèce et ne modifieront pas les habitats en place. Toutefois, des mesures de préservation de l'espèce devront être mises en œuvre plus particulièrement lors de la phase travaux et lors de l'ouverture du site aux usagers.

5.2.2. Effets sur la faune

Au vu du caractère actuellement urbain du site, les aménagements prévus n'auront pas d'incidence notable sur la faune fréquentant le site et ses berges.
L'augmentation des espaces verts et plantations sera un facteur positif à la colonisation de la zone par l'avifaune.

En ce qui concerne la faune piscicole de la Loire, les travaux prévus en berge de Loire ne s'effectueront pas dans le lit ni en risberme. Les incidences seront donc minimes. Toutefois, lors des travaux, des mesures devront être prises afin de limiter tout risque de départ de produits toxiques dans la Loire pouvant ainsi générer des mortalités piscicoles.

5.3. Incidences hydrauliques

5.3.1. Eaux pluviales

Globalement, le projet d'aménagement de l'île de Nantes tend vers une non aggravation de la situation actuelle voire une amélioration de la perméabilité des sols (espaces verts, surfaces pavées avec joints de sable, ...).

En ce qui concerne les voiries, la tendance globale à l'échelle de l'île est à l'équilibre entre création et suppression de voirie. La création de voirie concerne principalement des axes secondaires de desserte, les emprises au sol seront peu importantes et l'augmentation de l'imperméabilité ne sera pas significative (coefficients d'imperméabilité actuellement importants). De plus, de nombreuses voiries existantes seront réaménagées en sorte de réduire les voies de circulation au profit d'espaces piétons et espaces verts où les coefficients d'imperméabilisation seront moindres.

Ainsi au vu des principes d'aménagement et des débits de la Loire, les incidences hydrauliques du projet global sur le milieu récepteur seront minimes.

Pour chaque secteur aménagé, les eaux de ruissellement seront raccordées au réseau d'eaux pluviales existant (sous maîtrise d'ouvrage Nantes Métropole).
En fonction des projets (parkings, ...) et des caractéristiques du réseau existant, des apports hydrauliques supplémentaires pourraient localement avoir des incidences sur le fonctionnement hydraulique du réseau de collecte.
Au vu du degré d'avancement des projets et de la connaissance actuelle sur le réseau d'eaux pluviales, il est difficile aujourd'hui de déterminer, dans chaque secteur, les portions de réseaux où ces dysfonctionnements hydrauliques pourraient survenir.

Il conviendra d'affiner ces investigations lors de l'élaboration des arrêtés complémentaires spécifiques à chaque projet. Les résultats de ces analyses devront être soumis pour validation au service assainissement de la Communauté urbaine de Nantes Métropole.

Toutefois, l'approche menée plus globalement sur les sous-bassins de collecte peut d'ores et déjà fournir quelques éléments concernant la capacité des exutoires à accepter ou non des apports hydrauliques supplémentaires.

Le tableau ci-dessous décrit pour chaque sous-bassins versant les débits engendrés à l'état actuel (obtenus par la formule de Cacquot) et la capacité hydraulique des exutoires (obtenus par la formule de Manning-Strickler).

Il faut noter que, dans le cadre de la régularisation des réseaux eaux pluviales de l'ensemble de la commune au titre de la loi sur l'eau, Nantes Métropole réalise une étude diagnostic qui permettra d'affiner les résultats indiqués dans le tableau ci-dessous.

N° BV	SURFACE (en ha)	Q10 (en m3/s)	Q100 (en m3/s)	Q capable exutoire (en m3/s)	OBSERVATIONS
1	9,8	1	1,7	1,1	800mm
2	4,3	0,6	0,97	1,86	1000mm
3	0,5	0,12	0,19	0,16	400mm ?
4	8	0,9	1,4	1,86	1000mm
5	11,4	1,3	2	1,86	1000mm
6	8	1	1,7	1,1	800mm ?
7	4,5	0,6	1	1,1	800mm
8	4	0,38	0,6	0,7	700mm
9	2,6	0,35	0,56	0,5	600mm
10	10,5	1	1,8	1,1	800mm
11	11	1,4	2,3	1,86	1000mm
12	6	0,8	1,3	1,1	800mm
13	4,3	0,65	1	1,1	800mm ?
14	9,6	1,1	1,9	1,1	800mm
15	4	0,6	0,95	1,1	800mm
16	10,5	1,4	2,2	9,5	2 250 x 1 200mm
17	7,6	1	1,5	3,3	1 800 x 700 mm
18	1,5	0,28	0,45	0,31	500mm
19	2,5	0,4	0,65	0,5	600mm
20	0,8	0,15	0,25	0,08	300mm
21	1	0,2	0,3	0,31	500mm
22	0,4	0,09	0,15	0,08	300mm
23	0,8	0,16	0,26	0,17	400mm
24	0,3	0,08	0,134	0,27	400 x 400mm
25	1	0,2	0,3	1,5	800 x 800mm
26	0,24	0,06	0,1	0,27	400 x 400mm
27	0,95	0,19	0,31	0,17	400mm ?
28	0,48	0,12	0,19	0,37	400 x 500mm
29	0,36	0,09	0,15	0,17	400mm ?
30	2,7	0,36	0,58	0,37	400 x 500mm
31	1,2	0,19	0,31	0,37	400 x 500mm
32	2	0,28	0,45	0,27	400 x 400mm
33	0,5	0,09	0,2	0,08	300mm
34	1,6	0,3	0,47	1,1	800mm
35	1	0,21	0,34	0,5	600mm
36	0,09	0,03	0,05	0,08	300mm ?
37	0,25	0,07	0,12	0,17	400mm ?
38	40	4	6,4	4,6	1 800 x 900mm
39	13	1,1	2,1	1,1	800mm
40	5,7	0,4	0,7	0,31	500mm

Comme indiqué dans le tableau présenté ci-dessus, la majorité des exutoires sont bien dimensionnés pour un événement décennal.

Cette analyse concerne les exutoires mais pas l'ensemble du réseau de collecte. Il est possible que certains dysfonctionnements soient actuellement existants sur des portions de réseaux locaux. L'analyse des dysfonctionnements hydrauliques locaux liés à la situation future devra être réalisée dans le cadre des études complémentaires par secteurs d'aménagement.

Dans l'ensemble des bassins de collecte, le principe de gestion des eaux pluviales à l'échelle de la ZAC Ile de Nantes est le suivant :

- dans le cas où les aménagements (parkings, bâtiments, voirie, ...) induisent un **coefficient d'imperméabilisation supérieur à celui de la situation actuelle ou génèrent des dysfonctionnements hydrauliques au niveau du réseau local de collecte des eaux pluviales**, des **mesures compensatoires** devront être envisagées,
- Dans le cas contraire, où il n'y a **pas d'aggravation** du taux d'imperméabilité, **aucune mesure compensatoire** ne sera nécessaire.

Au jour d'aujourd'hui, quelque soit la situation d'imperméabilisation après aménagement, le maître d'ouvrage (SAMOA) incite à prendre les mesures nécessaires à la gestion des eaux pluviales.
Certains principes d'aménagement et préconisations, allant dans ce sens, ont d'ores et déjà été pris en compte : connexion de gouttières sur des surfaces perméables, terrasses plantées, infiltration, rétention sur toit, ...(fiches techniques en annexes).

Ces orientations s'en trouvent renforcées dans certains secteurs classés « Up » dans le **P**lan **L**ocal d'**U**rbanisme : Secteur des Fonderies (S19) et secteur ouest du boulevard Léon Bureau (S 2 et 4).
En effet, sur ces secteurs, les projets d'aménagement concernant des **parcelles privées** doivent, pour la gestion des eaux pluviales, mettre en place des mesures permettant la rétention de 50% des eaux pluviales d'un événement d'occurrence décennale. **A ce jour, les zones Up ne sont pas totalement arrêtées et le taux de rétention des eaux pluviales peut encore évoluer** (*communication du service urbanisme de la Communauté Urbaine de Nantes Métropole*).

5.3.2. Eaux usées

L'évolution de la population envisagée impliquera une augmentation des flux d'eaux usées. En effet, la population devrait passer de 13 000 à 26 000 habitants à l'horizon 2020.

En ce qui concerne les dispositifs de traitement, la station d'épuration de « Tougas » (Nord Loire), de par sa capacité hydraulique peut accepter la totalité des effluents générés par cette nouvelle population.

Par contre, la station d'épuration « Petite Californie » (Sud Loire) est actuellement en surcharge hydraulique. Il faut toutefois préciser que la station d'épuration est en cours d'extension (fin 2009) et pourra alors accepter ces apports supplémentaires.

Concernant l'incidence de l'augmentation des flux sur les réseaux locaux d'eaux usées, l'état actuel des connaissances ne permet pas d'évaluer quantitativement l'impact.
L'évaluation de cet impact devra être réalisée, par une analyse hydraulique approfondie et en étroite collaboration avec les services assainissement de Nantes Métropole, lors de l'élaboration des dossiers d'incidences complémentaires pour chaque secteur d'aménagement qui viendront amender l'arrêté global.
Dans les cas où certains réseaux ou portions de réseaux s'avèrent insuffisamment dimensionnés, des mesures compensatoires devront être envisagées (création de réseau, redimensionnement de réseau, ...).

5.4. Incidences sur les usages liés à l'eau

Les aménagements projetés tendront vers une **amélioration des conditions de pratique de certains usages**.
En effet, l'ouverture sur la Loire et les aménagements des berges, telle que définis dans le projet, favoriseront la fréquentation des berges de la Loire et la réappropriation de l'espace et du fleuve par les usagers.
Certaines portions de rive actuellement en friche évolueront en espaces verts organisés et à forte qualité paysagère (promenade, plantations, ...).

L'incidence majeure des aménagements de berge sur les usagers (promeneurs, cyclistes, ...) est liée au risque de débordement de la Loire sur les promenades basses et potentiellement sur les promenades hautes. Outre le risque direct lié à l'eau s'ajoutent les potentialités de chutes liées aux dépôts de matériaux fins sur la promenade suite à la décrue de la Loire.
Ainsi, des mesures devront être prises afin d'informer le public des risques et entretenir la surface des promenades.

En ce qui concerne la navigation et la pêche, les aménagements des berges n'auront pas d'incidences négatives sur la bonne pratique de ces usages.
Bien au contraire, et plus particulièrement pour la pratique de la pêche, les incidences seront positives. En effet, les aménagements de berges faciliteront l'accès aux sites de pêche.

De plus, l'amélioration paysagère des rives de la Loire est un atout pour la valorisation touristique du secteur (navigation de plaisance, circuits touristiques sur la Loire, ...).

6. Mesures correctives et compensatoires

Les mesures correctives et compensatoires permettent de se prémunir des incidences potentiellement néfastes sur l'eau et les milieux aquatiques.

6.1. Mesures relatives à la phase de travaux

6.1.1. Limitation des risques de pollution du milieu récepteur

Une cellule de coordination de chantier (maître d'ouvrage, entreprises, représentants d'associations, ...) devra être mise en place pour optimiser le bon déroulement des opérations en tenant compte des spécificités environnementales. Les services concernés (police de l'eau, ...) devront être associés.

Afin d'éviter l'entraînement des fines vers le milieu récepteur (la Loire), les eaux de ruissellement sur les zones de chantier seront collectées grâce à la mise en place de **réseaux provisoires de ceinture** pour diriger les eaux vers des bassins de rétention provisoires.

Le stationnement des véhicules de chantiers doit être réalisé sur le site d'étude à l'intérieur du périmètre de ceinture défini afin de confiner tout risque de pollution (hydrocarbures, huiles,..) dans le(s) bassin(s) de rétention prévus à cet effet, et éviter une pollution du milieu récepteur.
Les personnes responsables et celles à prévenir en cas d'incidents devront être identifiées et contactées dans les plus brefs délais.

Les matériaux de terrassement doivent être stabilisés dans les plus brefs délais afin de limiter le départ de fines dans le milieu récepteur en cas de pluie.

En ce qui concerne les travaux de berges, les opérations devront se faire en période de moyennes à basses eaux de la Loire. Les travaux de végétalisation devront se faire en période de repos végétatif.

A ces mesures s'ajoutent quelques règles de chantier comme :

- Vérification technique des engins de chantier,
- Stockage hors zone inondable des engins et du matériel de chantier,
- Interdiction de l'accès au public,
- Raccordement des eaux usées issues du chantier sur le réseau public,
- ...

6.1.2. Limitation des incidences sur la flore

En ce qui concerne les travaux de végétalisation, ils devront se faire en période de repos végétatif.

Afin de limiter les risques de dégradation de la végétation des berges lors de la phase travaux, il sera nécessaire de mettre en place des dispositifs de protection (clôture, ...) autour des arbres afin de limiter les risques de chocs avec un engin et le remaniement de terre au niveau du système racinaire,

En ce qui concerne les travaux de suppression de la végétation et de végétalisation des berges, certains pré-requis devront être pris en compte (*source : SAMOA-BIOTEC ; CCTP de la phase PRO pour l'aménagement des berges du secteur n°8*) :

- Les matériaux d'apport pour le retalutage des berges et les mottes d'hélophytes devront être exempts d'espèces exotiques envahissantes,
- Les espèces végétales doivent être adaptées au biotope du site,
- Pour les travaux d'abattage, il est strictement interdit de travailler au moyen d'une pelle hydraulique ou d'un bulldozer,
- Le traitement chimique est proscrit,
- Marquage préalable des espèces à enlever,
- Les débris végétaux seront soit brûlés, soit transportés en décharge.

