



---

DEPARTEMENT DE LA LOIRE-ATLANTIQUE  
**GRAND PORT MARITIME DE NANTES  
SAINT-NAZAIRE**



# **Aménagement du site du Carnet**

## **ETUDE D'IMPACT**

**CHAPITRE 3 : CHOIX ET JUSTIFICATION DU PROJET - SOLUTIONS DE SUBSTITUTION EXAMINEES**

**VILLE & TRANSPORT**  
**DIRECTION REGIONALE OUEST**  
Espace bureaux Sillon de Bretagne  
8 avenue des Thébaudières  
CS 20232  
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tel. : 02 28 09 18 00  
Fax : 02 40 94 80 99

---

**DATE : FEVRIER 2016**

**REF : 4-53-1549**



Ville & Transport  
Direction Régionale Ouest  
Espace bureaux Sillon de Bretagne  
8 avenue des Thébaudières – CS 20232  
44815 SAINT HERBLAIN CEDEX

Tél. : 02 28 09 18 00  
Fax : 02 40 94 80 99

ARTELIA Ville & Transport Direction Régionale Ouest Espace bureaux Sillon de Bretagne 8 avenue des Thébaudières – CS 20232 44815 SAINT HERBLAIN CEDEX Tél. : 02 28 09 18 00 Fax : 02 40 94 80 99	N° Affaire	4-53-1549	Etabli et vérifié par				
	Date	FEVRIER 2016			J. JUDIC		
	Indice	A	B	C	D	E	

## SOMMAIRE

<b>1.</b>	<b>RAPPEL DU CONTEXTE, JUSTIFICATION DU PROJET ET CONCEPT DE PARC ECO-TECHNOLOGIQUE EMR</b>	<b>1</b>
1.1.	UNE AMBITION EUROPEENNE ET NATIONALE, LEVIER POUR LA REGION PAYS DE LA LOIRE	1
1.2.	UN PROJET D'INTERET PUBLIC MAJEUR	5
1.2.1.	UN PROJET D'INTERET DE SERVICE PUBLIC	5
1.2.2.	UN PROJET INTEGRE A UNE POLITIQUE DE NIVEAU EUROPEEN	5
1.2.3.	UN PROJET INTEGRE A UNE POLITIQUE DE NIVEAU NATIONAL	5
1.2.4.	UN PROJET VECTEUR D'EMPLOI SUR LE LONG TERME	6
1.2.5.	UN PROJET VECTEUR D'UN BENEFICE GLOBAL POUR LA SOCIETE SUR LE LONG TERME	7
1.3.	LE CONCEPT DE PARC ECO-TECHNOLOGIQUE	8
1.3.1.	TROIS SITES POUR UNE OFFRE PORTUAIRE GLOBALE	8
1.3.2.	DEFINITION DES BESOINS FONCTIONNELS	11
1.3.3.	EXEMPLES DE TECHNOLOGIES EMR	11
1.3.4.	SURFACE NECESSAIRE AUX BESOINS FONCTIONNELS	15
1.3.5.	EXEMPLE DE PARC EXISTANT : LE PORT DE CUXHAVEN (ALLEMAGNE)	16
<b>2.</b>	<b>ALTERNATIVES ETUDIEES : ETUDE DES SITES POTENTIELS POUR L'IMPLANTATION DU PARC DES ECOTECHNOLOGIES</b>	<b>17</b>
2.1.	IDENTIFICATION ET ANALYSES DES SITES POTENTIELS A L'ECHELLE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE ET DU LITTORAL PROCHE	18
2.2.	ETUDE COMPARATIVE DES SITES POTENTIELS	20
2.2.1.	METHODOLOGIE	20
2.2.2.	ETUDE COMPARATIVE DES 12 SITES	20
2.2.3.	SITES RETENUS POUR UNE ANALYSE DETAILLEE	28
2.3.	ANALYSE DETAILLEE DES TROIS SITES RETENUS	28
2.3.1.	METHODOLOGIE ET ANALYSE	28
2.3.2.	SYNTHESE ET CHOIX DU SITE	38
<b>3.</b>	<b>HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS ET ACTIVITES ACTUELLES SUR LE SITE DU CARNET</b>	<b>41</b>
3.1.	HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS	41
3.2.	INSTALLATIONS EXISTANTES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE DU CARNET	43
3.2.1.	SOREDIA	43
3.2.2.	ARETZIA	43
3.2.3.	PARC D'ACTIVITE ESTUAIRE SUD	43
3.3.	INSTALLATIONS EXISTANTES SUR LE SITE DU CARNET	44
3.3.1.	L'APPONTEMENT OCTEL ET LA ZONE VIABILISEE ATTENANTE	44
3.3.2.	LE PORT A SEC « LES PORTES DE L'ATLANTIQUE »	45
3.3.3.	LE PROTOTYPE D'ÉOLIENNE OFFSHORE - ALSTOM « HALIADE 150 »	47
<b>4.</b>	<b>JUSTIFICATION ET PARTI D'AMENAGEMENT RETENU SUR LE SITE DU CARNET</b>	<b>52</b>
4.1.	L'INSCRIPTION DES ACTIVITES PORTUAIRES DANS UNE VISION GLOBALE DE L'ESTUAIRE	52

4.2.	UN ENJEU DE TERRITOIRE POUR LE SUD LOIRE	53
4.3.	LA PRISE EN COMPTE DES BESOINS FONCIERS	54
4.4.	EVOLUTIONS DU PARTI D'AMENAGEMENT ET PARTI RETENU SUR LE SITE DU CARNET	55
<b>5.</b>	<b>DESCRIPTION DU PROJET RETENU</b>	<b>58</b>
5.1.	UN PROJET INTEGRE	58
5.2.	INTENTIONS DU PRINCIPE D'AMENAGEMENT : VERS LA CREATION D'UN PARC ECOTECHNOLOGIQUE « INSULARISE »	59
5.2.1.	ATTEINDRE L'OBJECTIF DE LA CREATION D'UNE ILE « RETROUVEE »	60
5.2.2.	DES PRINCIPES D'AMENAGEMENT OPTIMISANT LE TERRITOIRE ACTIF	61
5.2.3.	LE PRINCIPE D'AMENAGEMENT	61
5.3.	AMENAGEMENTS TERRESTRES	64
5.3.1.	CONCEPTION ET MESURES D'EVITEMENT	64
5.3.2.	REMBLAIS POUR MISE HORS D'EAU	64
5.3.3.	PRINCIPES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES	65
5.3.4.	PRINCIPES DE GESTION DES EAUX USEES	73
5.4.	AMENAGEMENTS EN BORDS DE LOIRE	89
5.4.1.	INFRASTRUCTURES NECESSAIRES	89
5.4.2.	DONNEES A PRENDRE EN COMPTE	89
5.4.3.	DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES OUVRAGES	98

## TABLEAUX

Tabl. 1 -	Sites potentiels identifiés pour l'aménagement d'un parc des écotecnologies sur l'estuaire de la Loire et du littoral proche	18
Tabl. 2 -	Etude comparative des sites n°1 à 7 – partie amont de l'estuaire de la Loire	21
Tabl. 3 -	Etude comparative des sites n°8 à 12 – parties médiane et aval de l'estuaire de la Loire – Littoral proche	25
Tabl. 4 -	Hypothèses de charges futures à traiter	75
Tabl. 5 -	Masses d'eau de transition (titre 2 de l'annexe 6) – Ecorégion Manche-Atlantique	81
Tabl. 6 -	Comparatif technico-économique de différentes solutions d'assainissement possibles	83

## FIGURES

Fig. 1.	Localisation des sites éoliens offshore en Manche et Atlantique [MEDDE, 2014]	2
Fig. 2.	Vue du chantier des usines Alstom de Saint-Nazaire – juillet 2014 [crédit photo Alstom - A.Bocquel]	3
Fig. 3.	Des atouts importants : savoir-faire, tissu industriel local, infrastructures... [GPMNSN, 2013]	4
Fig. 4.	Schéma spatial des projets d'aménagements sur l'estuaire aval [GPMNSN, 2015]	8
Fig. 5.	Sites de Saint-Nazaire et de Montoir-de-Bretagne	9
Fig. 6.	Représentation de la démarche mise en œuvre dans le cadre du projet du Carnet	10
Fig. 7.	Principales thématiques examinées lors la conception du projet	10
Fig. 8.	Illustrations des besoins fonctionnels pour l'éolien offshore posé	11
Fig. 9.	Illustrations des besoins fonctionnels pour l'éolien offshore flottant	12
Fig. 10.	Turbine à axe horizontal	13
Fig. 11.	Turbine à axe vertical	13
Fig. 12.	Hydroptère oscillatoire	13
Fig. 13.	Turbine à effet venturi	13

Fig. 14.	Kite-de-marée	13
Fig. 15.	Vis d'Archimède	13
Fig. 16.	Hydroliennes OpenHydro © EDF / TOMA	13
Fig. 17.	Schéma des différents concepts houlomoteurs : atténuateurs (1), absorbeurs de houle (2), convertisseurs du mouvement oscillatoire des vagues (3), dispositifs de rotation (4), dispositifs basés sur les pressions différentielles (5), dispositifs basés sur l'ondulation (6), colonnes d'eau oscillante (7), dispositifs de débordement (8). [www.aquaret.com]	14
Fig. 18.	Port de Cuxhaven [Source : <a href="http://www.unserebroshuere.de">http://www.unserebroshuere.de</a> ]	16
Fig. 19.	Déroulement de l'étude comparative des sites potentiels pour l'implantation d'un parc des écotechnologies	17
Fig. 20.	Z.I.P. de Cheviré	20
Fig. 21.	SOFERTI	22
Fig. 22.	Indret	22
Fig. 23.	ZAC de Port Launay	23
Fig. 24.	Ilot Sardine	23
Fig. 25.	Centrale de Cordemais	23
Fig. 26.	Le Carnet	24
Fig. 27.	Donges-Est	24
Fig. 28.	Donges-Ouest	26
Fig. 29.	Méan	26
Fig. 30.	Port-aval	27
Fig. 31.	La Turballe	27
Fig. 32.	Synthèse de l'analyse multicritère des trois sites retenus	40
Fig. 33.	Extrait du relevé de décisions du comité interministériel Plan Loire du 4 janvier 1994	41
Fig. 34.	Entreprise SOREDI	43
Fig. 35.	Entrée de l'entreprise ARTEZIA	43
Fig. 36.	Parc d'activités Estuaire Sud	43
Fig. 37.	Localisation du Parc d'activités Estuaire Sud [CCSE]	44
Fig. 38.	Appontement Octel et zone viabilisée attenante	45
Fig. 39.	Port à sec « Les Portes de l'Atlantique » [ <a href="http://www.placedeport.fr">http://www.placedeport.fr</a> ]	46
Fig. 40.	Roselière de bord de Loire et équipements de mise à l'eau du Port à sec [ARTELIA, 2014]	47
Fig. 41.	Présentation de l'éolienne type ECO 1XXM (Puissance 6MW) implantée sur le Carnet (comparaison avec un poteau de ligne à haute tension de 42 mètres et avec des arbres de 20 mètres) [ALSTOM, 2011]	48
Fig. 42.	Eolienne depuis la partie Est du site [ARTELIA, 2014]	48
Fig. 43.	Estacade et aire de maintenance [GPMNSN, 2013]	48
Fig. 44.	Plan de l'estacade [EMCC, 2011]	49
Fig. 45.	Le prototype éolienne ALSTOM sur le site du Carnet et la centrale de Cordemais en arrière-plan [PHYTOLAB]	50
Fig. 46.	Schéma spatial des sites portuaire aval [GPMNSN, 2013]	52
Fig. 47.	Des solutions industrielles, logistiques et foncières pour une offre portuaire globale [GPMNSN, 2013]	53
Fig. 48.	La constitution d'une offre portuaire globale	54
Fig. 49.	Evolutions du parti d'aménagement sur le site du Carnet entre 1976 et 2012	56
Fig. 50.	Ajustements du périmètre retenu entre 2012 et 2015	57
Fig. 51.	Manutention d'éléments de l'éolienne ALSTOM à destination du Carnet - Exemple de plateforme bord à quai aménagée	59
Fig. 52.	Ile du Carnet 1971	59
Fig. 53.	SDAGE LOIRE-BRETAGNE 2010-2015 Foire aux questions	66
Fig. 54.	Principes d'assainissement des eaux pluviales principes d'assainissement des eaux pluviales [GPMNSN, 2015]	71
Fig. 55.	Actualisation du schéma de zonage eaux usées [PLU Frossay, IRH, 2013]	74
Fig. 56.	Exemple d'emplacement des unités de traitement autonome	85
Fig. 57.	Emplacement proposé pour la localisation de la future STEP et du point de rejet en Loire	87
Fig. 58.	Roselière présente en bord de Loire et localisation du chenal de navigation	89
Fig. 59.	Côté ouest - Enrochements au pied de la roselière	91
Fig. 60.	Côté est - Berge totalement artificialisée par des enrochements	91
Fig. 61.	Vue en plan du quai, du ponton roulier (Ro-Ro) et d'un appontement / Dimensions principales [GPMNSN, 2015]	93
Fig. 62.	Coupe de principe du quai [GPMNSN, 2015]	94
Fig. 63.	Une implantation possible des ouvrages [GPMNSN, 2015]	95
Fig. 64.	Coupes transversales de principe du poste roulier (Ro-Ro) [GPMNSN, 2015]	96