En ce qui concerne l'Angélique des Estuaires, les travaux ne modifieront pas les habitats.
Toutefois, lors de la phase de chantier, le risque d'endommagement des colonies n'est pas nul.
Ainsi, un plan de suivi des travaux devra être mis en place, sous la conduite d'une personne expérimentée, qui aura pour objectifs :

- D'informer au préalable le personnel intervenant sur le chantier sur l'espèce et les précautions à prendre,
- D'accompagner et contrôler le bon déroulement des travaux,
- De rendre compte du bon respect des pré-requis nécessaires à la préservation de l'espèce,
- D'évaluer la nécessité ou non d'envisager des solutions alternatives (déplacements des colonies, ...).

Dans le cas où certains plants d'Angélique doivent être déplacés pour être replantés ultérieurement, le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage devront fournir, au préalable, les justifications d'une telle action auprès du Conseil National de Protection de la Nature, du Ministère chargé de l'Environnement et du Jardin Botanique de Nantes.
Si acceptation de ces actions par les services précédemment cités, les opérations de déplacement des rhizomes devront être réalisées sous contrôle et suivi des experts du Jardin Botanique de Nantes.

Concernant le déplacement ponctuel de l'Angélique des estuaires, signalons le déplacement temporaire de 130 pieds sur le quai François Mitterrand, dans le cadre de l'aménagement du secteur 1. Ce déplacement a été réalisé avec une autorisation exceptionnelle du Conseil National de Protection de la Nature et du Ministère chargé de l'Environnement. Les expérimentations ont été menées par le Jardin Botanique de Nantes afin d'étudier les résultats d'une opération de reprofilage de berges et de création de biotope à Angélique des estuaires. Le suivi réalisé par le Jardin Botanique montre des résultats très concluants. Un plan de conservation de l'espèce est actuellement engagé dans l'estuaire de la Loire.

6.2. Mesures en faveur de la protection de la ressource en eau

Qu'il soit muni ou non d'un ouvrage de régulation hydraulique, chaque grand parking sera équipé en exutoire d'un dispositif de traitement des pollutions.

6.2.1. Dispositif de traitement

A l'exutoire du réseau d'eaux pluviales de chaque parking (ou en sortie de bassin de régulation), il sera mis en place **un décanteur-séparateur à hydrocarbures à modules lamellaires**.

Les procédés lamellaires permettent de piéger, en supplément des hydrocarbures libres en suspension dans l'eau, les pollutions liées aux matières en suspension : métaux lourds, polluants divers, DBO_5, DCO, ...

Ce type de dispositif nécessite la mise en œuvre :

- d'un bassin écrêteur permettant une dissipation d'énergie et une certaine décantation des MES. Un régulateur de débit, de type écrêteur de surface, en sortie de bassin optimise le fonctionnement du séparateur en maintenant le débit nominal de l'appareil et en entraînant la lame d'eau la plus chargée en hydrocarbures,
- **d'un module débourbeur** afin de limiter l'encrassement des lamelles.

Le fonctionnement de ce type de dispositif est le suivant :

- les effluents chargés en boues et en hydrocarbures pénètrent dans le débourbeur où les matières lourdes décantent,
- dans un second compartiment, les hydrocarbures remontent en surface,
- un obturateur se ferme lorsque la capacité de rétention des hydrocarbures est atteinte.

Lors **d'une pollution accidentelle**, les déshuileurs présentent l'avantage de pouvoir piéger automatiquement les hydrocarbures plus légers que l'eau. De plus, la plupart des dispositifs modulaires peuvent être munis d'un obturateur automatique (évitant toute intervention

préventive) qui ferme l'orifice de sortie lorsque le séparateur est plein d'hydrocarbures, d'une vanne en amont pour isoler le produit polluant et d'une dérivation.
Par ailleurs, l'ouvrage de régulation présent en amont de cet ouvrage permettra le stockage d'une pollution accidentelle.

Les rendements mesurés sur ce type de dispositif pour la **pollution chronique** des eaux de ruissellement sont faibles. Ceci peut s'expliquer par la faible concentration en hydrocarbures libres des eaux de ruissellement de chaussées (< 10 mg/l). Toutefois, ces ouvrages sont intéressants pour traiter les eaux provenant de parkings et pour lutter contre la pollution accidentelle.
A noter que l'efficacité de ces dispositifs est assujettie à une bonne régulation des débits entrants et à un bon dimensionnement du module décanteur.

Les séparateurs à module lamellaire permettent d'atteindre, en cas de pollution, des teneurs résiduelles d'hydrocarbures inférieures à 5 mg/l.

Les caractéristiques dimensionnelles et le coût de ce type de dispositif dépendent du débit de fuite en entrée de l'ouvrage.

6.2.2. Autres mesures

Au vu de la difficulté d'implanter des bassins de rétention des pollutions accidentelles en zone urbaine dense, des mesures alternatives doivent être mises en place.
Une concertation devra être entreprise avec la Cellule Opérationnelle de Prévention des Risques afin d'évaluer les conditions d'intervention en cas de pollution accidentelle.

Les mesures à prendre dans de tels cas s'orientent plutôt vers une **organisation des services d'intervention** (pompiers, Cellule Opérationnelle de Prévention des Risques, ...) et des **infrastructures leur permettant d'intervenir** :

- Mise en place d'exercices de simulations entre les services concernés :
  - Sur des secteurs difficiles d'accès,
  - Sur des secteurs à forte fréquentation,
  - En période de pluie et de temps sec,
  - ...
- Bonne connaissance de la structure urbaine et des réseaux d'eaux pluviales,
- Evaluation des potentialités d'isolation des pollutions (stockage en réseau, bâches, ...) par les services d'intervention et la Communauté Urbaine de Nantes Métropole,
- Prise en compte de la facilitation des accès par des véhicules d'intervention dans le cadre des projets d'aménagement,
- Mise en place d'un nombre suffisant de bouches à incendie et vérification régulière de leur état de fonctionnement,
- ...

6.3. Mesures de limitation des incidences sur la stabilité des berges

Les interventions des engins sur les berges de Loire et le remaniement des sols risquent d'impacter sur la stabilité des berges et favoriser le départ de matériaux fins induisant ponctuellement des poches d'érosion.

Afin de limiter ces risques d'érosion, il est prévu de mettre en place des dispositifs de protection des berges et de limitation des départs de fines (géotextile synthétique entre les enrochements, géotextile biodégradables (fibre de coco) sur talus, ...).

6.4. Limitation des incidences sur la flore

Afin de limiter les risques de dégradation (piétinement, arrachage, ...) de la végétation de la risberme et plus particulièrement des colonies d'Angélique des Estuaires, les accès aux usagers seront limités aux sentiers, rampes d'accès et pontons.
Ces mesures s'accompagneront éventuellement d'une **signalétique** rappelant le cheminement et les **interdictions d'accès au pied de berge**.

6.5. Mesures de limitation des incidences hydrauliques

Dans les cas où l'aménagement des espaces publics (parking, voirie, ...) induit une augmentation du coefficient d'imperméabilisation ou un dysfonctionnement hydraulique du réseau existant de collecte des eaux pluviales, des dispositifs de régulation hydraulique devront être mis en place.
Au vu de l'urbanisation du site, la création de bassins de régulation aérien sera difficile. Les choix s'orienteront plutôt vers des techniques types :

- Bassins enterrés,
- Chaussées à structure réservoir :
- Stockage en canalisation enterrée,
- ...

Ces ouvrages devront être dimensionnés, lors de l'élaboration des dossiers complémentaires par secteurs d'aménagement, afin d'écrêter les hydrogrammes issus du ruissellement sur les surfaces de projet d'une pluie d'occurrence 10 ans afin de rétablir les débits de pointes correspondant à un événement décennal actuel.

Le volume de stockage de chaque ouvrage est déterminé à l'aide de la méthode des pluies. Cette méthode consiste à déterminer, à partir de la courbe enveloppe des hauteurs de pluies et de la droite de vidange, l'écart maximum entre les deux courbes qui correspond à

la lame d'eau à stocker. Cette lame d'eau est ensuite ramenée à la surface active raccordée au bassin pour déterminer le volume à stocker.

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :
- période de retour : 10 ans,
- coefficients de Montana : a = 301, b = 0,593 (coefficients spécifiques de la région issus de la station de Nantes).

Le débit de fuite sera choisi pour l'écrêtement de la pluie décennale.

Enfin, en ce qui concerne les projets situés sur des parcelles privées des secteurs classés « UP » dans le Plan Local d'Urbanisme, des mesures devront être prises afin de réguler 50% des apports pluviaux pour un événement d'occurrence 10 ans.
Pour mémoire, ce taux peut encore évoluer dans le cadre de la révision des secteurs UP de l'agglomération Nantaise.

Les techniques envisageables sont décrites en suivant :

- Chaussées poreuses pavées ou enrobées :
  - Les pavés poreux présentent les mêmes caractéristiques de résistance que les pavés traditionnels mais leur porosité (15% minimum) offre une grande perméabilité (7 – 10 – 3 m/s minimum) permettant ainsi à l'eau de s'infiltrer facilement dans le sol.

- Toitures terrasses :
  - Cette technique est utilisée pour ralentir le plus en amont possible le ruissellement grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits. Un petit parapet en pourtour de toiture permet de retenir l'eau et de la relâcher à faible débit.

- Puits d'infiltration :
  - Ces dispositifs assurent le transit des eaux de ruissellement vers les couches perméables du sol. Ils sont utilisés essentiellement pour recevoir les eaux de toitures. Le puits est précédé d'un regard de décantation pour piéger les éléments indésirables. L'infiltration se fait par le fond du puits ou, éventuellement, par les côtés en perforant les parois.

- Tranchées drainantes :
  - Si la couche superficielle du sol est suffisamment perméable, les eaux de ruissellement (terrasses, rues piétonnes, allées, ...) peuvent être recueillies par des tranchées drainantes. Ces ouvrages superficiels (1m de profondeur environ) et linéaires peuvent être revêtus d'un enrobé drainant, d'une dalle de béton, de galets ou de pelouse pour être intégrés dans les espaces verts, ou aménagés en voie d'accès pour les piétons ou les voitures.

- Connexion de gouttières sur des surfaces naturelles (espaces verts, ...) ou des surfaces semi-perméables (stabilisé, ...).

- Terrasses plantées,

- ...

6.6. Limitation des incidences sur les usages liés à l'eau

Les principales incidences des projets d'aménagement des berges sur les usages concernent la sécurité du public et plus particulièrement les risques liés aux inondations des promenades et au dépôt de matériaux fins suite à la décrue de la Loire.

Les mesures qui devront être mises en place sont les suivantes :

- **Information du public** sur les risques de débordement de la Loire (signalétique sur le cheminement piétonnier),
- **Nettoyage** des surfaces des promenades après une inondation,

6.7. Exploitation et entretien des ouvrages

Après réception des installations, Nantes Métropole deviendra gestionnaire des dispositifs de rétention des eaux pluviales crées.

L'entretien des ouvrages devra comprendre :

- l'enlèvement des flottants et déchets dans les bassins aériens,
- le nettoyage des avaloirs et ouvrages de vidange,
- le curage des ouvrages. Ce curage devra être fait à intervalles réguliers (délais moyens de l'ordre de 2 à 5 ans) afin de récupérer les boues de décantation. Une analyse de toxicité des boues devra être faite chaque fois que cette opération de curage sera réalisée et permettra de déterminer la filière de valorisation à terme,
- ...

Les modalités d'entretien des différents dispositifs de régulation hydraulique (chaussées réservoirs, tranchées drainantes, toitures terrasses, ...) sont détaillées en **annexe**.

Les décanteurs-séparateurs à hydrocarbures nécessitent une vidange et nettoyage dans les 6 mois après la mise en service puis tous les ans. Cette opération permet d'évacuer les boues et de vérifier les pièces mécaniques constitutives de l'ouvrage et son étanchéité.
Une analyse de toxicité des boues devra être faite chaque fois que cette opération sera réalisée et permettra de déterminer la filière de valorisation à terme.

Enfin, en cas d'accident avec déversement de pollution accidentelle dans le système de collecte des eaux pluviales du site, une intervention coordonnée des équipes doit être assurée.
Si les polluants déversés parviennent à un bassin de régulation hydraulique, le système de fermeture actionné par intervention humaine permettra le piégeage et le stockage des polluants à ce niveau. Un retrait de ces substances doit être réalisé dans un délai minimal.

Ainsi, une notice d'information doit être communiquée aux intervenants éventuels. Elle présentera la localisation du site, le réseau d'eaux pluviales du site avec le principe de fonctionnement, la liste des intervenants à contacter dans l'ordre des priorités (services d'intervention et notamment la Cellule Opérationnelle de Prévention des Risques).

Pour les autres mesures compensatoires mises en œuvre, les principes d'intervention et d'entretien sont les suivants :

- Interdiction de l'utilisation de produits phytosanitaires (désherbants chimiques) pour l'entretien des voies et des berges de la Loire,
- Remplacement des plantes mortes ou dégradées,
- Entretien de la végétation (arrosage, élagage, tonte, fauche, ...),
- Suivi et enlèvement des espèces végétales indésirables (Renouée, Jussie, ...),
- Suivi et contrôle de l'état des aménagements (protections des berges, ...),
- Surveillance et suivi de l'état de conservation des colonies d'Angélique des Estuaires,
- Entretien et nettoyage des promenades suite à des submersions par la Loire,
- ...

7. Compatibilité du projet avec le S.D.A.G.E.

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne a été adopté par le comité de bassin le 4 juillet 1996. Il est défini à l'article 3 de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.

Ce SDAGE définit les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de l'eau dans le bassin Loire-Bretagne. Il vise à concilier l'exercice des différents usages avec la protection des milieux aquatiques.

Le projet doit être en cohérence avec les objectifs principaux du SDAGE du bassin.

Parmi ces objectifs, on retiendra :

- **Poursuivre l'amélioration de la qualité des eaux de surface,**

Le SDAGE Loire Bretagne indique en ce qui concerne les rejets urbains de temps de pluie, que les maîtres d'ouvrage sont invités à :

- « Contrôler l'imperméabilisation des sols et limiter les débits ruisselés en préconisant l'utilisation de techniques appropriées (chaussées poreuses, autres structures, réservoir, bassin de retenue, dispositions constructives visant à allonger les temps de réponse à la pluie),
- Imposer la réalisation d'ouvrages de sécurité en aval des bassins versants comportant des points de rejet à risque : zones d'activités, voie à grande circulation,
- S'équiper de bassins d'orage ou de bassin de retenue sur les réseaux d'eaux pluviales pour réduire les flux de pollution instantanés et décanter efficacement les matières polluantes ».

- **Retrouver des rivières vivantes et mieux les gérer :**

Il s'agit, notamment, de respecter, voire rétablir les dynamiques naturelles des cours d'eau et mieux gérer leurs abords.(...) Il faut aussi beaucoup mieux entretenir le lit des cours d'eau, grâce à la mise en place de structures pérennes d'entretien, de suivi et de financements stables.

- **Préserver et restaurer les écosystèmes littoraux :**

« (...) Si de gros efforts ont été faits dans les dernières années, qui ont permis de restaurer en grande partie la qualité des eaux de baignade, il n'en reste pas moins que certains secteurs d'activités sont aujourd'hui sinistrés (...).
Aussi il faut intensifier l'effort et agir sur tous les thèmes à la fois :

- en établissant des indicateurs de qualité littoraux (...) ;
- en réduisant de façon drastique la pollution bactériologique au droit de certains usages (baignade, pêche, ...), (...) ;
- en imposant dans les projets d'aménagements littoraux une prise en compte accrue de la pollution aquatique ;
- enfin, en protégeant les estuaires dont le rôle écologique - notamment de nourrisserie – est particulièrement important ».

- **Savoir mieux vivre avec les crues.**

Le SDAGE Loire Bretagne indique en ce qui concerne la problématique « inondation » :

« **Maîtriser mieux le ruissellement** : L'évolution des facteurs liés l'évolution de l'occupation des sols à l'échelle des bassins versants doit être maîtrisée : imperméabilisation des sols, déboisement ou reboisement, remembrement, drainage. (...) Dans les zones urbaines, il faut prendre garde à ne pas dépasser le débit acceptable par les réseaux pluviaux en contrôlant l'imperméabilisation des sols. (...) Les bassins d'orage (...) seront conçus aussi pour limiter les effets des crues dans les villes et les petits cours d'eau qui les traversent. »

Le présent projet d'aménagement tel qu'il est conçu répond aux prescriptions du SDAGE :

- **mise en place de dispositifs de régulation hydraulique avec limitation du débit de fuite,**
- **mise en place de dispositifs de traitement des pollutions,**
- **Prise en compte des populations d'Angélique des estuaires dans les projets d'aménagement de berges,**

8. Synthèse

Le projet concerne l'aménagement de la ZAC de l'île de Nantes soit environ 220 hectares.

Au vu de l'état d'avancement des projets sur le secteur d'étude, le principe adopté dans le cadre du programme global d'aménagement de l'île de Nantes est de réaliser un dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau à l'échelle de la ZAC. Pour l'aménagement de chaque secteur, et en fonction des projets envisagés, des dossiers réglementaires viendront amender et compléter l'arrêté d'autorisation global.

Ce dossier se base donc sur des grands principes en terme d'incidences et de mesures compensatoires.

L'ensemble des composantes du projet doit permettre aux différentes politiques sectorielles de s'exprimer : transport, environnement et énergie, développement économique, logement social...

Le projet Ile de Nantes propose :

- l'extension et la requalification de l'espace public,
- la mise en valeur de la Loire,
- l'utilisation de l'existant,
- des déplacements facilités,
- la diversité de la ville,
- un phasage de réalisation afin de tenir compte des utilisations actuelles, en particulier le secteur de la gare industrialo-portuaire sud-ouest,
- l'accueil de tous les projets dans une politique d'insertion dans le projet d'ensemble.

Les principaux types d'aménagements projetés sont :

- Aménagement des quais et berges de Loire,
- Implantation immobilière,
- Réhabilitation de bâtiments,
- Réhabilitation et restauration d'anciens sites industriels,
- Création d'espaces verts,
- Création de parkings et esplanades,
- Création et suppression de voiries,
- Création de lignes de tramway,
- Réfection et modification de revêtements de sols (pavés, ...),
- ...

Il faut noter que les aménagements sous maîtrise d'ouvrage SAMOA concernent les espaces publics et non les aménagements de type transports en commun en site propre, opérations immobilières, réhabilitations, ... ; qui sont sous une autre maîtrise d'ouvrage.

D'une manière générale, le projet d'aménagement de l'île de Nantes tend vers une **amélioration paysagère du site** et une **diminution globale de l'imperméabilisation** (réduction de voiries, sols en pavés avec joints sables, plantations, espaces verts, ..).
Les interventions sont limitées sur le réseau de voirie étendant très faiblement les emprises nouvelles (quasi-équilibre entre surface de voirie crée et supprimée) en préférant améliorer les voies existantes.

Les aménagements prévus sur les berges de Loire n'impliqueront **pas de modification topographique des rives** et **tiendront compte des colonies d'Angélique des Estuaires** (maintien, recolonisation, ...).

Les incidences du projet sur la qualité des eaux de la Loire sont principalement liées aux travaux et risques de pollutions accidentelles.
Les mesures nécessaires seront prises afin de limiter les risques de pollution du milieu récepteur à savoir :

- procédures et dispositions adaptées lors de la phase de chantier,
- mise en place de dispositifs de traitement des eaux pluviales au niveau des parkings,
- mise en place de procédures et d'exercices de simulation avec la sécurité civile et la Cellule Opérationnelle de Prévention des Risque,

Pour les incidences sur la qualité biologique du milieu, l'enjeu principal concerne l'Angélique des Estuaires implantée sur la quasi-totalité des berges de l'île. Les aménagements prévus sur les berges tiennent compte de la présence de cette espèce végétale protégée (évitement des colonies, déplacement contrôlés par des experts, limitation du risque de piétinement, ...). De plus, certains aménagements de berge pourront favoriser, de par leur conception, la reconquête du milieu par l'espèce.

En ce qui concerne les incidences hydrauliques, le projet tend globalement à une réduction de l'imperméabilisation du site. Toutefois, certains aménagements d'espaces publics pourront générer ponctuellement une augmentation du taux d'imperméabilisation et/ou des dysfonctionnements hydrauliques au niveau des réseaux locaux de collecte des eaux pluviales.
Dans ce cas, des dispositifs de régulation hydrauliques devront être envisagés. Ces constats et les caractéristiques des ouvrages à mettre en place seront établis lors de la réalisation des dossiers complémentaires spécifiques à chaque secteur d'aménagement.

Des dispositifs de régulation (toitures terrasses, puits d'infiltration, ...) devront aussi être envisagés dans les secteurs classés « UP » dans le Plan Local d'Urbanisme (secteur des Fonderies et ouest du boulevard Léon Bureau) où il est demandé de réguler, sur les parcelles privées, 50% des apports hydrauliques générés par un événement pluvieux

d'occurrence 10 ans. A noter que le taux de régulation hydraulique précédemment cité peut encore évoluer dans le cadre de la révision des secteurs UP de l'agglomération Nantaise.

Conformément à la loi sur l'eau, le projet d'aménagement, présenté dans ce dossier en procédure d'autorisation, intègre de manière concrète la protection de l'eau et des milieux aquatiques.

Glossaire

Charge polluante	Quantité d'un polluant donné entrant dans une station de traitement ou rejeté dans une eau réceptrice pendant une période donnée
DBO_5	Demande Biochimique d'Oxygène (sur 5 jours). Expression de la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques dans une eau, avec le concours des micro-organismes qui se développent dans le milieu
DCO	Demande Chimique en Oxygène. Expression de la quantité d'oxygène nécessaire pour l'oxydation d'eaux contenant des corps réducteurs
Eau de pluie	Eau provenant des précipitations atmosphériques et qui n'est pas encore chargée de substances solubles issues de la terre
Eau superficielle	Eau qui coule ou stagne à la surface du sol
Eau de ruissellement	Eau de surface qui s'écoule vers un cours d'eau à la suite d'une forte chute de pluie
Ecoulements superficiels	Ensemble des cours d'eau participant au ruissellement d'un
MES (Matières en suspension)	Matières éliminées par filtration ou centrifugation dans des conditions définies
Pollution	Dégradation naturelle ou du fait de l'action de l'homme de l'aptitude de l'eau à un emploi déterminé
Pollution (notion)	Définition donnée par des experts européens réunis à Genève en 1961 : "*Un cours d'eau est considéré comme étant pollué lorsque la composition ou l'état de ses eaux sont, directement ou indirectement, modifiés du fait de l'action de l'homme dans une mesure telle que celles-ci se prêtent moins facilement à toutes les utilisations auxquelles elles pourraient servir à leur état naturel, ou à certaines d'entre elles*"
Rivière	Masse d'eau naturelle qui s'écoule de façon continue ou intermittente selon un tracé bien défini vers un océan, une mer, un lac, une dépression, un marais ou un autre cours d'eau
Ruisseau, cours d'eau	Eau qui s'écoule de façon continue ou intermittente selon un tracé bien défini, comme celui d'une rivière, mais généralement sur une plus petite échelle

Annexes

Annexe 1

Grille de référence de la qualité des eaux

Agence de l'Eau Loire-Bretagne

Evaluation de l'incidence des pollutions chroniques sur la qualité des eaux de la Loire

Classes d'aptitudes aux usages et fonctions - SEQ-Eau

Potentialités biologiques

MES (mg/l)	25	50	100	150		
DBO_5 (mg/l)	3	6	10	25		
DCO (mg/l)	20	30	40	80		
Pb (mg/l)	0.0052	0.052	0.25	0.93		*50<CaCO3<200 mg/l*

Eau potable

MES (mg/l)	5	50	2000	5000		
DBO_5 (mg/l)	10			25		
DCO (mg/l)	30		40	80		
Pb (mg/l)	0.01		0.05			
Hydrocarbures	0.0001		0.0003	0.001		*Total HPA*

Loisirs et sports aquatique

MES (mg/l)	25		50		

Irrigation

Pb (mg/l)	0.2		2		

Abreuvage

Pb (mg/l)	0.05		0.1		

Aquaculture

MES (mg/l)	10		50		
DBO_5 (mg/l)	5		10		
Pb (mg/l)	0.03				

Rappel des limites supérieures des classes de qualité des eaux selon la grille de qualité de l'Agence de l'Eau

Nature du polluant	Classe 1A (mg/l)	Classe 1B (mg/l)	Classe 2 (mg/l)	Classe 3 (mg/l)	Classe HC (mg/l)
MES	25	25	70	150	> 150
DBO_5	3	5	10	25	> 25
DCO	20	25	40	80	> 80
Pb	0.05	0.05	0.05	0.05	> 0,05
Hydrocarbures	0.2	0.5	1	>1	

Concentrations brutes en polluants, pour un évènement critique, au niveau du point de rejet.

Approche d'OTV

Sans traitement

Projet: **ZAC Ile de Nantes**

Nom de l'exutoire: **1**

Nom du cours d'eau: **Loire**

Pollution chronique annuelle

Nature du polluant	Rejet			Cours d'eau		Qualité du cours d'eau après rejet			
						Grille de qualité Agence de l'Eau		*SEQ Eau*	
	Flux (kg/an)	Concentration (mg/l)	Débit (l/s)	Concentration initiale (mg/l)	Module (m^3/s)	(mg/l)	Classe de qualité	Fonctions et usages	Classe d'aptitude
MES	191520	84	71.96	55	867.0	55.00		PB	
DBO_5	25920	11	71.96	8	867.0	7.50		PB	
DCO	181440	80	71.96	33	867.0	32.50		PB	
Pb	288	0.13	71.96	0.05	867.0	0.05		PB	
Hydrocarbures	4320	1.90	71.96	0.75	867.0	0.75		PB	

Pollution chronique de pointe

Nature du polluant	Rejet			Cours d'eau		Qualité du cours d'eau après rejet			
						Grille de qualité Agence de l'Eau		*SEQ Eau*	
	Flux (kg/an)	Concentration (mg/l)	Débit (l/s)	Concentration initiale (mg/l)	Débit (m^3/s)	(mg/l)	Classe de qualité	Fonctions et usages	Classe d'aptitude
En régime hydrologique moyen (module) du cours d'eau									
MES	19152	665	12307.69	55	867.00	63.54		PB	
DBO_5	2592	90	12307.69	8	867.00	8.65		PB	
DCO	18144	630	12307.69	33	867.00	40.86		PB	
Pb	28.80	1.0	12307.69	0.05	867.00	0.06		PB	
Hydrocarbures	432.00	15.0	12307.69	0.75	867.00	0.95		PB	
En période d'étiage du cours d'eau									
MES	19152	665	12307.69	55	127.00	108.89		PB	
DBO_5	2592	90	12307.69	8	127.00	14.79		PB	
DCO	18144	630	12307.69	33	127.00	85.29		PB	
Pb	28.80	1.0	12307.69	0.05	127.00	0.13		PB	
Hydrocarbures	432.00	15.0	12307.69	0.75	127.00	2.01		PB	

Classe de qualité

: Excellente
: Bonne
: Moyenne
: Médiocre
: Hors classe

Fonction et usages du SEQ-Eau

Fonction:	**PB**	: Potentialités biologiques
Usages:	**AEP**	: Production eau potable
	L	: Loisirs et sports aquatiques
	I	: Irrigation
	AB	: Abreuvage
	AQ	: Aquaculture

Annexe 2

Fiches techniques sur les dispositifs de régulation hydraulique

Centre
d'Etudes Techniques
de l'Equipement
du Sud-Ouest

LES TOITS STOCKANTS

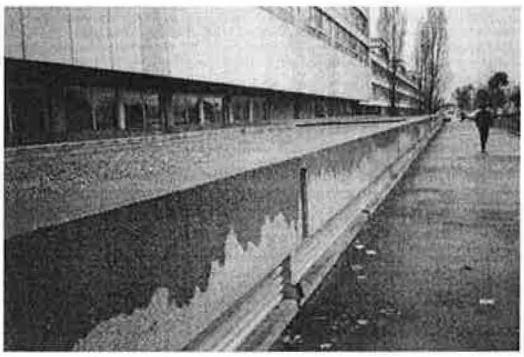
PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES

Cette technique est utilisée pour ralentir le plus tôt possible le ruissellement, grâce à un stockage temporaire de quelques centimètres d'eau de pluie sur les toits le plus souvent plats, mais éventuellement en pente de 0,1 à 5 %. Le principe consiste à retenir, grâce à un parapet en pourtour de toiture, une certaine hauteur d'eau, puis à la relâcher à faible débit. Sur toits plats, le dispositif d'évacuation est constitué d'une ogive centrale avec filtre, raccordée au tuyau d'évacuation et d'un anneau extérieur, percé de rangées de trous dont le nombre et la répartition conditionnent le débit de décharge ; sur toits en pente, le stockage est également possible, en utilisant des caissons cloisonnant la surface.