# 1. RAPPEL DU CONTEXTE, JUSTIFICATION DU PROJET ET CONCEPT DE PARC ECO-TECHNOLOGIQUE EMR

## 1.1. UNE AMBITION EUROPEENNE ET NATIONALE, LEVIER POUR LA REGION PAYS DE LA LOIRE

La politique européenne de l'énergie vise à promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie ainsi que le développement des énergies nouvelles et renouvelables.

L'Union européenne s'est fixé, avec le paquet énergie-climat de 2014, quatre objectifs chiffrés pour 2030 dont l'atteinte d'une part d'au moins 27 % d'énergies renouvelables dans l'énergie consommée. Dans ce cadre, chaque État membre s'est vu assigner des objectifs individuels contraignants. L'objectif de 27% est pour l'ensemble de l'UE et non pour chaque État.

La France a pour ambition de devenir le chef de file en Europe dans le domaine des énergies marines renouvelables.

La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement ou loi « Grenelle II » complète, applique et territorialise une loi votée l'année précédente, dite « Loi Grenelle I » (précédemment adoptée en octobre 2008 et validée le 11 février 2009).

Cette loi plaçait la lutte contre le changement climatique « au premier rang des priorités ». Un chapitre de la loi met cet objectif en œuvre selon trois axes :

- réduction de la consommation d'énergie ;
- prévention des émissions de gaz à effet de serre ;
- promotion des énergies renouvelables.

Le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie a lancé en novembre 2013 une feuille de route pour le développement de l'éolien en mer posé et flottant.

Le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte (n°2015-992 du 17 août 2015) définit les objectifs communs pour réussir la transition énergétique, renforcer l'indépendance énergétique de la France et lutter contre le changement climatique. Il fixe des objectifs à moyen et long terme, dont :

- réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre ces émissions entre 1990 et 2050 ;
- porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% de cette consommation en 2030.

Un des objectifs de la loi dans le domaine des énergies renouvelables est de multiplier par deux la part de ces dernières dans le modèle énergétique français d'ici 15 ans.

Dans le cadre du Grenelle II, l'objectif fixé par la France pour l'éolien offshore est une puissance totale installée de 6000 MW à l'horizon 2020.

Les appels d'offre nationaux lancés en 2011 et 2013 visent la réalisation de fermes éoliennes offshore sur 6 sites en mer répartis en Manche et Atlantique. Parmi ces 6 sites, le site du Banc de Guérande est situé au large immédiat de Saint-Nazaire pour une puissance de 480 MW. Situé un peu plus au Sud, le site des deux îles (entre l'île d'Yeu et celle de Noirmoutier) vise une puissance de 496 MW.



**Fig. 1. Localisation des sites éoliens offshore en Manche et Atlantique [MEDDE, 2014]**

Fin 2014, plusieurs actions pour accélérer le développement de l'éolien offshore ont été lancées :

- pour réduire la durée des périodes de recours et accélérer la réalisation des projets, une cour administrative d'appel unique, compétente en premier ressort pour juger les contentieux sur l'éolien en mer, va être désignée ;
- les Préfets des façades maritimes ont reçu des instructions afin qu'ils lancent les concertations pour :
  - identifier de nouvelles zones adaptées à la technologie de l'éolien posé en mer ;
  - identifier de nouvelles zones de développement accessibles pour la technologie de l'éolien flottant ;
- lancement d'un nouvel appel d'offres pour l'éolien posé en mer en 2015 ;
- lancement d'un appel à manifestation d'intérêt (AMI) pour l'éolien flottant en 2015.

En outre, les objectifs fixés au niveau national et européen tendent à favoriser le déploiement des autres énergies marines. Ainsi, dans le cadre d'un Appel à Manifestation d'Intérêt, plusieurs projets en développement ont été retenus pour l'obtention d'un soutien financier.

On peut citer notamment l'industriel ALSTOM, qui, pour répondre à ses besoins sur le sujet, a créé fin 2010 une entité ALSTOM Hydro spécifiquement dédiée au développement des énergies marines.

Le contexte local est propice au développement des Energies Marines Renouvelables (EMR) et constitue une véritable opportunité pour capter ces filières émergentes.

La région Pays de la Loire possède de solides atouts : un important tissu industriel comprenant des fleurons de l'industrie française (Airbus, STX, DCNS, Alstom,...), des laboratoires de recherche et développement à la pointe dans le domaine des matériaux et de l'hydraulique (IRT Jules Verne, Ecole Centrale,...), un site test au Croisic pour un système de récupération des énergies marines issues principalement de la houle et du vent offshore, un savoir-faire et des infrastructures portuaires adaptées à la logistique industrielle de ces filières dont les composants XXL, par le poids et/ou la taille, nécessitent une logistique maritime.

L'éolienne Haliade sera entièrement fabriquée en France. Alstom prévoit pour cela la création de quatre nouvelles usines : deux usines à Montoir qui ont commencé à produire en mars 2015, pour la fabrication des génératrices et des nacelles et deux usines à Cherbourg, en cours de construction, pour la fabrication des pales et des mâts.

Alstom prévoit également la création, à Nantes, d'un centre unique en France d'ingénierie et de R&D (recherche et développement) sur l'éolien en mer.



**Fig. 2. Vue du chantier des usines Alstom de Saint-Nazaire – juillet 2014**  
**[crédit photo Alstom - A.Bocquel]**

Dans ce contexte, de nombreux industriels locaux sont donc très impliqués sur ces thématiques et, sur plusieurs technologies : éolien offshore posé et flottant, hydrolien, houlomoteur, biomasse. Des actions sont menées par les organismes consulaires (CCI), institutionnels (Région, SEM Pays de la Loire) ou professionnels (NEOPOLIA, STX, DCNS,...) pour proposer une offre industrielle locale.



**Fig. 3. Des atouts importants : savoir-faire, tissu industriel local, infrastructures... [GPMNSN, 2013]**

Le chantier naval STX diversifie également ses activités vers les énergies marines avec un premier contrat de sous-station électrique pour l'éolien off-shore gagné en Décembre 2012. STX s'allie aussi avec AREVA sur les fondations jacket des éoliennes (CGEDD, CGEIET, 2013).

Le Grand Port Maritime est partie prenante dans ce développement et travaille aux côtés des industriels pour répondre à des besoins en infrastructures et équipements. Ils correspondent essentiellement à trois besoins :

- création de nouveaux espaces pour des activités industrielles ;
- espaces « travaux » pour réceptionner, stocker et assembler les éléments de ces technologies dans le cadre des travaux et/ ou mises en œuvre ;
- espaces pour des démonstrateurs.

Des investissements importants sont réalisés pour aménager, à Saint-Nazaire, un espace logistique utilisable par les développeurs de parcs éoliens au large des Pays de la Loire et permettre l'émergence à Montoir-de-Bretagne d'un pôle industriel dédié à l'assemblage des turbines par Alstom.

Le site du Carnet est voué, depuis plusieurs décennies, à l'installation d'une Zone Industriolo-Portuaire (ZIP) et il a été remblayé lors de diverses opérations menées entre 1970 et 1993 (dépôts de dragages).

Ce site, en bordure de Loire, est relativement éloigné des habitations existantes. Il possède déjà des dessertes routières et un accès maritime et fluvial nécessaire à l'implantation d'activités industrialo-portuaires. Depuis 2012, ce site accueille d'ores et déjà le prototype Haliade 150 d'Alstom pour une phase test de 5 ans.

## 1.2. UN PROJET D'INTERET PUBLIC MAJEUR

Source : GPMNSN, 2015

### 1.2.1. UN PROJET D'INTERET DE SERVICE PUBLIC

Le Grand Port Maritime, établissement public de l'Etat, a parmi ses missions celle de construire les infrastructures portuaires, notamment des ouvrages maritimes et des terre-pleins, permettant l'implantation d'activités cohérentes avec les politiques publiques.

Le projet de parc EMR au Carnet s'inscrit dans les orientations nationales issues du Grenelle de l'environnement et de la loi de transition énergétique (cf. infra) qui présentent, en particulier, un intérêt pour le public en termes de lutte contre le changement climatique et de renforcement de l'indépendance énergétique de la France par le développement des énergies renouvelables.

### 1.2.2. UN PROJET INTEGRE A UNE POLITIQUE DE NIVEAU EUROPEEN

La politique européenne de l'énergie a pour principaux objectifs d'assurer la disponibilité de l'énergie aux entreprises et aux citoyens européens, en quantité suffisante et à des prix abordables, tout en luttant contre le changement climatique.

Selon l'article 194 du traité de fonctionnement de l'Union européenne, cette politique vise, en particulier, à promouvoir l'efficacité énergétique et les économies d'énergie ainsi que le développement des énergies nouvelles et renouvelables.

En outre, l'Union européenne s'est fixé, avec le paquet énergie-climat de 2014, quatre objectifs chiffrés pour 2030 dont l'atteinte d'une part d'au moins 27 % d'énergies renouvelables dans l'énergie consommée. Dans ce cadre, chaque État membre s'est vu assigner des objectifs individuels contraignants. L'objectif de 27% est pour l'ensemble de l'UE et non pour chaque Etat.