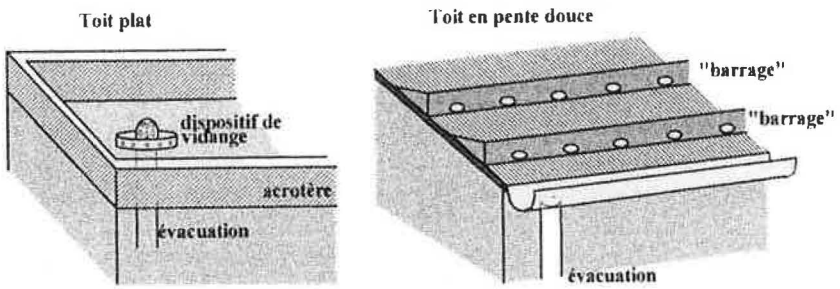
Stockage temporaire et vidanges sont assurés par un ou plusieurs organes de régulation ; Ils peuvent être améliorés par la présence d'une protection d'étanchéité en gravillon généralement d'une épaisseur de 5 cm pour une porosité d'environ 30 %, ou par la présence de terre végétale dans le cas des toits jardins.



Toiture – terrasse
Source CERTU



Aménagement en décroché de toiture-terrasse sur site hospitalier
Source CETE du Sud-Ouest

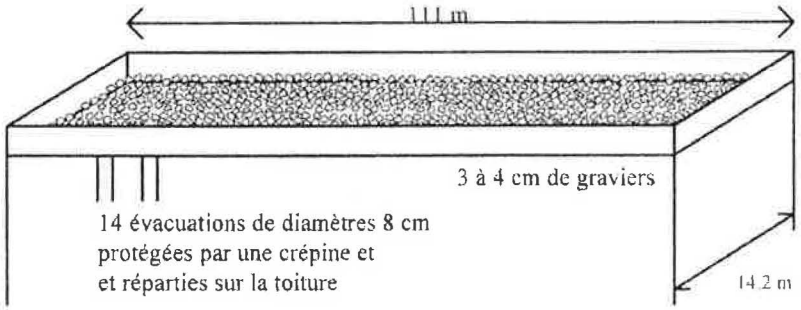


Principe de stockage d'eau en toiture d'après (STU, 1982b)

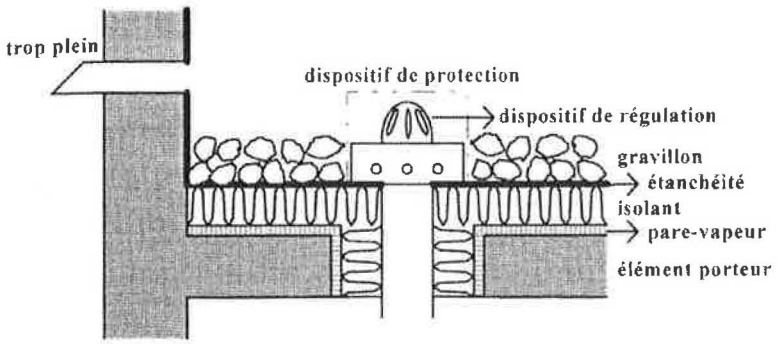
Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- l'intégration de façon esthétique à tous types d'habitats
- un procédé de stockage immédiat et temporaire à la parcelle
- pas d'emprise foncière
- sa mise en œuvre ne demande pas de technicité particulière par rapport aux toitures traditionnelles, mais sa réalisation doit être soignée
- la diversité de traitements : en herbe, avec un matériau (bois), ...

Il faut noter que cette technique n'entraîne généralement pas de surcoût par rapport à une toiture traditionnelle mais elle nécessite une réalisation très soignée, compte tenu des problèmes d'étanchéité et un entretien régulier. En effet, la surcharge due au stockage de l'eau n'est pas supérieure à celle qui doit être prise en compte au titre de la « surcharge neige ».



Exemple d'une toiture terrasse du bassin versant d'Aix en Provence



Exemple de constitution d'une toiture terrasse stockante

POUR UNE BONNE RÉALISATION

Compte tenu notamment des problèmes d'étanchéité pouvant être provoqués par la présence d'eau sur le toit, il est impératif de respecter plusieurs conditions nécessaires à l'utilisation de cette technique :

CRITÈRES À VÉRIFIER	
LA PENTE	• Le toit doit être en faible pente, inférieure à 5 %, pour une plus grande efficacité.
LA STABILITÉ	• Sur construction existante, la vérification de la stabilité est incontournable compte tenu de la surcharge d'eau.
L'ÉTANCHÉITÉ	• La mise en œuvre de l'étanchéité doit être particulièrement soignée ; le revêtement doit être rigoureusement conforme aux prescriptions de la chambre syndicale nationale de l'étanchéité et du **D.T.U. 43**.1 pour les toitures-terrasses : - pas de revêtement mono couche - revêtement par gravillons préconisé.
LE CLIMAT	• Une grande prudence s'impose en raison du climat très variable entraînant des problèmes de gel et de surcharge notamment. En zone soumise à un climat de montagne, c'est-à-dire selon le DTU 43.1, les zones situées à plus de 900 m d'altitude, il faudra choisir une autre technique pour retenir les eaux pluviales. Notons également que « certaines toitures-terrasses de bâtiments implantés à une altitude inférieure ou égale à 900 m peuvent être considérées comme toitures sous climat de montagne en fonction des conditions micro climatiques particulières. Les documents particuliers du marché en font la mention » (DTU 43.1, chapitre 1.511).
L'ACCÈS	• La toiture doit être inaccessible aux piétons et aux véhicules.
L'USAGE	• Les toitures-terrasses techniques telles que définies dans l'article 1.533 du DTU 43.1 ne peuvent pas être utilisées pour la rétention des eaux pluviales.*

* Les toitures-terrasses pouvant comporter des installations techniques telles que chaufferies, dispositifs de ventilation mécanique contrôlée, aéroréfrigérants (conditionnement d'air), dispositifs permettant le nettoyage des façades, locaux de machineries d'ascenseurs, de monte-charge, capteurs solaires.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Si les conditions d'application vues dans la fiche précédente sont réunies, alors, le dimensionnement se fera en suivant les étapes successives présentées dans la figure ci-dessous :

1 - Choisir les éléments constituants de la toiture
Les dimensionner sur le plan mécanique

↓

2 - Réaliser l'étude hydraulique

- Evaluer le nombre de descentes en se référant au DTU 60.11
- Evaluer la hauteur d'eau à stocker pour permettre une bonne régulation tout en assurant la résistance mécanique de l'ouvrage.

↓

3 - Dimensionner les dispositifs de vidange

Les fournisseurs de ces dispositifs donnent les débits pouvant être évacués; sinon, appliquer les formules classiques d'hydraulique.

- *Peut-on équiper une maison individuelle d'une toiture-terrasse ?*

Cette couverture est plutôt préconisée pour les bâtiments industriels, parfois pour les immeubles, mais il est possible de l'appliquer isolément, par exemple lorsque les règlements d'urbanisme imposent à une parcelle un débit de rejet limité. Un particulier peut hésiter à la réaliser car elle entraîne un léger surcoût (étanchéité soignée, structure pouvant supporter des surcharges), parce qu'il n'a pas l'habitude d'en voir dans son proche environnement, et peut-être aussi pour des questions d'assurance relatives aux dégâts des eaux (dues à la défaillance de l'étanchéité).

- *Pourquoi une technique alternative en hauteur ?*

Pourquoi pas ? Pour stocker l'eau le plus tôt possible et la réguler plus aisément. Parce qu'un facteur important d'imperméabilisation est l'implantation des bâtiments et que la toiture-terrasse est une possibilité supplémentaire. Aussi parce que les toitures traditionnelles, lors de fortes pluies, font souvent office de toits stockants en raison du mauvais entretien des dispositifs de descente d'eau, alors autant les concevoir initialement dans ce but, tout en se gardant la possibilité de réaliser un puits en descente de gouttière.

- *Quelles nuisances occasionnent-elles ?*

Si le stockage de l'eau est de longue durée, il faut craindre une prolifération d'insectes, et des odeurs. Les eaux reçues sont généralement peu polluées, néanmoins des risques de pollution existent soit à cause des produits chimiques utilisés pour le jardinage dans le cas de toit jardin, soit à cause du lessivage de la zone de stationnement dans le cas de toit parking.

QUESTION SUR L'ENTRETIEN

- *Quel entretien ?*

La Chambre Syndicale Nationale de l'Etanchéité recommande au minimum deux visites par an : en fin d'automne, pour vérifier que les feuilles des arbres n'ont pas obstrué les descentes, et en début d'été, afin de contrôler le bon fonctionnement des dispositifs de régulation.

Centre
d'Etudes Techniques
de l'Equipement
du Sud-Ouest

LES CHAUSSÉES A STRUCTURE-RESERVOIR

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES



Parking réservoir et pavés drainants de la zone d'activité du Phare (33) Source CETE du Sud-Ouest



Contraste entre une chaussée classique et une chaussée drainante Source INSA de Lyon

Une chaussée à structure réservoir supporte, comme toute chaussée, la circulation ou le stationnement de véhicules ; elle est aussi un réservoir pour les eaux de ruissellement : la rétention d'eau se fait à l'intérieur du corps de la chaussée, dans les vides des matériaux.

L'eau est collectée, soit localement par un système d'avaloirs et de drains qui la conduisent dans le corps de chaussée, soit par infiltration répartie à travers un revêtement drainant en surface, enrobé drainant ou pavé poreux.

L'évacuation peut se faire vers :
- un exutoire prédéfini
- un réseau d'eau pluviale
- l'infiltration, sachant que cette solution ne peut pas être seule.

Les avantages spécifiques à cette solution concernent principalement :
- l'insertion très facile en milieu urbain sans consommation d'espace
- diminution du bruit de roulement si le revêtement de surface est un enrobé drainant
- amélioration de l'adhérence
- piégeage de la pollution
- alimentation de la nappe.

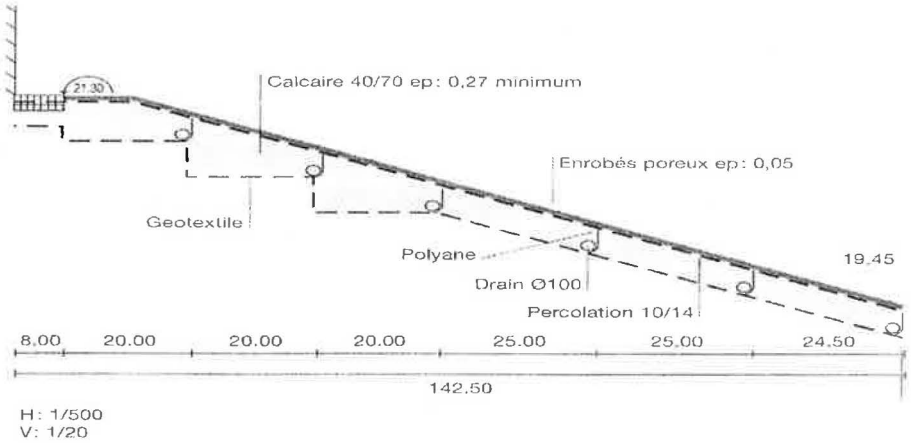
Les inconvénients sont éventuellement liés au risque de pollution de la nappe (pollution accidentelle) et au colmatage lorsque l'on utilise des enrobés drainants, sans autre solution de réception-injection.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

PARTIES ET FONCTIONS DE LA CHAUSSÉE	CRITÈRES À VÉRIFIER
LA STRUCTURE - RÉSERVOIR	• **La pente du terrain :** - Trop importante, elle peut provoquer une accumulation de l'eau dans les points bas et son débordement sur la chaussée ; elle réduit aussi la capacité de stockage dans le matériau poreux ; on peut mettre en place des cloisons ou augmenter l'épaisseur du matériau pour améliorer cette capacité de stockage. La pente est dite « importante » à partir de 1 %. On retiendra qu'il est possible de réaliser des chaussées à structure réservoir jusqu'à des pentes de 10 % (ZAC de Verneuil-sur-Seine - 78). - Inversement, sur terrains plats, il n'y a pas de risque de débordement, mais la durée de vidange peut être trop longue ; il est souhaitable de donner de légères pentes (de l'ordre de 1 % en profil en travers et au minimum 0,3 % en profil en long) au fond de la structure poreuse pour éviter les stagnations locales d'eau.
LA COLLECTE **Revêtement compact**	- Il n'y a pas de contrainte particulière à la mise en place d'avaloirs et de drains.
Revêtement drainant	- **Le trafic** : les expériences : - rocade bordelaise, - boulevard périphérique parisien et autres rocades, montrent que l'enrobé drainant peut supporter un trafic lourd s'il est correctement dimensionné. A l'opposé, pour les faibles trafics, où la capacité d'autocurage est limitée, des compositions d'enrobé drainant très ouvertes permettront un entretien efficace. - L'enrobé drainant est à proscrire : . dans les virages serrés et giratoires à cause d'efforts de cisaillement trop importants, . pour les voies où il y a de gros apports d'eau en provenance de bassins versants ruraux.
L'ÉVACUATION	• **La perméabilité du sol** : de 10^{-5} à 10^{-3} m/s, elle permet la sortie de l'eau par infiltration dans le sol support. Avec des perméabilités plus faibles, la technique reste intéressante mais il faut y associer une évacuation régulée vers le réseau public ou le réseau hydrographique superficiel afin d'assurer une vidange en 2 jours maximum. • **La sensibilité du sol support à l'eau :** le sol peut perdre ses caractéristiques mécaniques en présence d'eau dans certains cas, le dimensionnement de la structure de la chaussée pourra pallier ce défaut (voir le chapitre « dimensionnement »). • **La profondeur de la nappe :** le sol situé entre le réservoir et la nappe jouant le rôle de filtre, une épaisseur minimale peut être fixée par les services d'hygiène locaux. Une infiltration avec une nappe affleurante nécessite des mesures de protection supplémentaires. • Lorsque le **risque de pollution accidentelle ou diffuse** existe, il faudra prévoir des dispositifs d'épuration en amont de l'infiltration dans le sol. Lorsque le risque de pollution est fort, l'infiltration est à proscrire ; la sous-couche sera protégée par une géomembrane et l'évacuation de l'eau se fera vers un autre exutoire. • **Le règlement qui limite ou interdit l'infiltration :** périmètre de protection des eaux pour baignade ou alimentation en eau potable.

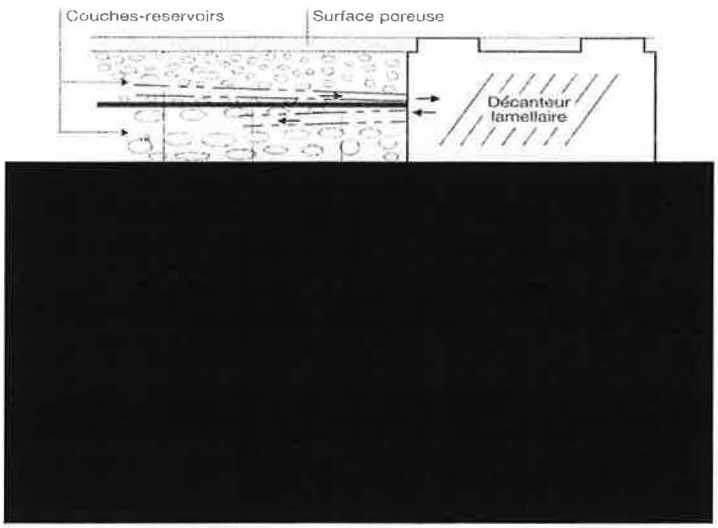
Enfin, pour en assurer la pérennité, il est important d'informer les usagers des principes de fonctionnement de la chaussée à structure réservoir et des règles minimales à respecter , telles que :

- ne pas rejeter d'eaux usées ni polluées dans des avaloirs assurant la diffusion des eaux de pluie dans ces structures,
- ne pas entreposer de terre ou de matériaux pulvérulents sur des revêtements drainants.



Pour augmenter la capacité de stockage dans le matériau poreux, on pourra mettre en œuvre une chaussée à structure réservoir en cascade à l'aide de cloisons et de surépaisseur.

Pour augmenter la capacité de stockage dans le matériau poreux, on pourra mettre en œuvre une chaussée à structure réservoir en cascade à l'aide de cloisons ou de surépaisseur



Face au risque de pollution accidentelle, des dispositifs d'épuration et de prétraitement doivent être installés. Par exemple, une géomembrane permet d'isoler la structure réservoir du sol : une série de drains collecte les eaux en fond de réservoir et les conduit vers des décanteurs, une autre série part de ces décanteurs pour amener l'eau sous la géomembrane, à débit régulé, afin qu'elle s'infiltre dans le sol.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Calcul du volume de rétention nécessaire

Après avoir rassemblé les principaux éléments nécessaires à la conception du projet :
- topographie ,
- délimitation des bassins versants,
- caractéristiques mécaniques et hydrauliques des sols,
- caractéristiques de la nappe ...).

Il faut déterminer le volume de rétention nécessaire.

La structure réservoir de la chaussée se dimensionne selon deux aspects :
- hydraulique et mécanique.

Le dimensionnement mécanique des chaussées à structure réservoir est le même que celui des chaussées classiques. On peut appliquer les règles disponibles dans :
- Chaussées neuves à faible trafic. Manuel de conception (SETRA – LCPC – 1981).
- Catalogue de structures types de chaussées neuves. (SETRA – LCPC – 1988).

et surtout le Guide « Chaussées poreuses urbaines » (CERTU 1999).

L'épaisseur de la chaussée est fonction du trafic, du sol support et des propriétés mécaniques des matériaux utilisés. Le dimensionnement se conduit donc en :
- déterminant la classe de portance du sol : de 0 (sol très déformable) à 4 (sol très peu déformable) ; dans le cas de l'infiltration, il faut déclasser la portance d'un rang si le sol est sensible à l'eau ; lorsque le sol support est protégé de l'eau par une géomembrane ou que sa portance ne dépend pas de sa teneur en eau, les règles sont appliquées sans modification :
- choisissant les matériaux
- estimant l'agressivité du trafic lourd.

Le dimensionnement hydraulique aboutit à une épaisseur de matériau à mettre en place pouvant contenir un certain volume d'eau.

1 - Evaluer le volume d'eau à stocker en appliquant les règles définies dans le fascicule II.

2 - Calculer l'épaisseur de la chaussée à structure réservoir :

Epaisseur de matériau (m) =

$$\frac{\text{Volume d'eau à stocker } (m^3)}{\text{Porosité du matériau} \times \text{surface de stockage } (m^2)}$$

↓ ↓

A l'issue de ces deux dimensionnements, on retient l'épaisseur du matériau la plus importante. C'est en général celle venant du dimensionnement mécanique.

Choix des matériaux de constitution des structures-réservoirs

En couche de surface, les matériaux utilisés peuvent être perméables ou non.

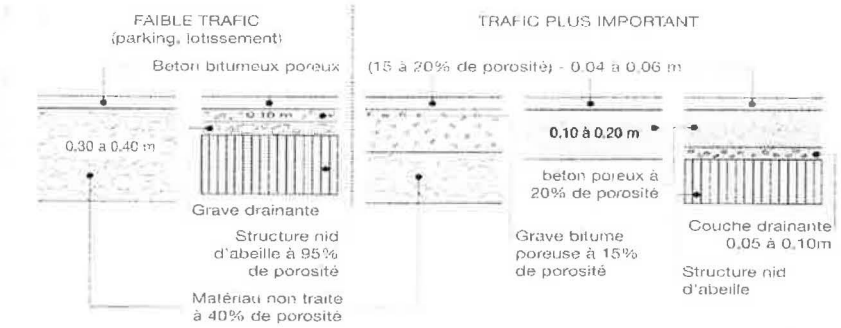
- Dans le premier cas (revêtement drainant), citons parmi les matériaux perméables, les enrobés drainants, les bétons poreux et les pavés poreux. Les enrobés drainants dont on dispose actuellement, ceux de la nouvelle génération, sont plus ouverts que les anciens enrobés, ce qui diminue la vitesse de colmatage ; l'atténuation sonore reste satisfaisante.

  Les pavés poreux sont généralement constitués de béton. Ils sont posés sur une couche de sable grossier pour faciliter leur calage et pour limiter les risques d'infiltration des polluants. Un géotextile doit être placé sous le lit de sable. Leur absorption de surface est de l'ordre de 10^{-3} m/s voire 10^{-2} m/s et leur porosité varie de 20 à 25 %. Leur épaisseur varie de 6 à 12 cm.

- Dans le second cas (revêtement compact), des dispositifs d'injection des eaux dans la structure poreuse sont nécessaires. Le dimensionnement de l'enrobé étanche se fait de façon classique ; pour les drains, on se reportera aux prescriptions des normes ou des indications situées en début de fascicule.

En couche de base, des matériaux perméables ou non peuvent être utilisés. Les matériaux perméables ne sont nécessaires que si la couche de surface est elle-même perméable ; ce sont alors principalement des graves bitumes poreuses, des bétons poreux et des matériaux concassés sans sable.

En couche de fondation et en couche de forme, les matériaux ayant les plus fortes porosités seront utilisés afin d'assurer le stockage temporaire des eaux de pluie. Les principaux matériaux disponibles sont les concassés sans sable et les plastiques alvéolaires.

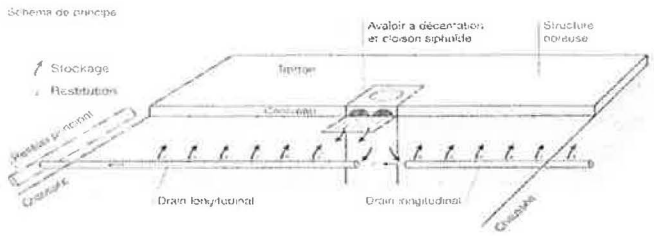




Préparation de la structure-réservoir à St Mathieu de Tréviers (34)
Source DDE 34

Évacuation

Les drains classiques d'évacuation en fond de tranchée doivent fonctionner en charge et en décharge comme indiqué sur le schéma ci-dessous, pour éviter qu'ils ne se colmatent. Il faut réguler et limiter le débit d'évacuation vers le réseau par la capacité des drains, ou, à défaut, avec un système d'ajustage, d'orifice ou de vanne.



Fonctionnement des drains en charge et en décharge.
Source CET



Vue de la structure de St Mathieu de Tréviers (34) avec les drains Ø 300 mm
Source DDE 34

CHRONOLOGIE DE REALISATION

Pour les projets où, pendant la phase travaux, de gros apports de terre peuvent se faire sur les voies, il convient :

- de condamner les avaloirs pendant cette phase et de ne mettre en service la structure-réservoir qu'une fois tous les travaux susceptibles de salir les voies achevés,
- de protéger par une couche provisoire les enrobés poreux, si c'est cette solution qui est retenue pour l'alimentation de la structure réservoir.

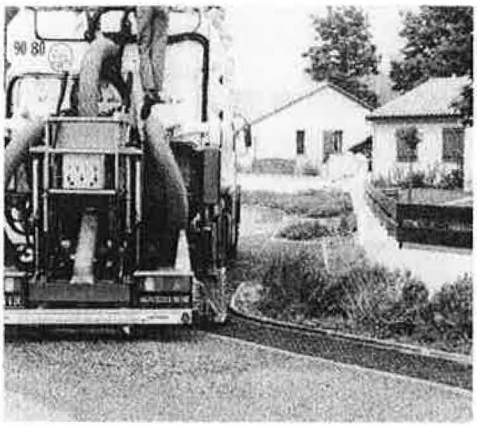
ENTRETIEN

Entretien du revêtement

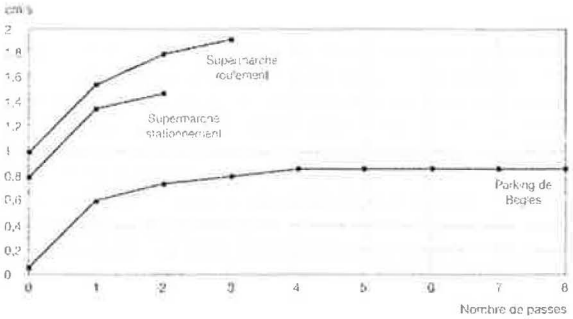
Revêtement perméable

En préventif, on nettoiera la chaussée par une simple aspiration sur toute sa largeur. Ces matériels d'aspiration en grande largeur sont encore peu répandus, mais des adaptations de matériels existants sont possibles. L'usage du balayage est déconseillé, car il entraîne un colmatage plus rapide des vides du matériau.

En curatif, le lavage à l'eau sous haute pression combiné à l'aspiration donne des résultats satisfaisants : l'enrobé retrouve des niveaux d'absorption d'origine, 10^{-2} m/s. L'expérience bordelaise montre que deux passes suffisent et que la très haute pression (P > 400 bars) n'est pas nécessaire. Sur l'agglomération bordelaise, les coûts de cette technique ont été évalués entre 0,6 à 0,75 € /m^2.



Machine de décolmatage.
Source CETE du Sud-Ouest



Evolution de la vitesse d'infiltration en fonction du nombre de passes (haute pression + aspiration
Source CETE du Sud-Ouest

Revêtement imperméable

Les techniques classiques d'entretien de chaussées conviennent : balayage, aspiration. Nettoyer fréquemment la surface réduira les risques de pollution de la couche de stockage en matériaux poreux.

Entretien de la structure réservoir

Compte tenu de la nature des matériaux constituant la structure réservoir - matériaux concassés, quelques précautions doivent être prises en cas de travaux : notamment, les parois latérales des tranchées ne seront pas verticales et lors du remblayage, il faudra reconstituer la structure poreuse à l'identique ou au moins assurer les écoulements à sa base. D'autre part, afin d'éviter la migration d'éléments fins vers les matériaux poreux de la structure réservoir, il faut éviter de mettre celle-ci en contact avec des matériaux constitués de tels éléments ; pour cela, on peut éventuellement protéger les matériaux poreux par un géotextile.

Entretien des ouvrages hydrauliques

On utilisera les matériels classiques employés pour le curage des réseaux d'assainissement : hydrocureuses, aspiratrices.

Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement du Sud-Ouest

LES PUITS

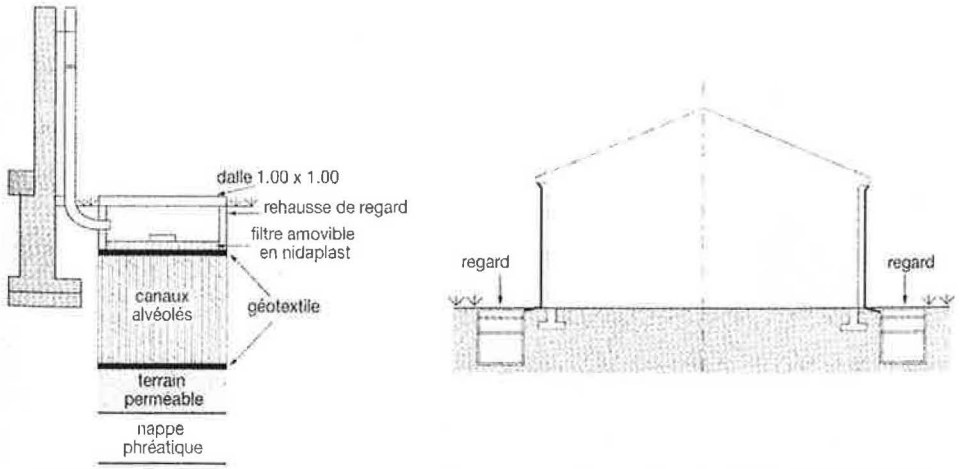
PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES

Les puits sont des dispositifs qui permettent le transit du ruissellement vers un horizon perméable du sol pour assurer un débit de rejet compatible avec les surfaces drainées, après stockage et prétraitement éventuels. Dans la majorité des cas, les puits d'infiltration sont remplis d'un matériau très poreux qui assure la tenue des parois. Ce matériau est entouré d'un géotextile qui évite la migration des éléments les plus fins tant verticalement qu'horizontalement. Les puits sont souvent associés à des techniques de stockage de type chaussée-réservoir, tranchée drainante, fossé ou même bassin de retenue, dont ils assurent alors le débit de fuite.

Les avantages spécifiques à cette technique concernent principalement :

- sa simplicité de conception et son coût peu élevé,
- sa large utilisation, de la simple parcelle aux espaces collectifs,

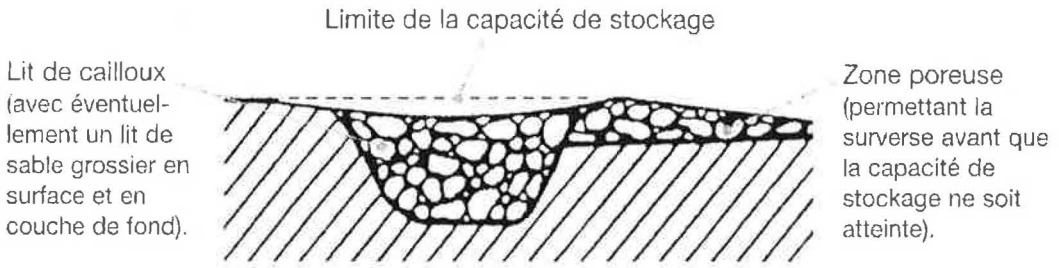
  Exemple : Le stockage est adapté aux réalisations individuelles (hors lotissement) (dans ce cas, les puits sont généralement peu profonds). Ils sont souvent utilisés dans des zones pavillonnaires.



Exemple de puits d'infiltration de la Communauté Urbaine de BORDEAUX (CUB)
Source STU

- son entretien est relativement faible,
- il convient à tous types d'usages, sauf usages industriels ou présence de fines,
- il complète les autres techniques.

Exemple : dans le cas de fossés à ciel ouvert, il est possible d'accroître l'infiltration en jalonnant le parcours du fossé de puits filtrants.



Puits d'infiltration disposé dans le lit d'un fossé.
Source Lyonnaise des Eaux.

Puits d'infiltration disposé dans le lit d'un fossé
Source Lyonnaise des Eaux

- son intégration dans le tissu urbain et la possibilité de réutiliser la surface en parking ou en aire de jeu par exemple

- elle est bien adaptée aux terrains plats où l'assainissement est difficile à mettre en œuvre.

Cette technique comporte 2 inconvénients majeurs :

- le risque de pollution de la nappe

- le colmatage.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

CRITÈRES À VÉRIFIER ils concernent tous l'infiltration	COMMENTAIRES
LA COMPOSITION DES EAUX À INFILTRER, LES USAGES DE SURFACES DRAINÉES, LES USAGES DE LA NAPPE.	Ne pas implanter de puits sur des surfaces très polluées ou pouvant l'être par des pollutions accidentelles (parking poids lourds, station d'essence, certaines zones agricoles, aire de stockage de produits chimiques). Il est conseillé de conserver une épaisseur de 1 m à 1,50 m de matériaux non saturés au-dessus de la nappe. Les matières en suspension peuvent entraîner à long terme le colmatage et imposent alors le nettoyage voire le remplacement du massif poreux de surface. L'emploi d'un géotextile à faible profondeur permet de retenir ces matières. Dans le cas d'un puits comblé, même si le colmatage est plus « réparti », le matériau de remplissage lui-même peut être chargé en fines. Un prétraitement peut être mis en place ; on peut aussi profiter d'une mixité de solutions, chaussée réservoir par exemple, cette dernière jouant alors le rôle de filtre préalable.
LE NIVEAU DE LA NAPPE peut limiter l'utilisation des puits	Plusieurs puits sur un même site peuvent augmenter localement le niveau de la nappe et les transformer en puits d'injection.
LA PERMÉABILITÉ DU SOUS-SOL doit être suffisante (supérieure à 10^{-6} m/s), ou bien celui-ci ne doit pas être imperméable sur une trop grande profondeur, ce qui obligerait à implanter des puits trop profonds. **Il faut disposer d'un HORIZON PERMÉABLE à une profondeur accessible par les engins de chantier.**	En terrain karstique, les puits sont fortement déconseillés, voire dangereux : ils peuvent provoquer des effondrements, des fuites d'eau – donc des transferts de pollution – à travers les diaclases ; un risque de dissolution existe aussi par exemple en terrain gypseux.
Le projet ne doit pas être situé à l'intérieur d'une ZONE À INFILTRATION RÉGLEMENTÉE (périmètre de protection des zones de captage d'eau potable) OU SENSIBLE sur le plan de la qualité et des usages.	L'avis préalable des services d'hygiène (DDASS) ou de la police de l'eau est requis.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Conception

Il ne faut pas s'attacher à donner une forme précise au puits qui peut le plus souvent être assez quelconque ; il vaut mieux être attentif au respect des consignes précitées pour éviter les dysfonctionnements.

L'étude du projet doit analyser la nature et la perméabilité du sol et du sous-sol, le débit de rejet autorisé, les études des pluies de projet, ainsi que la qualité et la nature des matériaux utilisés.

Dimensionnement

Il dépend presque uniquement de la perméabilité du sol et du volume à stocker. L'optimisation sera souvent le résultat d'un stockage préalable avec un débit de fuite limité, on est alors ramené à un calcul classique.

L'étude hydraulique permet de déterminer les caractéristiques principales du puits. Un prédimensionnement permet d'étudier les dimensions acceptables, la capacité d'absorption suffisante et la profondeur. Le dimensionnement définitif déterminera son rayon et les dimensions des zones éventuelles de stockage. La démarche à suivre pour le dimensionnement des puits consiste à :

- déterminer le volume à stocker, en utilisant les prescriptions indiquées dans le fascicule II.
- calculer le volume géométrique en fonction des dimensions du puits (rayon et profondeur) et de la porosité du matériau dans le cas d'un puits comblé.
- comparer ces deux volumes :
  . si le volume nécessaire de stockage est supérieur au volume géométrique, alors il faudra augmenter le rayon ou la profondeur du puits, ou la porosité du matériau, ou le nombre de puits, ou encore créer un stockage supplémentaire ;
  . si le volume nécessaire de stockage est inférieur au volume géométrique, alors on peut diminuer le rayon ou la profondeur du puits, ou la porosité du matériau.

- *Comment augmenter la capacité de stockage des puits ?*

En associant au puits d'autres types de techniques alternatives (bassin de rétention, chaussée à structure réservoir, tranchée, noue ...). Cette association est intéressante dans le cas d'un sol superficiel imperméable au-dessus d'une couche plus profonde perméable.

Centre
d'Etudes Techniques
de l'Equipement
du Sud-Ouest

LES NOUES

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES



Noue le long d'une voirie desservant un habitat aéré
Source CETE du Sud-Ouest

Une noue est un fossé large et peu profond, avec un profil présentant des rives en pente douce. Sa fonction essentielle est de stocker un épisode de pluie (décennal par exemple), mais elle peut servir aussi à écouler un épisode plus rare (centennal par exemple). Le stockage et l'écoulement de l'eau se font à l'air libre, à l'intérieur de la noue. L'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. L'eau est évacuée vers un exutoire - réseau, puits ou bassin de rétention - ou par infiltration dans le sol et évaporation. Ces différents modes d'évacuation se combinent selon leur propre capacité. En général, lorsque le rejet à l'exutoire est limité, l'infiltration est nécessaire, à condition **qu'elle soit possible.**

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

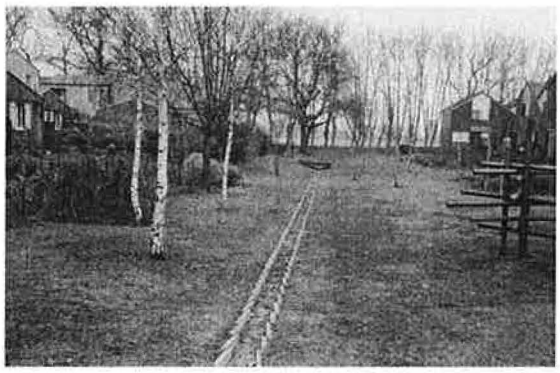
- l'utilisation en un seul système des fonctions de drainage des terrains, de rétention, de régulation, d'écrêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval
- la création d'un paysage végétal et d'espaces verts pour une bonne intégration dans le site
- sa réalisation par phases, selon les besoins de stockage
- son coût peu élevé.

Cette technique comporte deux inconvénients majeurs :

- la nécessité d'entretenir régulièrement les noues
- les nuisances dues à la stagnation éventuelle de l'eau si le débit de fuite est très faible.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

PARTIES ET FONCTIONS DE LA NOUE	CRITÈRES À VÉRIFIER
LA ZONE DE STOCKAGE	• La pente du terrain naturel, qui indique la variation de profondeur du fond de noue par rapport au terrain naturel et le nombre de biefs. A la conception, l'existence d'une pente n'est pas un facteur rédhibitoire. Dans le cas d'une pente forte, des cloisons peuvent être mises en place afin d'augmenter le volume de stockage et réduire les vitesses d'écoulement. Dans le cas d'une pente très faible, inférieure à 2 ou 3‰, une cunette en béton devra être réalisée au fond de la tranchée pour assurer un écoulement minimal. A la réalisation, il faut surveiller que la pente du projet soit correctement exécutée tout au long de la noue pour éviter la stagnation d'eau dans les points bas. Celle-ci, source de mauvaises odeurs et de moustiques, est mal perçue par les habitants et dévalorise ce système d'assainissement. • L'érosion des sols Elle dépend de la nature des sols et de la pente transversale de la noue. La conception et l'entretien peuvent limiter l'érosion afin d'assurer la pérennité de la noue et l'acceptation du système par les habitants.
LA COLLECTE	Il n'y a pas de contrainte particulière à la mise en place d'une canalisation ou au ruissellement. Pour le ruissellement, on devra cependant vérifier que les surfaces de ruissellement sont orientées vers la noue.
L'ÉVACUATION **Solution classique** **Infiltration**	Le critère déterminant pour rejeter dans un exutoire est la capacité de ce dernier. Les critères à vérifier pour l'infiltration sont les mêmes que pour une chaussée à structure réservoir.



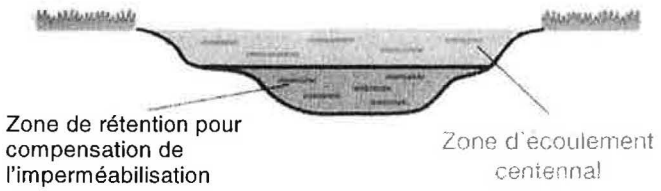
Noue et cunette en béton à Villabois Bruges (33)
Source CETE du Sud-Ouest

DIMENSIONNEMENT ET CONCEPTION

Dimensionnement

La première étape du dimensionnement consiste à découper le projet en sous-bassins versants, c'est-à-dire à diviser la longueur de la noue en biefs. Les biefs sont des tronçons de noue entre deux points singuliers qui peuvent être des accès à la parcelle, des busages, des croisements…
Le dimensionnement des busages (accès à la parcelle…) régulera l'évacuation d'un bief dans un autre.
La méthode qui suit sera appliquée d'abord au bief amont. Celui-ci reprend les eaux de son sous-bassin versant. Il admet un débit de fuite vers le bief à l'aval.
On appliquera ensuite la méthode au bief à l'aval en prenant en compte les eaux de son sous-bassin versant mais aussi le débit de fuite du bief à l'amont. Tous les biefs de la noue sont ainsi dimensionnés les uns après les autres.