Le développement d'une zone dédiée à la recherche- développement, à des tests, à la production et à l'entretien dans le domaine des EMR est donc complètement intégré à la politique européenne dans le domaine énergétique.

### 1.2.3. UN PROJET INTEGRE A UNE POLITIQUE DE NIVEAU NATIONAL

La loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement ou loi « Grenelle II » complète, applique et territorialise une loi votée l'année précédente, dite « Loi Grenelle I » (précédemment adoptée en octobre 2008 et validée le 11 février 2009).

Cette loi plaçait la lutte contre le changement climatique « au premier rang des priorités ». Un chapitre de la loi met cet objectif en œuvre selon trois axes :

- réduction de la consommation d'énergie ;
- prévention des émissions de gaz à effet de serre ;
- promotion des énergies renouvelables.

Les régions devaient élaborer des schémas régionaux du climat, de l'air et de l'énergie, fixant les grandes orientations en matière de réduction de la consommation énergétique et de prévention des émissions de gaz à effet de serre. S'appuyant sur un inventaire des émissions de gaz à effet de serre et des polluants chimiques, ainsi que sur un bilan de la production énergétique au niveau régional, ces schémas déterminent des orientations aux horizons 2020 et 2050 pour freiner le changement climatique, atténuer ses effets et s'y adapter, réduire la pollution atmosphérique et fixer les objectifs à atteindre pour valoriser le potentiel en énergies renouvelables.

Le SRCAE des Pays-de-la-Loire a été adopté par arrêté préfectoral le 18 avril 2014.

Il vise un développement de la production d'énergie renouvelable avec un quasi triplement par rapport à 2008, ce qui permettrait à la proportion régionale d'énergies renouvelables d'atteindre 21% de la consommation finale. L'éolien offshore, hors périmètre du SRCAE, fait l'objet d'un intérêt et d'un soutien marqués de la région Pays-de-la-Loire.

Le projet de loi relatif à la transition énergétique pour la croissance verte (adopté en nouvelle lecture à l'Assemblée Nationale le 26 mai 2015 et en discussion en séance publique au cours de la séance du 30 juin 2015) définit les objectifs communs pour réussir la transition énergétique, renforcer l'indépendance énergétique de la France et lutter contre le changement climatique. Il fixe des objectifs à moyen et long terme, dont :

- réduire les émissions nationales de gaz à effet de serre de 40 % entre 1990 et 2030 et diviser par quatre ces émissions entre 1990 et 2050 ;
- porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% de cette consommation en 2030.

Un des objectifs de la loi dans le domaine des énergies renouvelables est de multiplier par deux la part de ces dernières dans le modèle énergétique français d'ici 15 ans.

Le développement des énergies renouvelables bénéficie d'un soutien public car leur déploiement ne pourrait pas se faire en général aujourd'hui sur le seul critère de compétitivité dans un fonctionnement de marché. Le soutien de l'État au déploiement des énergies renouvelables doit également répondre à un objectif de développement de filières industrielles compétitives en les accompagnant de manière ciblée, et en tenant compte des avantages comparatifs nationaux, vers la maturité économique.

Il apparaît donc que la politique nationale (et sa déclinaison régionale) est résolument engagée dans le développement des énergies renouvelables et que l'implantation d'une zone dédiée aux énergies marines renouvelables est en totale cohérence avec cette politique.

#### **1.2.4. UN PROJET VECTEUR D'EMPLOI SUR LE LONG TERME**

A ce stade du projet, aucune entreprise ne s'est engagée fermement sur une implantation sur le site du Carnet. Néanmoins, sur la base de l'étude d'aménagement menée qui s'appuie sur l'exemple de sites de même vocation, une répartition de l'occupation de l'espace aménageable entre surfaces dédiées à la logistique, PME et industries a été envisagée.

En retenant un nombre d'emplois à l'hectare dans une fourchette moyenne, il peut être déduit qu'environ un millier d'emplois pourraient être créés sur le site, au terme de l'aménagement.

Une part importante de ces emplois, dans un domaine de pointe et de haute technicité, seront hautement qualifiés (chercheurs, ingénieurs, techniciens, ouvriers qualifiés). Ces emplois, dans une filière d'avenir et en plein développement, présentent une bonne garantie de pérennité.

### **1.2.5. UN PROJET VECTEUR D'UN BENEFICE GLOBAL POUR LA SOCIETE SUR LE LONG TERME**

Le projet en lien avec le développement des énergies renouvelables (EnR), et des EMR en particulier, sur le site du Carnet présente différentes caractéristiques démontrant son intérêt sociétal :

- concernant les énergies renouvelables, il participe à la réduction de la production de gaz à effet de serre et à celle de la pollution atmosphérique, en accord avec les objectifs des politiques européenne et française ;
- il favorise les progrès technologiques et la compétitivité de l'industrie française et européenne dans ces filières émergentes ;
- il permet la création, dans des filières à forte valeur ajoutée, de nombreux emplois, pour l'essentiel hautement qualifiés ;
- il contribue à la politique régionale du territoire (Région Pays-de-la-Loire, Métropole Nantes-Saint-Nazaire) de diversification industrielle, en s'appuyant sur le tissu de recherche et développement performant déjà présent sur le territoire ainsi que sur la présence d'une main-d'œuvre hautement qualifiée des fleurons industriels que sont Airbus, STX, DCNS,...

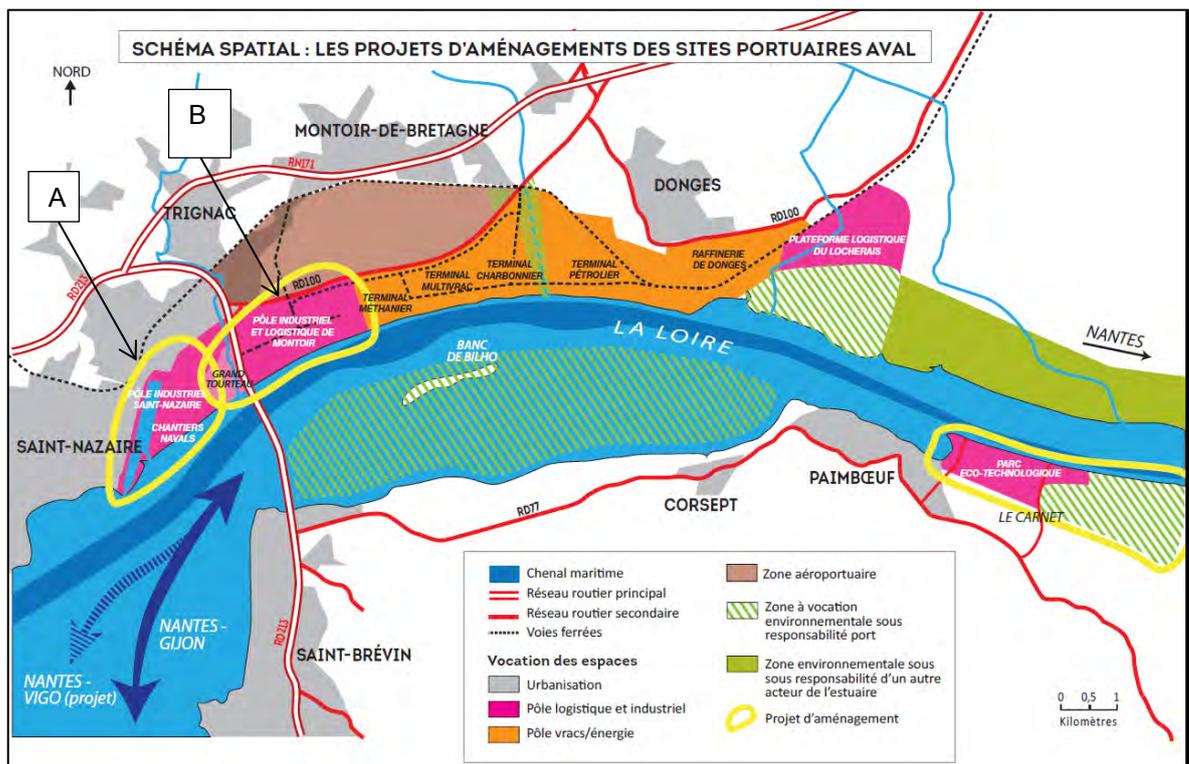
L'ensemble de ces éléments démontre l'intérêt public majeur de la réalisation du projet du Carnet.

### 1.3. LE CONCEPT DE PARC ECO-TECHNOLOGIQUE

#### 1.3.1. TROIS SITES POUR UNE OFFRE PORTUAIRE GLOBALE

Les caractéristiques dimensionnelles des éléments constitutifs des champs offshore et des lots industriels imposent la recherche de sites en connexion avec les infrastructures portuaires.

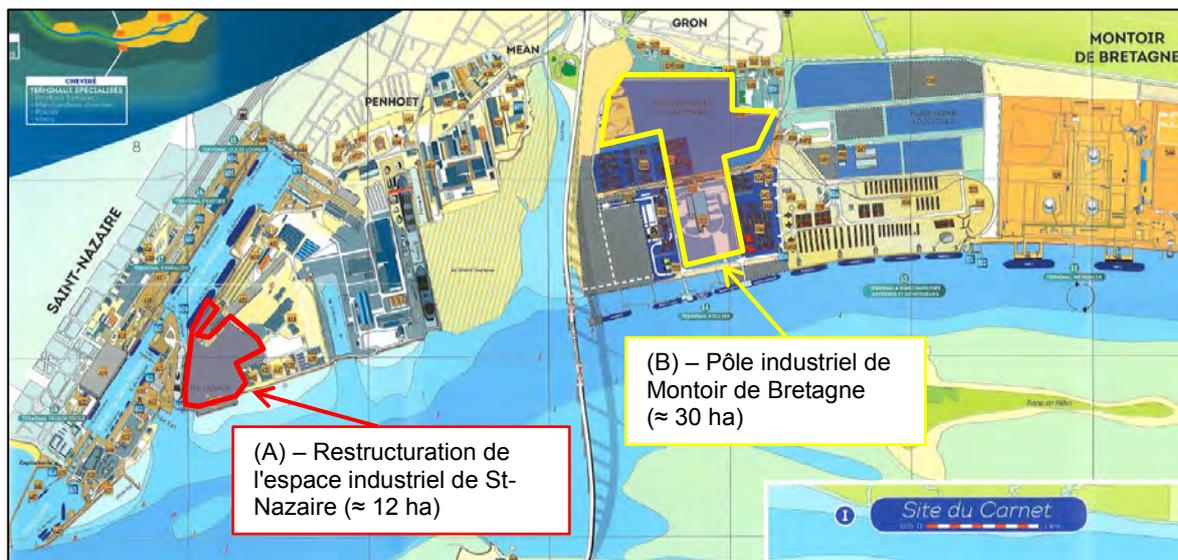
L'espace portuaire est réduit. La vocation des différents espaces est traduite dans le projet stratégique du Grand Port Maritime (GPM).



**Fig. 4. Schéma spatial des projets d'aménagements sur l'estuaire aval [GPMNSN, 2015]**

Dans ce cadre, le GPM élabore une **offre portuaire** globale qui s'articule sur trois sites, pour assurer le développement de la filière offshore :

- la **restructuration de l'espace industriel** (une dizaine d'hectares – **site A**), sur Saint-Nazaire, en complémentarité avec les industriels et les moyens logistiques existants, par reconversion d'une friche industrielle (ancienne usine de déballastage) et le déplacement d'un terminal sablier ;
- l'**implantation d'un pôle industriel** sur Montoir de Bretagne (30 ha dont 14 pour les usines Alstom – **site B**), par densification et restructuration des espaces : déplacement du terminal sablier, déplacement du terminal roulier et création d'un quai colis lourds ;
- l'**aménagement d'un site dédié** à l'implantation d'un parc des éco-technologies disposant de réserves foncières importantes, d'un accès maritime et d'une liaison fluviale aisée avec les sites de Saint-Nazaire et Montoir-de-Bretagne (logistique adaptée entre les trois sites).



**Fig. 5. Sites de Saint-Nazaire et de Montoir-de-Bretagne**

**C'est sur la recherche de ce dernier site qu'une étude comparative des sites potentiels à l'échelle de l'estuaire et du littoral proche a été menée.**

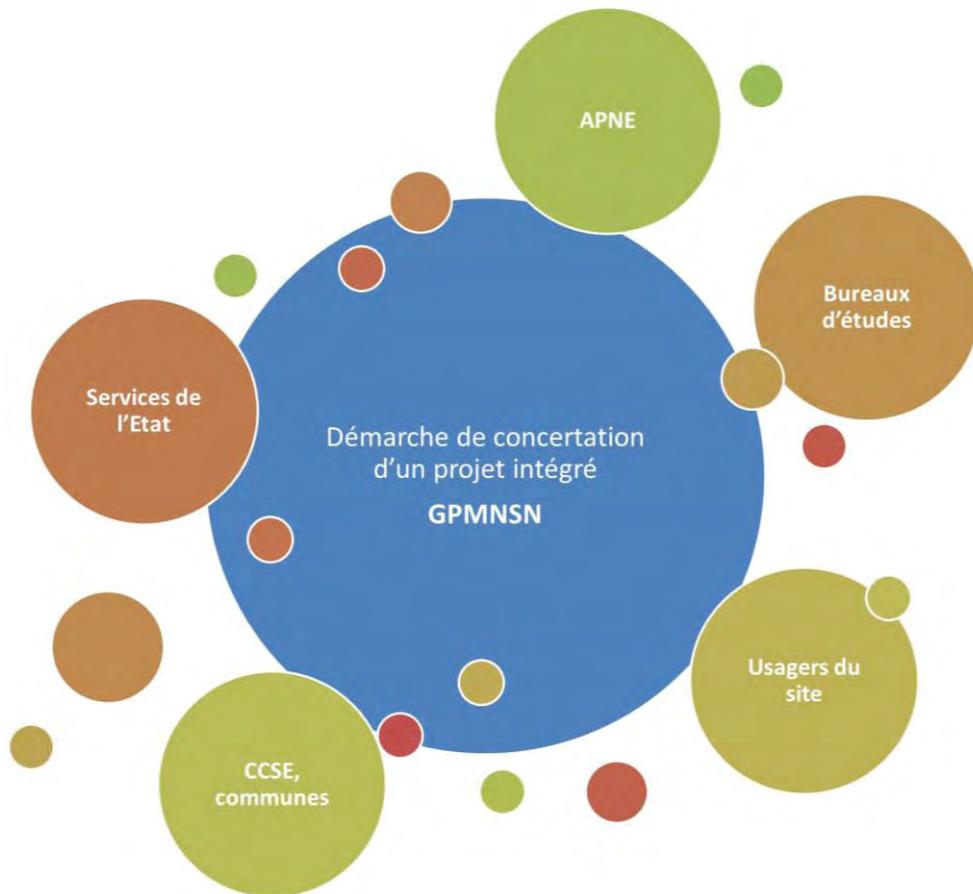
Le projet est construit de manière à pouvoir anticiper les procédures règlementaires afin de disposer, à l'horizon 2016/2017, de surfaces en « bord à l'eau » autorisées à l'aménagement qui permettront au territoire de répondre aux demandes des industriels dans un calendrier maîtrisé pour l'implantation de ces nouvelles filières.

Ce travail d'identification de réserves de développement, contribue à mettre en œuvre efficacement la démarche ERC (Eviter – Réduire – Compenser). En effet, l'anticipation permet :

- la réalisation d'inventaires exhaustifs,
- l'identification des enjeux faunistiques et floristiques du site à l'échelle de l'estuaire de la Loire,
- la mise en œuvre des mesures d'évitement dans l'implantation et le périmètre du futur site industrialo-portuaire,
- la définition de mesures de réduction d'impact,
- la définition d'un programme de mesures compensatoires pour les effets résiduels n'ayant pas pu être évités ou réduits,
- la définition d'orientations de gestion.

Ce travail qui a été mené en concertation avec les services de l'Etat, les collectivités locales (CCSE) et les associations de protection de la nature et de l'environnement (Loire-Vivante, Bretagne-Vivante, FNE, LPO) a demandé plusieurs années (inventaires réalisés entre 2008 et 2014 – finalisation des dossiers règlementaires en 2015). Ces délais sont incompatibles avec le calendrier des industriels, ce qui implique d'anticiper les procédures.

Cette approche par anticipation permet d'apporter des garanties aux industriels qui souhaitent s'implanter sur le territoire tout en prenant en compte efficacement les enjeux environnementaux du site.



**Fig. 6. Représentation de la démarche mise en œuvre dans le cadre du projet du Carnet**

Cette démarche de concertation spécifique au projet du Carnet a notamment porté sur les thématiques suivantes :



**Fig. 7. Principales thématiques examinées lors la conception du projet**

### 1.3.2. DEFINITION DES BESOINS FONCTIONNELS

Dans le cadre de la transition énergétique pour la croissance verte, le Grand Port Maritime est partie prenante dans ce développement et travaille aux côtés des industriels pour répondre à des besoins en infrastructures et équipements. Ils correspondent essentiellement à trois besoins :

- **création de nouveaux espaces pour des activités industrielles.** Ce besoin s'inscrit dans la démarche de diversification du bassin industriel local. Il s'agit d'offrir des capacités foncières pour de nouvelles installations ou pour le développement d'activités existantes. Ces espaces complémentaires doivent être compatibles avec la logistique portuaire nécessaire à l'approvisionnement ou à l'expédition des lots industriels (construction de fondations, mâts, éléments de turbines, sous-stations électriques) ;
- **espaces logistiques et travaux** pour réceptionner, stocker et assembler les éléments de ces technologies dans le cadre des travaux et/ ou mises en œuvre, en particulier dans le cadre de l'appel d'offres éolien offshore à venir ;
- **espaces pour des démonstrateurs.** Cette volonté de proposer une offre industrielle locale se traduit par l'expression de plusieurs projets industriels :
  - construction d'un prototype de turbine éolienne offshore de 6MW (ALSTOM Le Carnet) – mise en service en Juillet 2012 avec un permis provisoire de 5 ans ;
  - construction d'une usine pour les fondations métalliques de type jackets et mâts (STX) ;
  - besoins de site pour tester et certifier des hydroliennes.

Les technologies EnR, et EMR en particulier, se caractérisent par des composants XXL de par leur taille et/ou leur poids. Ces colis ne sont pas compatibles avec le gabarit routier et doivent donc être fabriqués dans des espaces portuaires en « bord à l'eau ».

### 1.3.3. EXEMPLES DE TECHNOLOGIES EMR

#### 1.3.3.1. EOLIEN OFFSHORE POSE

La technologie de l'éolien offshore posé est une transposition en mer de l'éolien terrestre. Son développement est ancien (premier parc en mer en 1995). Cette technologie est donc bien connue. Les besoins industriels et en infrastructures associées relatifs à l'éolien offshore sont bien maîtrisés du fait de l'important retour d'expérience sur les parcs du nord de l'Europe et des développements portuaires associés.

Ainsi, les besoins en termes d'emprise, de linéaires bords à quai, de portance des infrastructures, et de besoins logistiques complémentaires sont issus de zones industrielles existantes en Allemagne, Pays d'Europe du Nord et Grande-Bretagne.

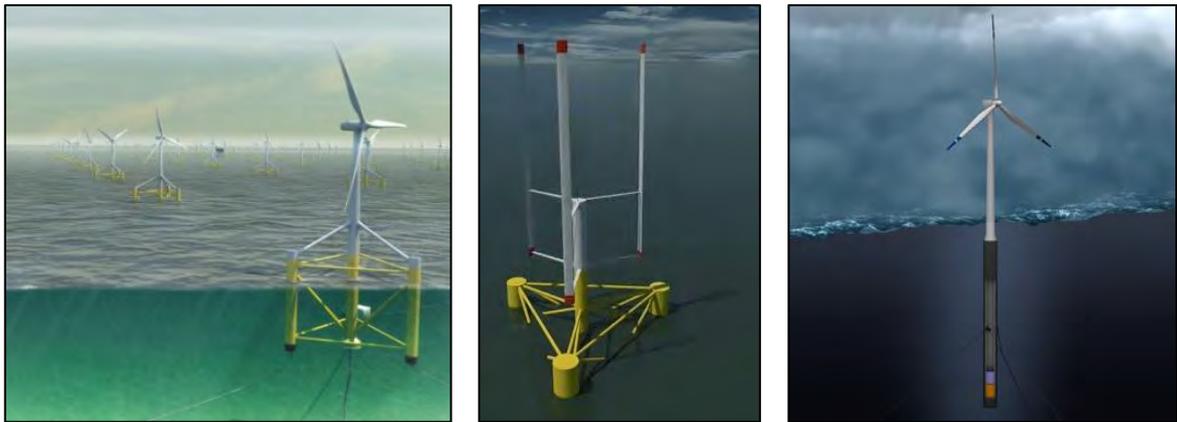


**Fig. 8. Illustrations des besoins fonctionnels pour l'éolien offshore posé**

**1.3.3.2. EOLIEN FLOTTANT**

L'éolien flottant, encore au stade de l'expérimentation, est une filière qui devrait permettre, à terme, d'exploiter des surfaces marines importantes à des profondeurs supérieures (à partir de 50 m jusqu'au-delà de 200 m) et de limiter ainsi les conflits d'usage sur les zones côtières déjà fortement convoitées.

Plusieurs concepts de flotteurs sont en cours de développement (spar, tension legs, semi-submerged, damping pool) et les turbines associées pourraient différer radicalement des modèles d'éoliennes plantées (turbines à axe vertical).