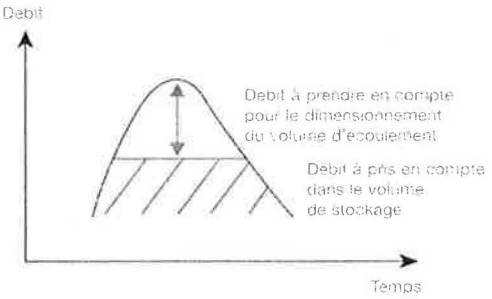
En général, le dimensionnement d'un bief se ramène à la définition de la section (profil en travers) lorsque la longueur est imposée par la taille du projet. Sa cote de fond est souvent imposée par le niveau de drainage des sols que l'on souhaite stocker et écouler.
Ce volume, tout comme le dimensionnement qui suit, se scinde en deux pour répondre à la double fonction hydraulique de la noue de stockage d'un événement pluvial retenu et d'écoulement d'un événement plus rare.



Découpage d'une noue en zone de stockage et d'écoulement

• Dimensionnement d'un volume de stockage
En assimilant le bief à un bassin de retenue.

• Dimensionnement du volume d'écoulement
Il s'agit d'écouler un épisode de pluie plus rare que celui pouvant être stocké dans la noue. Si le stockage est dimensionné pour la compensation de l'imperméabilisation correspondant à une pluie de période de retour décennale à vingtennale et que l'on souhaite pouvoir évacuer par la noue des pluies de période de retour centennale, le débit de pointe à prendre en compte (pour la surface de la « zone d'écoulement centennal », cf. schéma ci-dessus) correspond au débit de pointe centennal auquel on soustrait le débit de la zone de stockage (déjà compté dans la « zone de stockage pour compensation»).
Cela s'explique par le schéma :



Débit à prendre en compte pour dimensionner le volume d'écoulement

Conception

Une fois la noue dimensionnée, il est possible de mettre hors d'eau (pour le risque centennal) des aménagements souhaités en calant leur cote NGF au-dessus de la noue.
La section peut être triangulaire, trapézoïdale. Mais elle peut aussi prendre toute autre forme qui suit les lignes de niveaux, qui s'intègre davantage dans la nature. Sa section n'a pas forcément une forme fixe sur toute la longueur. Elle peut s'évaser par endroits pour inclure un espace vert ou se rétrécir ponctuellement par manque de place.



Noue engazonnée
Opération Belbeuf – 76
Source Foncier Conseil



Noue en construction à Alénya
Lotissement « les Vignes »
Source DDE 66

On peut également faire varier « l'habillage de surface », son environnement, pour créer tantôt un paysage à caractère végétal (pelouses, arbustes et arbres), tantôt à caractère minéral (revêtement de galets).
La forme de la section, les pentes transversales, l'environnement immédiat de la noue peuvent être conçus afin de la rendre accessible aux jeux d'enfants ou à tout autre usage de loisir.
Cette forme évolutive des noues fait qu'elles sont adaptées le long des routes, mais aussi dans un lotissement (exemple de Villabois à Bruges - 33) où leur valeur esthétique est davantage exprimée. Si les accès aux parcelles sont trop distants, il faudra mettre en place d'autres systèmes en travers pour réduire les vitesses d'écoulement.

Interrogations et problèmes survenant à la conception

- *Comment éviter la stagnation de l'eau au fond de la noue ?*

Au niveau de la réalisation, il convient de vérifier que la pente de projet a correctement été mise en œuvre pour éviter les points bas. Aussi, dès la conception, on peut prévoir la réalisation d'une cunette en béton, qui accélérera la fin de la vidange.

- *Comment limiter les risques d'accidents en période de remplissage ?*

Il faut adapter la profondeur de la noue en fonction des usagers de la zone (enfants ...) et peut-être les avertir de la fonction hydraulique du système. Ainsi celui-ci sera mieux compris, ce qui limitera les accidents.

- *Peut-on planter des arbres dans les noues ?*

Oui, pour aménager la noue en espace vert. Les arbres permettront une meilleure infiltration de l'eau grâce à leurs racines qui aèrent la terre ; ils joueront aussi un rôle dans la régulation de l'eau par l'évapotranspiration. Dans le cas où le temps de séjour de l'eau dans la noue est important, il sera préférable de planter des espèces adaptées aux milieux humides.

- *Comment stabiliser les pentes transversales si elles sont trop fortes ?*

On pourra engazonner les berges en ayant pu au préalable disposer un géotextile, ou réaliser localement des enrochements qui contribueront à donner un caractère minéral à la noue, ou encore installer des dalles de béton-gazon.

- *Que faire en cas de risque de pollution ?*

Lorsque le risque de pollution est trop important, comme le long d'une autoroute, l'infiltration est prohibée. La noue ne sera utilisée que pour sa fonction de rétention. A la réalisation, on mettra en place une géomembrane qui isolera le sol et le protégera de toute pollution. Par-dessus, on placera du gazon pour conserver la valeur esthétique de la noue.

- *Une noue peut-elle se colmater ?*

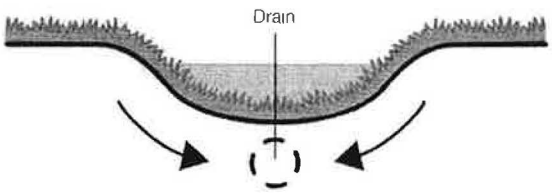
A long terme, la terre végétale constituant la partie superficielle des noues se tasse et diminue ainsi l'infiltration. Mais ce phénomène est très limité et l'infiltration reste toujours possible, comme le rejet dans l'exutoire naturel s'il a été prévu dès le début du projet, ou l'exutoire artificiel s'il a été créé.

QUESTIONS SUR L'ENTRETIEN

- *Comment entretenir une noue ?*

Une noue a besoin d'un entretien préventif régulier pour éviter qu'elle ne se transforme en mare ou en égout à ciel ouvert ; de la fréquence de cet entretien dépend fortement l'image d'environnement de qualité que constitue la noue. Il consiste à tondre la pelouse, assez souvent en été (sauf en zone méditerranéenne), à arroser quand les sols sont secs pour que la végétation ne dépérisse pas, à ramasser les feuilles à l'automne et les détritus d'origine humaine, et à curer les orifices.

Pour pallier le risque de bouchage des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue ; l'eau s'infiltre dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.



Drain placé sous une noue

- *Que faire en cas de pollution accidentelle ?*

En cas d'accident, on limitera la zone polluée en isolant les biefs (fermeture des orifices) et en pompant la pollution déversée.

Centre
d'Etudes Techniques
de l'Equipement
du Sud-Ouest

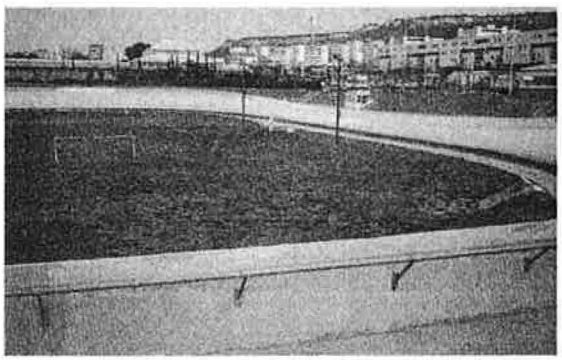
LES BASSINS SECS ET EN EAU

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES

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).
Parmi les bassins de retenue, on distingue les bassins en eau, qui conservent une lame d'eau en permanence, et les bassins secs qui sont vides la majeure partie du temps et dont la durée d'utilisation est très courte, de l'ordre de quelques heures seulement.
Les bassins 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.



Bassin en eau du parc technologique de Saint-Priest Porte des Alpes Source CERTU



Bassin sec de Vitrolles en vélodrome Source CERTU

cette technique, on peut citer :

ri-urbain

- une bonne intégration dans le site : les bassins en eau sont des lieux de promenades et d'activités aquatiques ; les bassins secs peuvent être paysagés, aménagés en espaces verts inondables
- une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Les principaux inconvénients sont :
- le risque lié à la sécurité des riverains pour les bassins en eau
- les éventuelles nuisances dues à la stagnation de l'eau
- la consommation d'espace
- la pollution de la nappe pour les bassins d'infiltration.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

PARTIES ET FONCTIONS DU BASSIN	CRITÈRES À VÉRIFIER
BASSIN EN EAU	• Pour satisfaire à l'usage secondaire lié à l'eau (activités aquatiques, promenade), celle-ci doit être d'assez bonne qualité, sans flottants notamment, ni irisation par des produits pétroliers ou huileux ; un réseau séparatif est recommandé. • L'alimentation en eau du bassin doit être prévue pendant les périodes de sécheresse. • Ils sont sensibles aux déversements de pollution par les eaux pluviales (envasement, apport de métaux lourds et de matière organique) et usées (rejets, arrivées diffuses provenant des industriels ou de mauvais branchements de particuliers).
BASSIN SEC	• Leur fréquence d'utilisation doit être assez faible et les durées de submersion pas trop longues. • Les hauteurs d'eau atteintes doivent être faibles. • Pour maintenir le bassin à sec, un drainage général est souvent nécessaire ; il permet d'évacuer les eaux de la nappe, de conserver toute la capacité de l'ouvrage et d'assurer une portance minimale du fond du bassin.
TOUS TYPES DE BASSINS	• Il faut éviter tout rejet provenant de zones de proximité telles que zones d'activités commerciales ou industrielles générant des pollutions ; un compartimentage du bassin ou des protections spécifiques peuvent s'imposer. • La conception doit être soignée. • La gestion doit être rigoureuse pour la sécurité et le confort des riverains. • **Le bassin doit avoir un usage secondaire pour que son entretien soit rendu obligatoire et donc que sa pérennité soit assurée, et pour rentabiliser le coût des acquisitions foncières.** • Les bassins doivent être réservés aux cas où l'on peut respecter les conditions citées ci-dessus, notamment aux cas où l'on a obligatoirement les moyens et la structure pour une gestion efficace.
LA COLLECTE	Elle ne présente pas de contrainte particulière.
L'ÉVACUATION **Bassins de retenue avec ouvrage d'évacuation**	Le critère déterminant pour rejeter dans un exutoire est la capacité de ce dernier.
Bassin d'infiltration	• Le sol doit être suffisamment perméable. • Pour limiter les risques de pollution de la nappe par infiltration, on pourra disposer des systèmes de prétraitement à l'amont du bassin.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Conception

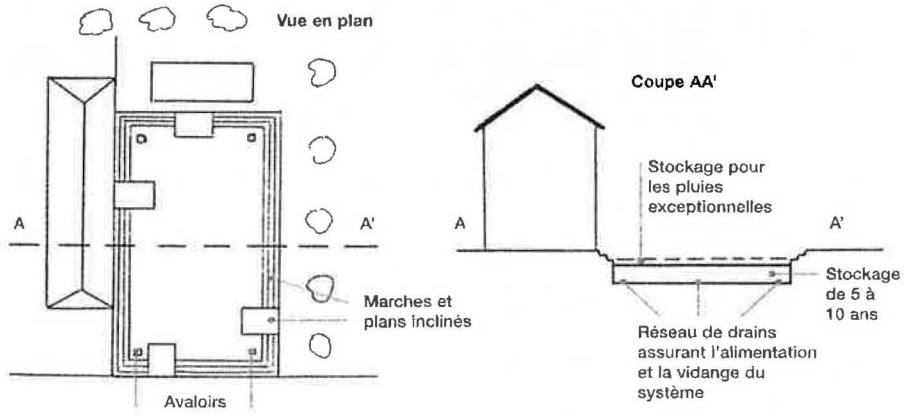
Hormis le particulier, qui peut avoir ses propres exigences en sus de celles de débit et de stockage imposées au moment du permis de construire, le concepteur du bassin est amené à des compromis dans le choix du volume de stockage, de la morphologie, d'éventuels équipements de surface et de la localisation.
Ces choix se font en fonction des contraintes physiques (topographie, hydrogéologie, occupation du sol), économiques (foncier, gestion, maintenance), techniques (niveaux de protection retenus, entretien) et environnementales (impacts sur le milieu récepteur, paysage et qualité de vie).
L'usage de surface dépend essentiellement du type d'effluent et de la fréquence d'utilisation.

En fonction de ces multiples critères, on choisira entre un bassin en eau ou un bassin sec, un bassin de retenue ou d'infiltration, un bassin accompagné d'un ouvrage de prétraitement ou non, un seul bassin ou plusieurs bassins en parallèle ou en série. On choisira par exemple :

- un bassin en eau si le sol est imperméable, la nappe pas vulnérable et l'évaporation peu importante
- un bassin revêtu si les eaux de ruissellement sont fortement polluées, à proximité d'une autoroute par exemple
- un bassin en eau si l'on souhaite agrémenter une zone urbanisée avec un plan d'eau
- un bassin sec avec installation de traitement des eaux à l'amont si ces eaux ont ruisselé sur des surfaces industrielles, commerciales ou de parkings
- un bassin sec aménagé en zone de loisirs pour enfants, si le bassin n'est pas sollicité trop souvent (pour des raisons d'hygiène).

- *Ces techniques sont-elles adaptées à un usage contraignant en surface en tissu urbain dense ?*

Au centre ville, la fréquentation et l'occupation du sol sont des contraintes fortes. Certains aménagements sont possibles avec des bassins secs, couplés à des structures-réservoirs. La place ci-dessous est pourvue d'un stockage enterré avec une faible hauteur d'eau pour les événements courants et n'est inondée que lors des pluies exceptionnelles.



Stockage enterré sous bassin. Source CETE du Sud-Ouest

Dimensionnement

Une connaissance approfondie du site est nécessaire : bassin versant, sous-sol, événements pluvieux historiques, environnement.

Le principe du dimensionnement est le même pour un bassin sec ou en eau ; dans le premier cas, le volume disponible pour assurer la rétention souhaitée (compensation à l'imperméabilisation, stockage de crues) est égal à la capacité totale du bassin, alors que dans le second cas, le volume disponible dépend du marnage acceptable.

Pour le dimensionnement hydraulique, on se reportera à la règle indiquée dans le fascicule II.

Infiltration

Le tableau ci-dessous donne une idée des pertes par infiltration et des durées de vidange d'un plan d'eau en fonction de la perméabilité du sol.

NATURE DES TERRAINS	PERMÉABILITÉ VERTICALE m/s	DÉBIT DE FUITE D'INFILTRATION m^3/jour/ha	DURÉE DE VIDANGE TOTALE D'UNE LAME D'EAU DE 1,50 m
Argiles	10^{-9}	0,86	> 45 ans
Marnes	10^{-8} 10^{-7}	8,64 86,40	> 45 mois < 6 mois
Limons	10^{-6}	864	> 20 jours
Sables fins	10^{-5}	8640	> 2 jours
Sables grossiers	10^{-4}	86400	> 4 heures
Roches fissurées	10^{-3}	864000	< 20 minutes

QUESTIONS SUR L'ENTRETIEN

- *Un bassin temporaire a-t-il besoin d'un entretien régulier ?*

Un bassin sec peut très vite devenir inesthétique dans le paysage urbain, dès lors qu'il est laissé à l'abandon. La végétation de ses abords ou de ses parois en est souvent la cause. Une tonte régulière ainsi qu'un fauchage sont à prévoir pour le bassin enherbé ; un nettoyage type balayage pour racler la surface du bassin revêtu est recommandé.
L'entretien n'est donc pas quotidien mais en rapport direct avec la période de retour pour laquelle le bassin est sollicité, avec l'utilisation de sa surface, et enfin, avec l'efficacité des ouvrages de protection entrée/sortie. Dès lors que le bassin n'a d'autre utilité que de stocker l'eau, il se dégrade visuellement très vite. D'où l'**importance d'un usage secondaire**, en veillant toutefois à ce que celui-ci ne soit pas au détriment de l'usage premier de régulation des eaux pluviales. **Cet aspect doit faire l'objet d'une attention particulière des collectivités locales lors de l'instruction des permis de lotir ou de construire**.



Bassin sec à Ille sur Tet (66)
Source DDE 66



Bassin sec à Pollestres (66)
Source DDE 66

- *Comment entretenir un bassin en eau ?*

- En ramassant régulièrement les flottants et en entretenant les berges.

- En contrôlant la végétation :
. en favorisant l'ombrage,
. en limitant les arrivées de fertilisants dans le bassin,
. en réalisant chaque année un faucardage avec enlèvement des végétaux,
. en vidant périodiquement le bassin (tous les dix ans environ) pour entretenir les ouvrages habituellement noyés, pour éventuellement curer le bassin et pour le renouvellement de la masse d'eau.

- *Que faire des dépôts résiduels ?*

Une vérification de l'épaisseur des boues accumulées peut se faire après quelques années de mise en service, puis tous les cinq ans.
L'extraction des décantats est réalisée par voie hydraulique ou à sec. Leur évacuation peut se faire vers un dispositif de traitement pour une filière de valorisation ou, suivant leur composition, vers un dépôt définitif. Une analyse de la qualité des boues permettra de préciser la filière de valorisation.

Centre
d'Etudes Techniques
de l'Equipement
du Sud-Ouest

LES TRANCHEES D'INFILTRATION

PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT ET AVANTAGES SPÉCIFIQUES



La tranchée est une excavation de profondeur et de largeur faibles, servant à retenir les eaux. Elle peut revêtir en surface divers matériaux tels qu'un enrobé drainant, une dalle de béton, des galets ou de la pelouse, selon son usage superficiel : parkings de centres commerciaux, trottoirs le long de la voirie, pistes cyclables ou jardins.

ar un système classique d'avaloirs et de drains qui la tranchée, soit par infiltration répartie à travers un robé drainant, pavé poreux, galets ou par des orifices s d'injection, après ruissellement sur les surfaces

L'évacuation se fait de façon classique vers un exutoire prédéfini : un réseau d'assainissement pluvial en général ou par infiltration dans le sol support.



Selon leur capacité, ces deux modes d'évacuation peuvent se combiner.

Parmi les principaux avantages liés à l'utilisation de cette technique, on peut citer :

- l'insertion facile en milieu urbain avec faible consommation de l'espace
- une bonne intégration au paysage, grâce aux diverses formes et revêtements de surface
- une mise en œuvre facile et bien maîtrisée.

Tranchée sous terre végétale
Source CETE du Sud-Ouest

tement, comme pour toutes les techniques d'infiltration, au risque de pollution de la nappe suite à une pollution accidentelle.

POUR UNE BONNE RÉALISATION

Les principaux critères à vérifier concernent :

- la pente du terrain naturel pour bien positionner soit le cloisonnage, soit l'interception du ruissellement
- les réseaux des différents concessionnaires
- la capacité de l'exutoire
- les critères liés à l'infiltration (perméabilité, profondeur de la nappe, qualité des eaux à infiltrer, usages de la ressource).

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

Les trois principaux types de tranchées



Les tranchées le long des voies circulées peuvent être placées sous le trottoir ou en limite de parking. Dans ce cas, même si l'infiltration dans le sol est possible, il faudra se donner la possibilité de rejeter l'eau retenue vers un exutoire, naturel ou artificiel, au moyen d'un drain.
En effet, l'expérience a prouvé que l'infiltration en fond de tranchée diminue à cause du phénomène de colmatage.
Pour éviter que le drain mis en place ne s'obstrue également, il fonctionnera successivement en charge et en décharge.

A 3



Tranchée drainante sous voirie à Argelès-sur-mer Source DDE 66



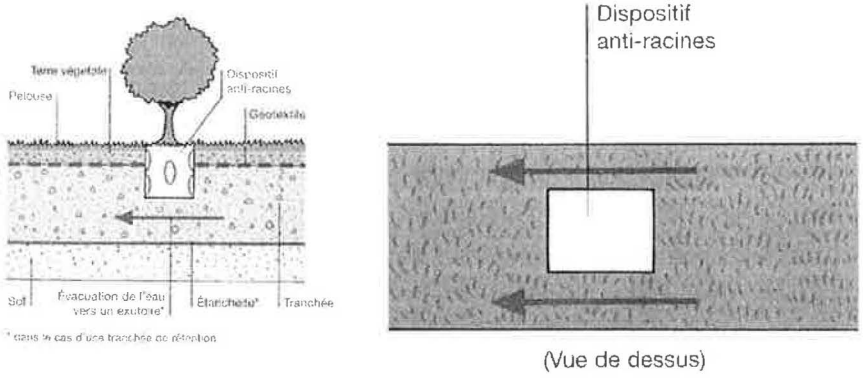
- **Les tranchées autour des bâtiments** : aucun colmatage n'est constaté sur les tranchées suivies par le CETE du Sud-Ouest ; il ne semble pas nécessaire de concevoir le rejet vers un exutoire, l'infiltration suffit.

- **Les tranchées permettant de réinfiltrer les eaux, de toitures** par exemple : la mise en place d'un drain permettra de répartir les eaux dans toute la tranchée et d'utiliser ainsi toute sa capacité de rétention et d'infiltration dans le sol ; ce drain est non débouchant.

CONCEPTION

• Matériau de surface

Les matériaux peuvent être variés selon l'usage destiné en surface, ce qui facilite l'intégration de la tranchée au site : elle peut être invisible sous un parking ou un trottoir en revêtement étanche ou drainant qui sert à la circulation des voitures ou des piétons. Recouverte de galets, elle délimite deux lignes de parkings, mais n'est pas circulée. Une ambiance plus végétale peut être créée avec un tapis de gazon sur un géotextile qui empêche la migration de la terre végétale dans la structure, avec des arbres insérés dans des dispositifs anti-racines.



Réalisation d'une tranchée avec arbre et dispositif anti-racines
Source CETE du Sud-Ouest

• Matériau de remplissage

Il est choisi en fonction du rôle mécanique et hydraulique qu'on souhaite lui faire jouer.

- Le rôle mécanique dépend des charges en surface et de leur transmission à travers le matériau de surface. Dans le cas d'un parking avec une tranchée sous la dalle de béton, celle-ci répartissant les efforts, le matériau de remplissage ne requiert pas de qualités mécaniques particulières.

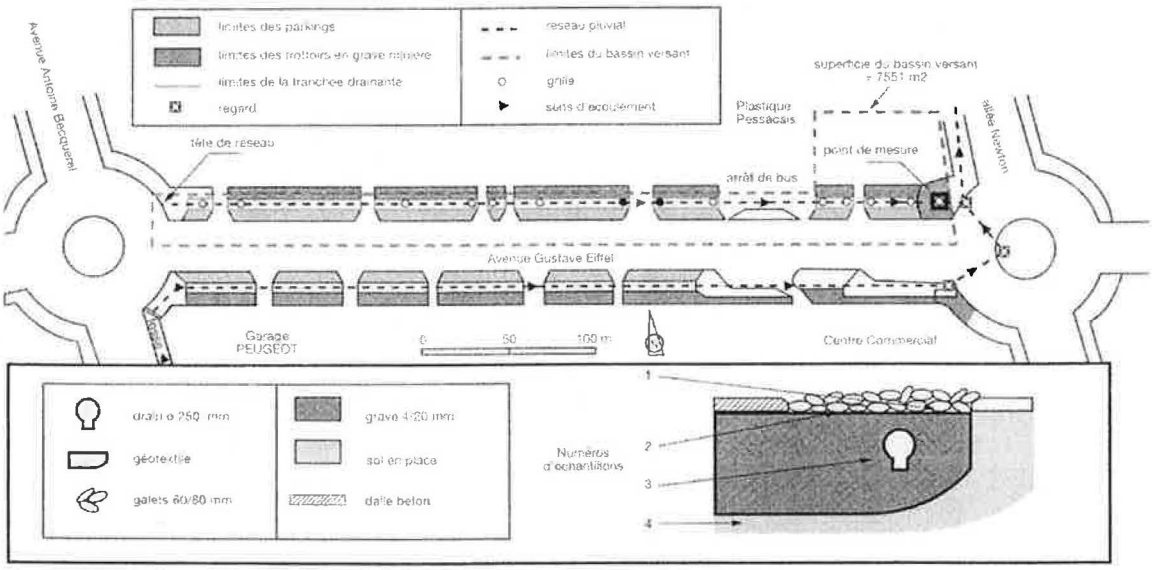
- Le rôle hydraulique a pour but de retenir l'eau dans les vides du matériau. En fonction du volume d'eau à stocker, on pourra choisir un matériau de type grave à 30 % de porosité ou un matériau alvéolaire en plastique à plus de 90 % de porosité.
  Si ce matériau est inutile pour supporter le matériau de surface remplacé par exemple par des grilles, l'intérieur de la tranchée pourra rester vide. Dans certains cas, le matériau de surface et le matériau de remplissage pourront être les mêmes.

Dimensionnement

La longueur de la tranchée est souvent imposée par le type de projet (tranchée autour d'un ensemble de bâtiments par exemple).

Le volume pourra être déterminé à partir des règles indiquées dans le fascicule II. La section sera définie à partir de ce volume, du matériau de remplissage et des contraintes d'espace. Si les contraintes d'espace sont prépondérantes et fixent les dimensions de la tranchée, le choix du matériau de remplissage permettra d'assurer le stockage du volume d'eau calculé.

Sur le site d'expérimentation Eiffel (Projet de Recherche de la Communauté Urbaine de BORDEAUX et du CETE du Sud-Ouest, Avenue EIFFEL à PESSAC – 33) a été réalisée la tranchée constituée comme suit :



Tranchée drainante.
Source CETE du Sud-Ouest.

- *Quelles pollutions, en quantité et en qualité, retient cette tranchée ?*

Les résultats des analyses chimiques réalisées sur le site Eiffel sont réunis dans le tableau ci-dessous.

Au regard de la norme NFU 44-041 qui indique la teneur maximale en polluants dans le sol après épandage de boues issues de station d'épuration, on constate que :

- les échantillons les plus pollués, notamment par le plomb, et dans une moindre mesure, par le cuivre, le zinc, les hydrocarbures totaux, sont ceux prélevés sous les galets, au-dessus de la première nappe de géotextile
- le matériau de remplissage est faiblement contaminé en métaux lourds
- le sol support sous la seconde nappe de géotextile ne présente pas de pollution notable.

Le rôle de filtre du géotextile est confirmé ainsi que l'absorption sur le matériau de remplissage.

Numéro d'échantillon	M.V. en %	Pb	Cu	Cd	Cr	Ni	Zn	Fe	Al	Mn	Hc
1	8.7	459	76	1.28	39	16	298	14.2	23	189	-
2	5	420	63	0.78	37	17	232	12.2	17.5	178	284
3	2.6	80.4	20	0.34	36	23	93	15.7	46.8	220	-
4	2.6	34.8	5	0.03	26	9.2	18	4.5	46.7	21	< 0.7
Norme NFU44-041(2)	-	100	100	2	150	50	300	-	-	-	-

Valeurs données en mg/kg de matières sèches, sauf les matières volatiles en % et l'aluminium en g/kg.

L'arrêté du 29 août 1988, qui portait application obligatoire d'une partie de la norme NFU 44-041 sur les boues d'épuration considérées comme matières fertilisantes, a été abrogé par l'arrêté du 2 février 1998, suite à la parution de l'arrêté du 8 janvier 1998 qui fixe des valeurs limites deux fois plus sévères que la norme U 44-041 pour les éléments-traces dans les boues.
Les valeurs limites en éléments-traces dans les sols restent inchangées.

QUESTION SUR L'ENTRETIEN

- *Une tranchée nécessite-t-elle un entretien ?*

Oui, pour préserver son bon fonctionnement. Le travail d'entretien consiste à ramasser régulièrement les déchets d'origine humaine ou les végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordures ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface. Le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.

Pour les questions concernant le nettoyage des avaloirs, des drains et des revêtements drainants, l'action du gel sur la zone de stockage et le revêtement drainant, on se reportera au modèle de la chaussée à structure-réservoir.