**Fig. 9. Illustrations des besoins fonctionnels pour l'éolien offshore flottant**

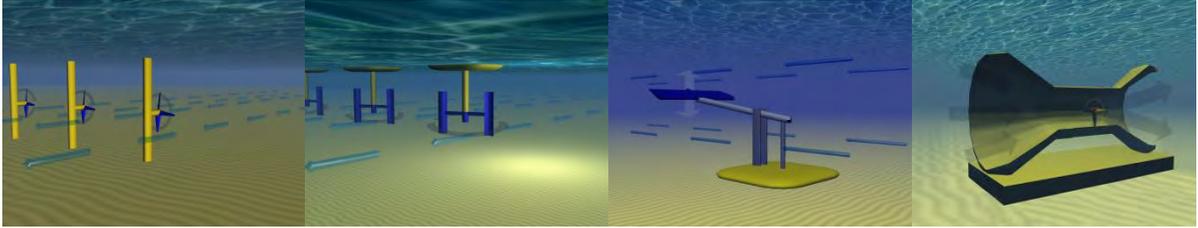
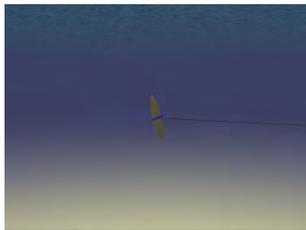
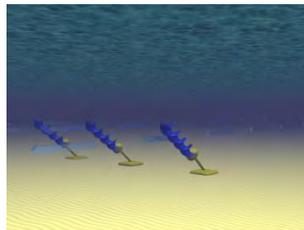
**1.3.3.3. HYDROLIEN**

L'énergie des courants (hydrocinétique ou hydrolienne) correspond à l'exploitation de l'énergie cinétique des masses d'eau mises en mouvement par les courants marins.

La technique de récupération des courants libres est très proche de celle des aérogénérateurs, à ceci près que la direction des courants est constante, que leur sens est alternatif (effets de marée) ou continu et que les turbines se trouvent dans l'eau salée (cette technologie a déjà été éprouvée en eau douce, notamment dans des fleuves amazoniens).

Les courants associés à la marée étant prédictibles, la production d'électricité associée peut être prédite avec une bonne précision. La densité de l'eau étant 800 fois supérieure à celle de l'air, les hydroliennes installées dans les zones de courants forts ont des dimensions plus faibles que celle des éoliennes de même puissance.

Les images ci-après sont extraites du site [www.aquaret.com](http://www.aquaret.com).

**Fig. 10. Turbine à axe horizontal****Fig. 11. Turbine à axe vertical****Fig. 12. Hydroptère oscillatoire****Fig. 13. Turbine à effet venturi****Fig. 14. Kite-de-marée****Fig. 15. Vis d'Archimède****Fig. 16. Hydroliennes OpenHydro © EDF / TOMA**

Les caractéristiques génériques des hydroliennes au stade pré-industriel sont de l'ordre de :

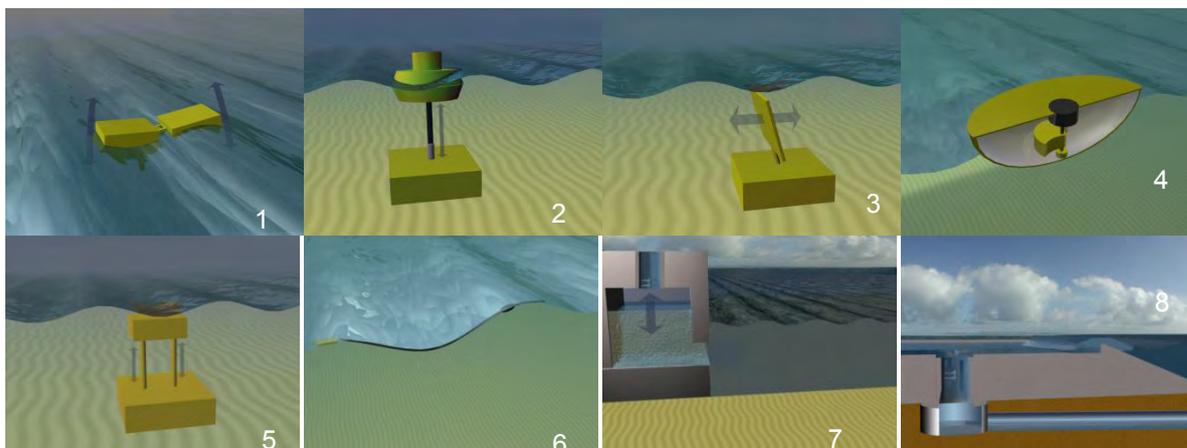
- rotors de diamètre compris entre 15 et 20 m,
- turbines comprises entre 5 et 15 m,
- poids moyen des turbines : 150 tonnes environ,
- poids moyen des fondations : 150 tonnes,
- poids total de 400 – 500 tonnes environ.

#### 1.3.3.4. HOULOMOTEUR

Résultante de l'effet du vent sur les surfaces marines (la puissance des vagues est sensiblement proportionnelle à la puissance 5 de la vitesse du vent), l'énergie des vagues représente, d'après le WEC (World Energy Council), une quantité nette disponible de 140 à 700 TWh/an, soit 1 à 5 % de la demande annuelle mondiale en électricité.

L'énergie récupérable pourrait atteindre même 2 000 TWh/an avec des systèmes de conversion plus efficaces. Sur la façade atlantique française, la puissance moyenne transmise par les vagues est de l'ordre de 45 kW par mètre de ligne de côte.

C'est sans doute dans l'exploitation de l'énergie des vagues qu'il existe la plus grande diversité de concepts : l'EMEC (European Marine Energy Centre) en recense plus de 90. Certains systèmes exploitent le déferlement des vagues tandis que d'autres exploitent, en pleine mer, l'ondulation des vagues. Aucune de ces technologies ne peut cependant être considérée comme « mature ». Les caractéristiques génériques des systèmes houlomoteurs sont très variables suivant la technologie de conversion employée. Dans le cadre de l'analyse des besoins, des surfaces équivalentes à celles retenues pour l'hydrolien ont été considérées.



**Fig. 17. Schéma des différents concepts houlomoteurs : atténuateurs (1), absorbateurs de houle (2), convertisseurs du mouvement oscillatoire des vagues (3), dispositifs de rotation (4), dispositifs basés sur les pressions différentielles (5), dispositifs basés sur l'ondulation (6), colonnes d'eau oscillante (7), dispositifs de débordement (8). [www.aquaret.com]**

#### 1.3.3.5. BIOMASSE ALGALE – AUTRES TECHNOLOGIES

Le vent, la marée, les courants, les vagues permettent de produire uniquement de l'électricité et ne répondent donc qu'en partie à la demande en énergie. Il existe pourtant une autre ressource, en mer, permettant de produire du carburant ou du biogaz : la biomasse algale. Le principe consiste à utiliser ou à cultiver des macro ou des microalgues, pour en extraire respectivement les sucres et les huiles.

Les « algo-carburants », déjà qualifiés de biocarburants de troisième génération, présentent l'avantage majeur de ne pas entrer en compétition avec l'usage alimentaire et les ressources en eau douce. Le meilleur rendement photosynthétique des microalgues et leur multiplication rapide et continue permettent d'obtenir des rendements en matière végétale très supérieurs à ceux des plantes terrestres. Les rendements du colza et du tournesol sont de 1 g/m<sup>2</sup>/jour. La société Innovalg, en Vendée, a fourni le chiffre de 13 g/m<sup>2</sup>/jour pour une installation à l'air libre, l'Ifremer, celui de 30 g/m<sup>2</sup>/jour en photobioréacteur contrôlé.

Plusieurs « technologies » existent :

- production en bassins « raceway » (bassins clos de 0,3 m de profondeur en moyenne),
- photobioréacteurs,
- cultures contrôlées dans des plans d'eau ouverts.

Plusieurs projets de recherche sont en cours en France sur ce sujet particulier. En Pays de la Loire le « Blue Cluster » réunit des entreprises et des laboratoires (IFREMER Nantes) autour de la valorisation de la biomasse marine (microalgues, co-produits de la pêche et champignons marins). Ce programme travaille, depuis janvier 2009, au développement d'une plateforme de R&D, afin de définir un procédé intégré pour la production d'hydrocarbures issus de microalgues permettant la production de biocarburants, de préférence biokérosènes.

### 1.3.4. SURFACE NECESSAIRE AUX BESOINS FONCTIONNELS

Vis-à-vis des technologies présentées ci-avant et en prévision de nouvelles filières encore au stade de la recherche, les besoins fonctionnels pour la réalisation d'un parc des éco-technologies marines ont été estimés.

Il s'agit de disposer d'espaces en bord à l'eau en complément de St-Nazaire et de Montoir-de-Bretagne afin d'être en capacité de capter les filières industrielles issues du Grenelle et de la Loi sur la transition énergétique (EMR : vent/houle/microalgues/température/salinité, recyclage, ...) aux différents stades de développement et d'industrialisation : R&D, production de prototypes, test de prototypes (éolien, hydrolien, autres ?), assemblages, production industrielle, maintenance et soutien logistique à ces différentes filières.

Pour cela, les besoins fonciers sont estimés à une centaine d'hectare pour l'ensemble des filières, non-mitée afin de développer des synergies et la plus proche possible de St-Nazaire (où il n'y a plus de foncier disponible pour accueillir ces filières) et de Montoir-de-Bretagne (où il reste une quinzaine d'hectares de réserve foncière).

Une centaine d'hectares correspond à trois grandes parcelles de 10/15 ha (40ha), de plus petites unités de 1 à 5 ha (environ 30 ha) et d'une zone de service nécessaire au bon fonctionnement du site (environ 10 ha). Il faut ajouter environ 30% de surfaces complémentaires à ces 80 ha « industriels » afin de réaliser les dessertes routières et réseaux (électricité, télécom, eau, assainissement,...), les zones d'arrière-quai mutualisées, l'assainissement des eaux pluviales et des eaux usées de la plate-forme. Finalement, un peu plus de 100 ha sont nécessaires.

La logistique fluvio-maritime inhérente à ces filières nécessite de prévoir des infrastructures portuaires permettant la manutention, Ro-Ro (roulage) et Lo-Lo (levage), de ces colis XXL par leur taille (35m/100m de gabarit) et/ou leur poids (600/1000 tonnes) et permettant également l'accueil de navires maritimes (maximum 200 m de longueur) et de barges fluviales.

Pour répondre à ces besoins, il est nécessaire de pouvoir disposer d'une infrastructure « lourde » comprenant un quai de 200 m maximum associé à un ponton roulier (environ 60 m\*40 m) à son extrémité ainsi que la possibilité de disposer de deux/trois appontements.

Des besoins existent également pour implanter un ou deux prototypes éoliens. Ces implantations mobilisent une emprise au sol restreinte (3/5 ha) mais leur positionnement doit respecter de nombreuses contraintes :

- éloignement des habitations : au-delà de 500m,
- en dehors de la bande des 100 m définie par la Loi littoral,
- positionnement d'un mât de mesure du vent 300 à 500m en amont de l'éolienne et dans l'axe des vents dominants,
- pas « d'obstacle » en amont du mât de mesure et entre le mât et l'éolienne afin de ne pas perturber le vent.

L'ensemble de ces éléments contraignent entre 15 et 20 ha dans le périmètre de chaque prototype.

### 1.3.5. EXEMPLE DE PARC EXISTANT : LE PORT DE CUXHAVEN (ALLEMAGNE)

Le port de Cuxhaven est situé à l'embouchure de l'Elbe, à une centaine de km en aval de la ville de Hambourg. La surface portuaire correspond à 319 ha.



**Fig. 18. Port de Cuxhaven [Source : <http://www.unserebroschuere.de>]**

Le terminal offshore est divisé en deux espaces : une plateforme colis lourds utilisée pour stocker les matières premières et les pièces d'équipement lourd, une surface pour les entreprises.

Les principaux atouts du port de Cuxhaven sont :

- localisation stratégique pour les champs d'éoliennes offshore prévus en Mer du Nord,
- proximité des réseaux ferré et aérien,
- position stratégique sur le fleuve Elbe (une des principales voies navigables allemandes),
- infrastructures adaptées (entrepôts, surfaces de stockage, portique, quais pouvant accueillir des charges lourdes, ...),
- potentiel important en linéaire de quai, en profondeur d'eau et en surface à terre,
- synergie avec les entreprises existantes de production de pièces d'éoliennes.

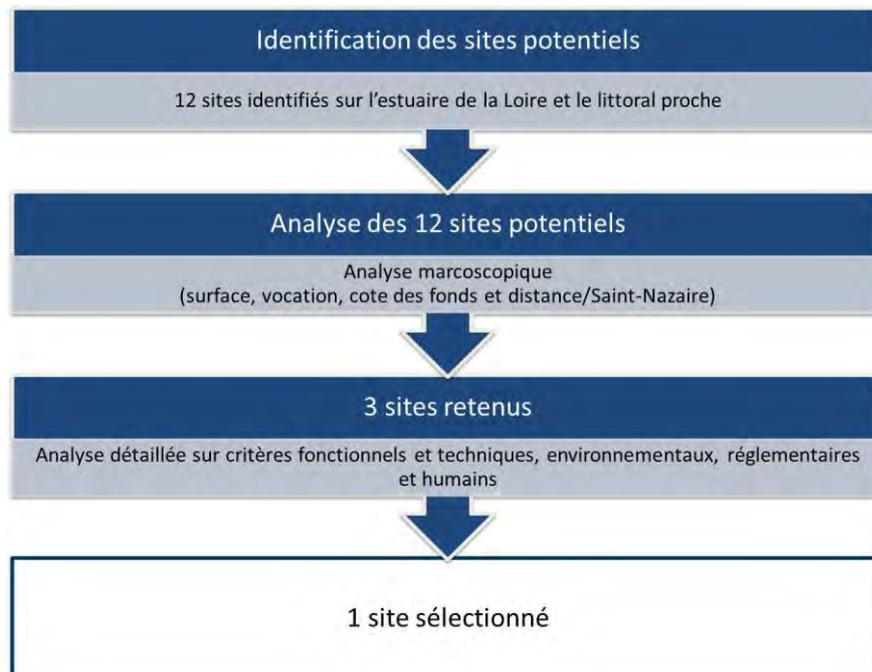
## 2. ALTERNATIVES ETUDIEES : ETUDE DES SITES POTENTIELS POUR L'IMPLANTATION DU PARC DES ECOTECHNOLOGIES

Un site potentiel pour l'aménagement d'un parc dédié aux éco-technologies doit disposer :

- de réserves foncières importantes, de l'ordre d'une centaine d'hectares (cf. l'évaluation des besoins fonctionnels précédente),
- d'un accès maritime,
- d'une liaison fluviale aisée avec les sites de Saint-Nazaire et Montoir-de-Bretagne (logistique adaptée entre les trois sites).

Le choix du site d'implantation du parc éco-technologies marines s'est déroulé en trois phases.

- la première phase, a consisté à identifier les sites potentiels pouvant accueillir ce projet. Ainsi, 12 sites ont été identifiés sur la base du foncier et/ ou d'installations ou possibilités d'installations d'accostage et d'amarrage sur site,
- la seconde phase a consisté à établir une première sélection sur 4 critères,
- la dernière phase, a permis de comparer les 3 sites les plus favorables et de procéder à une analyse plus fine pour permettre l'identification du site apparaissant le plus adapté au projet.



**Fig. 19. Déroulement de l'étude comparative des sites potentiels pour l'implantation d'un parc des écotechnologies**

## 2.1. IDENTIFICATION ET ANALYSES DES SITES POTENTIELS A L'ECHELLE DE L'ESTUAIRE DE LA LOIRE ET DU LITTORAL PROCHE

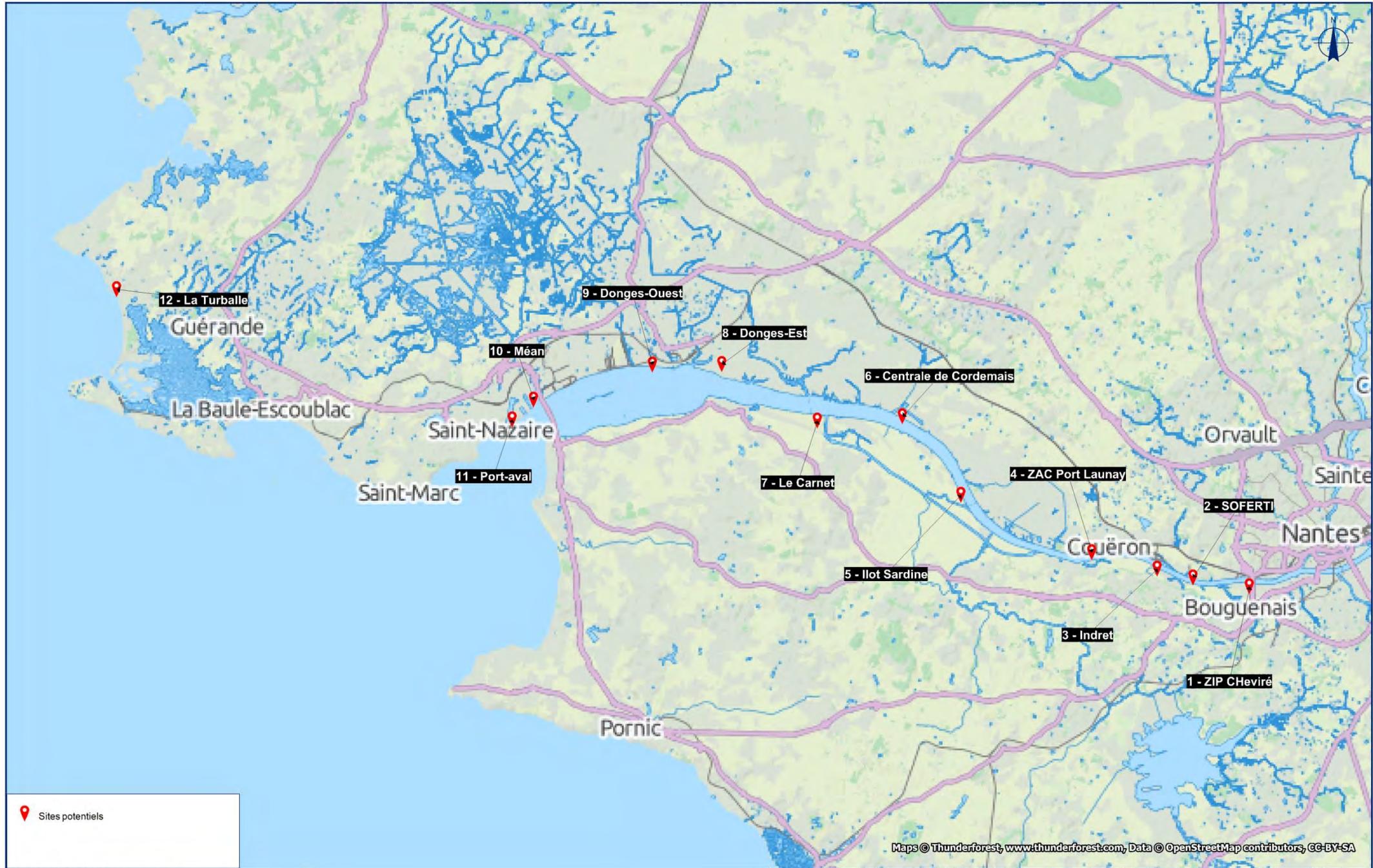
Dans l'estuaire (interne et externe), 12 sites ont été identifiés en première phase car disposant de foncier et/ ou d'installations ou possibilités d'installations d'accostage et d'amarrage. La carte page suivante présente la localisation des 12 sites potentiels à l'échelle de l'estuaire de la Loire et du littoral proche.

Onze de ces sites sont situés sur l'estuaire de la Loire, de la ZIP de Cheviré à Nantes jusqu'au site de Saint-Nazaire. Un site est situé sur le littoral, sur la commune de La Turballe. Le site de La Turballe, sur le littoral, a été retenu pour son intérêt pour les problématiques de maintenance des parcs marins.

**Tabl. 1 - Sites potentiels identifiés pour l'aménagement d'un parc des écotechnologies sur l'estuaire de la Loire et du littoral proche**

	Site	Situation
1	ZIP Cheviré	Nantes
2	SOFERTI	Basse-Indre
3	Indret	La Montagne
4	ZAC Port Launay	Couëron
5	Ilot Sardine	Le Pellerin
6	Centrale Cordemais	Cordemais
7	Le Carnet	Frossay / Saint-Viaud
8	Donges-Est	Donges
9	Donges-Ouest	Donges
10	Méan	Saint-Nazaire
11	Port-Aval	DPM
12	La Turballe	La Turballe

INVENTAIRE DES SITES POTENTIELS À L'ÉCHELLE DE L'ESTUAIRE



## 2.2. ETUDE COMPARATIVE DES SITES POTENTIELS

### 2.2.1. METHODOLOGIE

Les critères discriminants, détaillés ci-dessous, ont permis de sélectionner un groupe restreint de sites pouvant présenter des intérêts pour l'accueil du parc des écotecnologies :

- **la surface disponible** : a minima 80 ha non mités et si possible 100 ha (besoins pour l'ensemble des technologies) ;
- **la vocation de la zone**, actuelle ou inscrite dans le Projet Stratégique du Port ou les plans de restauration de l'estuaire (Plan Loire Grandeur Nature) ;
- **la cote des fonds** : les fonds aux abords du site doivent permettre un accès aux navires (tirant d'eau retenu de 5 m) ;
- **la distance du site à Saint-Nazaire – Montoir de Bretagne** où est implantée la nouvelle usine d'ALSTOM pour la construction de composants d'éoliennes offshore.

D'autres éléments d'appréciation sont également pris en compte :

- le patrimoine naturel (Natura 2000),
- la Directive Territoriale d'Aménagement (DTA) en tant qu'outil juridique
- le Projet Stratégique du Port de Nantes-St-Nazaire pour tenir compte des perspectives de développement du Port.

### 2.2.2. ETUDE COMPARATIVE DES 12 SITES

Une étude comparative sur les 12 sites identifiés sur la carte précédente est présentée page suivante. Les tableaux fournissent une première analyse de la capacité des sites à accueillir le parc.

Bien que située très en amont sur l'estuaire (> 40 km de Saint-Nazaire), la **ZIP de Cheviré** possède un accès direct au chenal et des profondeurs d'eau importantes. Les surfaces foncières propriété du Port sont également intéressantes. La vocation actuelle de la ZIP étant compatible avec l'implantation du parc éco-technologique, ce site est retenu pour une analyse détaillée.



**Fig. 20. Z.I.P. de Cheviré**

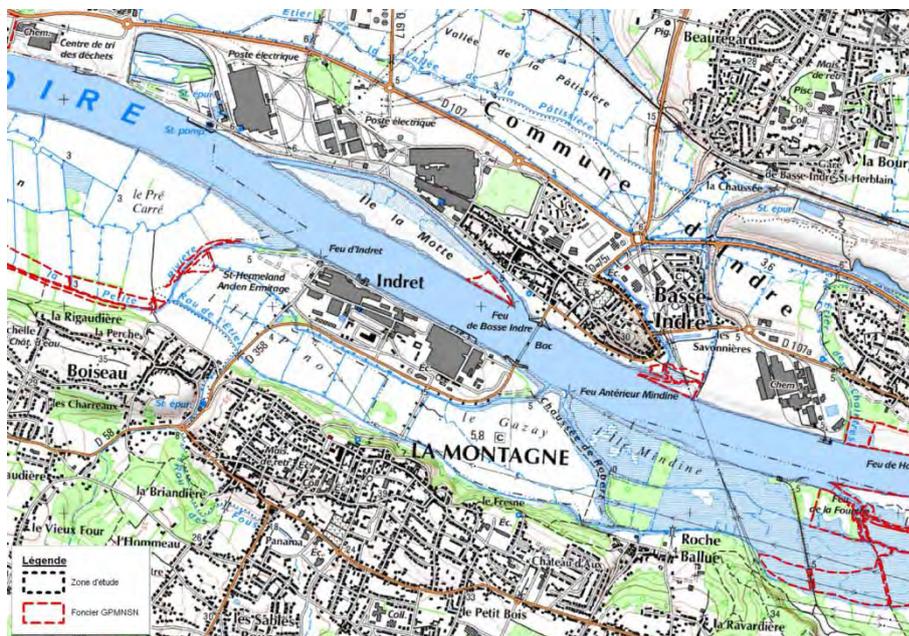
**Tabl. 2 - Etude comparative des sites n°1 à 7 – partie amont de l'estuaire de la Loire**

Site	Situation	Foncier propriété du GPMNSN	Surface disponible (non occupée)	Vocation de la zone	Cote des fonds	Distance / St-Nazaire	Accès (chenal)	DTA / Projet stratégique	Patrimonialité	Capacité à accueillir une zone industrielle EMR
ZIP Cheviré	Nantes	240 ha	23 ha	Bois, logistique, sable, recyclage	-8,5 m CM	48 Km	Rive Sud Accès direct (-3,0m)	DTA : Zones industrielles et commerciales	Hors périmètres natura 2000	<b>A étudier</b>
SOFERTI	Basse-Indre	25 ha	-	Friches industrielles de SOFERTI	-7 m CM	45 Km	Rive Nord Accès direct (-5,10m)	DTA : Espaces naturels et paysages exceptionnels protégés.	Hors périmètres natura 2000	NON Emprise insuffisante
Indret	La Montagne	Nul	-	Usine DCNS : construction de systèmes de propulsion	-8 m CM	43 Km	Rive Sud Accès direct (-5,10m)	DTA : Espaces naturels et paysages exceptionnels protégés.	Hors périmètres natura 2000	NON Emprise insuffisante. Accès restreint
ZAC Port Launay	Couëron	30 ha	25 ha	Zone d'activités industrielles. Chantier naval	-7 m CM	39 Km	Rive Nord Accès direct (-5,10m)	DTA : Espaces naturels et paysages exceptionnels protégés.	ZPS et ZSC Estuaire de la Loire	NON Pas d'espace disponible
Ilot Sardine	Le Pellerin	50 ha	50 ha	Zone naturelle	-6 m CM	30 Km	Rive Sud Accès direct (-5,10m)	DTA : Espaces naturels et paysages exceptionnels protégés.	ZPS et ZSC Estuaire de la Loire	NON Emprise insuffisante
Centrale de Cordemais	Cordemais	25 ha	-	Centrale de production électrique. Stock de charbon	-6 m CM	24 Km	Rive Nord A 60m du chenal (-4,70m)	DTA : Zones industrielles et commerciales.	Hors périmètres natura 2000	NON Emprise insuffisante
Le Carnet	Frossay	330 ha	330 ha	Zone aménageable. Projet ZIP	-5 m CM	19 Km	Rive Sud A 100 m du chenal (-4,70m)	DTA - hors périmètres spécifiques.	Hors périmètres natura 2000	<b>A étudier</b>

Les sites situés entre Basse-Indre (SOFERTI) et Cordemais (en arrière de la Centrale) présentent des surfaces foncières disponibles trop restreintes (propriétés foncières du GPMNSN comprises entre 25 et 50 ha) par rapport aux besoins pour accueillir le parc éco-technologique. Ces sites ne sont donc pas retenus pour une analyse détaillée.



**Fig. 21. SOFERTI**



**Fig. 22. Indret**



**Fig. 23. ZAC de Port Launay**



**Fig. 24. Ilot Sardine**



**Fig. 25. Centrale de Cordemais**

Le site du Carnet est retenu pour une analyse plus fine ; il est situé à une distance relativement proche de St-Nazaire (< 20 km), et les surfaces disponibles sur ce site correspondent aux besoins du parc éco-technologique.



**Fig. 26. Le Carnet**

Les perspectives actuelles de développement du site de Donges-Est sont les suivantes :

- les espaces situés en bordure de la Loire sont inscrits au projet stratégique du port pour faire l'objet de mesures de gestion environnementales qui vont à l'encontre du développement d'un parc EMR. L'intérêt écologique très fort du site est reconnu. Cet espace est donc incompatible avec le projet de parc écotechnologique ;
- les espaces situés au nord, le long de la RD100 et de la voie ferrée sont inscrits au projet stratégique du port comme réserve foncière pour une plate-forme logistique. Cette zone fonctionnerait via les connexions routières et ferroviaires, sans lien direct avec la Loire. Cet espace est donc incompatible avec le projet de parc écotechnologique.

Le site de Donges-Est n'est donc pas retenu.



**Fig. 27. Donges-Est**

**Tabl. 3 - Etude comparative des sites n°8 à 12 – parties médiane et aval de l'estuaire de la Loire – Littoral proche**

Site	Situation	Foncier propriété du GPMNSN	Surface disponible (non occupée)	Vocation de la zone	Cote des fonds	Distance / St-Nazaire	Accès (chenal)	DTA / Projet stratégique	Patrimonia lité	Capacité à accueillir une zone industrielle EMR
Donges-Est	Donges	330 ha	330 ha	Projet portuaire abandonné. Projet de vasière expérimentale.	-5 m CM	12 km	Rive Nord A 200m du chenal (-4,70m)	DTA : Espaces naturels et paysages exceptionnels protégés. Projet portuaire (abandonné) Projet stratégique : plan de gestion sur les espaces naturels.	ZPS et ZSC Estuaire de la Loire	NON Contre les prospectives orientations actuelles données à ce site.
Donges-Ouest	Donges	110 ha	110 ha	Raffinerie de produits pétroliers. Lutte antipollution	-12,5 m CM	9 km	Rive Nord Accès direct (-12,85m)	DTA : Zones industrielles et commerciales.	Hors périmètres natura 2000	<b>A étudier.</b> D'autres projets à vocation industrielle peuvent être envisagés.
Méan	Saint-Nazaire	50 Ha	40 Ha	Pas de vocation définie	-14 m CM	2 km	Rive Nord A 100m du chenal (-12,85m)	DTA : site portuaire.	ZPS et ZSC Estuaire de la Loire	NON Emprise insuffisante.
Extension Port-Aval	DPM	DPM	40-50 Ha	Zone aménageable Projet de terminal conteneur	-13,5 m CM	-0,5 km	Rive Nord A 500m du chenal (-12,85m)	DTA : site portuaire Non prévu au projet stratégique.	Hors périmètres natura 2000	NON Emprise insuffisante
La Turballe	la Turballe	Nul	1,5 Ha	Port de pêche/plaisance Plateforme réparation navale	- 2,0 m CM	-40 km	Porte tempête		Hors périmètres natura 2000	NON Emprise insuffisante Tirant d'eau insuffisant

Le site de Donges-Ouest est intéressant : relativement proche de St-Nazaire (< 20 km), avec des profondeurs d'eau importantes à proximité de la berge. Cependant, la berge au droit du site est déjà occupée par les postes pétroliers, ce qui impliquera un positionnement des infrastructures portuaires éloigné du parc de 0,5 km à plus de 3 km. Les surfaces disponibles correspondent aux besoins du parc éco-technologique.



**Fig. 28. Donges-Ouest**

Le site de Méan ne présente pas une surface foncière suffisamment importante (environ 50 ha).



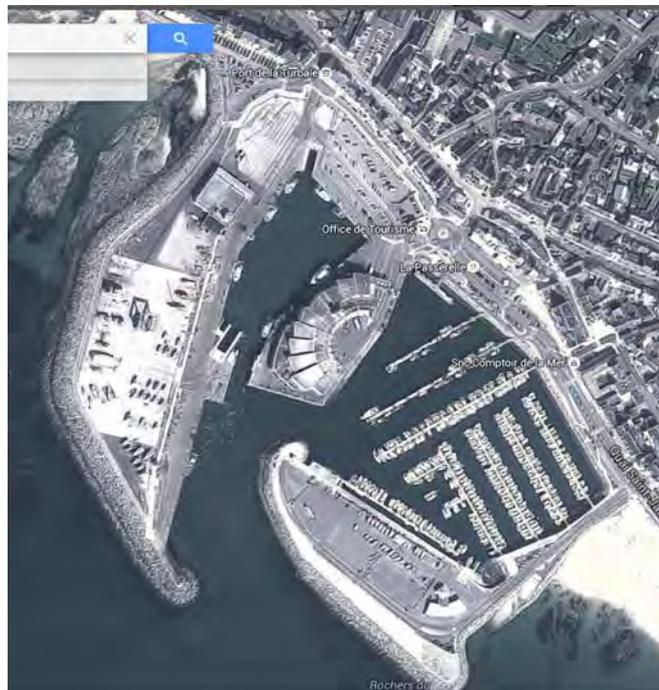
**Fig. 29. Méan**

Le site de Port Aval correspond à une zone nécessitant un aménagement sur le DPM. L'emprise de ce site potentiel resterait en-dessous du besoin identifié pour le développement du parc.



**Fig. 30. Port-aval**

Le site de la Turballe, outre sa localisation intéressante sur le littoral, non loin du projet éolien offshore « Banc de Guérande », présente une emprise très insuffisante.



**Fig. 31. La Turballe**

Ces trois derniers sites ne présentent pas les critères requis pour l'implantation du parc EMR et ne sont donc pas retenus.

### 2.2.3. SITES RETENUS POUR UNE ANALYSE DETAILLEE

Seuls trois sites réunissent l'ensemble des critères considérés pour la création d'un parc dédié aux éco-technologies marines.

- ZIP de Cheviré,
- Le Carnet
- Donges-Ouest.

Ces sites sont retenus pour une analyse multicritères détaillée.

## 2.3. ANALYSE DETAILLEE DES TROIS SITES RETENUS

### 2.3.1. METHODOLOGIE ET ANALYSE

L'analyse détaillée (voir tableaux pages suivantes) réalisée sur les trois sites potentiels a porté sur la prise en compte de critères :

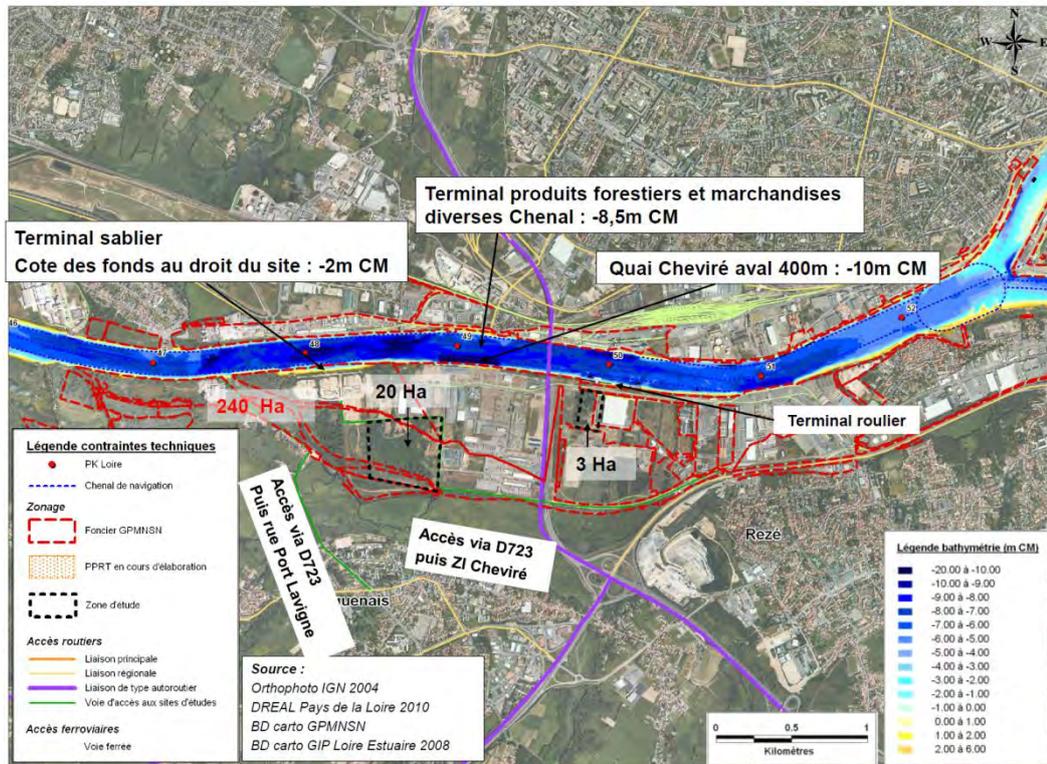
- **fonctionnels et techniques** (disponibilité foncière, accès maritime, accès terrestres, disponibilité bord à quai, installations existantes et possibilité d'implantation d'un prototype d'éolienne) ;
- **environnementaux** (fonctionnalités estuariennes, protection du patrimoine, habitats fonctionnels, habitats d'intérêt communautaire, espèces protégées) ;
- **réglementaires** (servitude tirant d'air et servitudes risques technologiques) ;
- **humain** (tissu existant et activités humaines).

Ces critères ont été représentés sous forme de quatre cartographies qui présentent, pour chacun des sites :

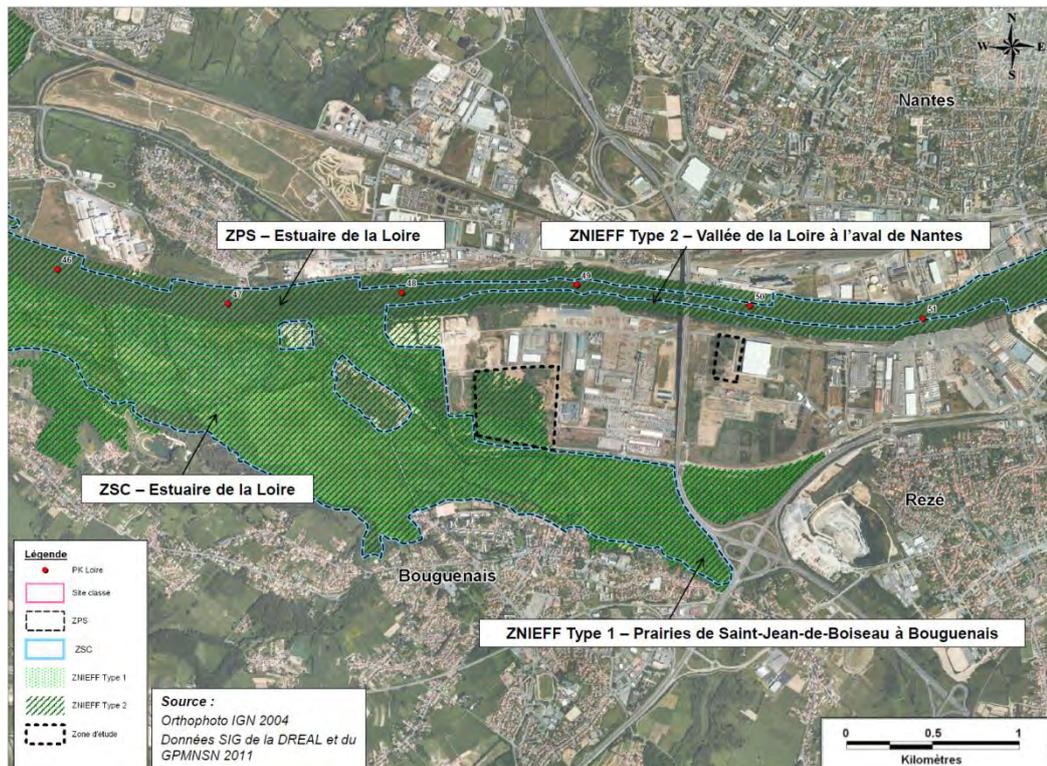
- le milieu physique et les éléments techniques,
- les périmètres d'inventaires et de protection
- les enjeux environnementaux et écologiques.
- les usages.

Les trois sites retenus font l'objet, d'une analyse cartographique détaillée.

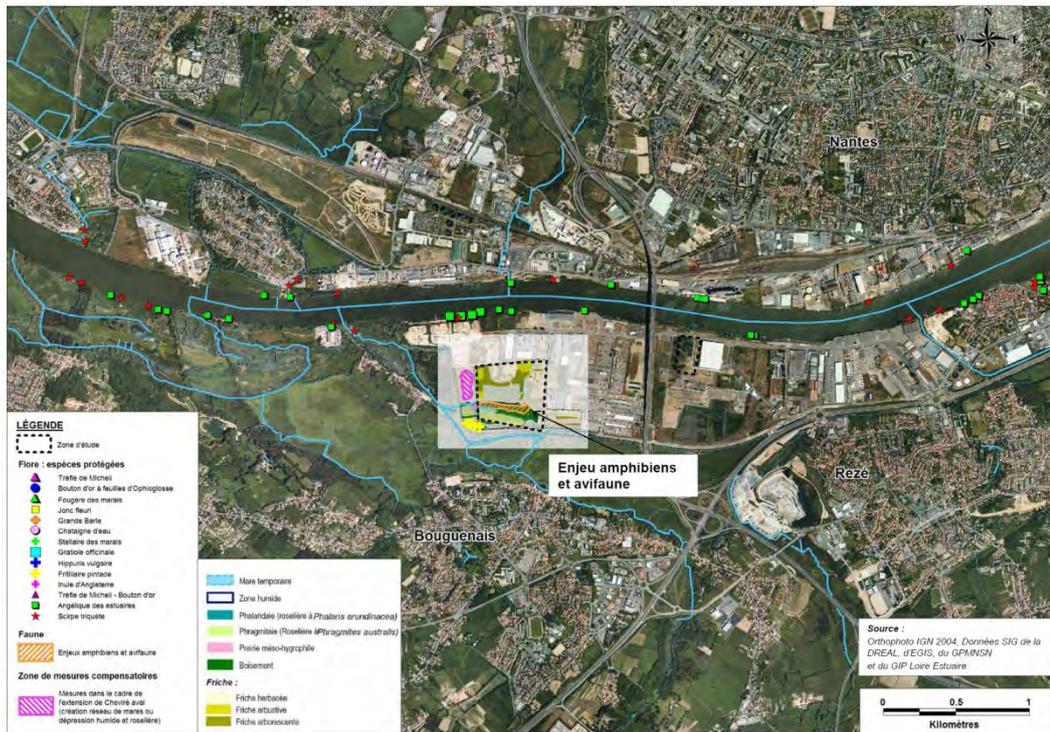
**A. Analyse cartographique détaillée de la ZIP de Cheviré**



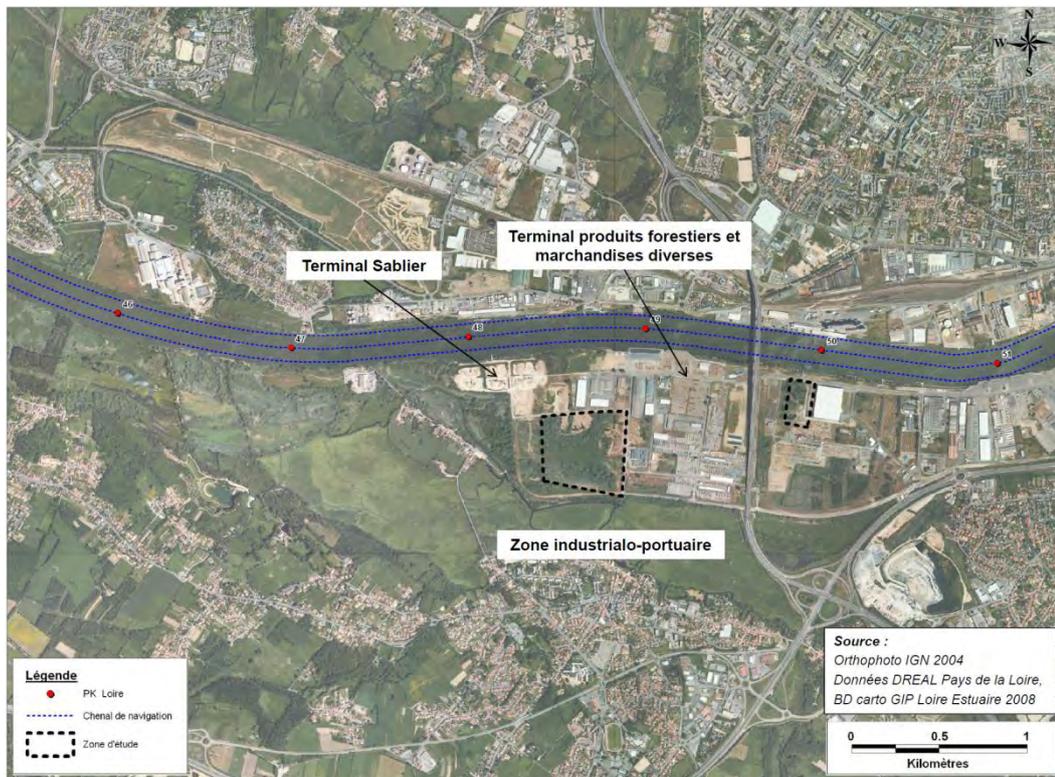
Carte des contraintes techniques



Carte des inventaires et protections

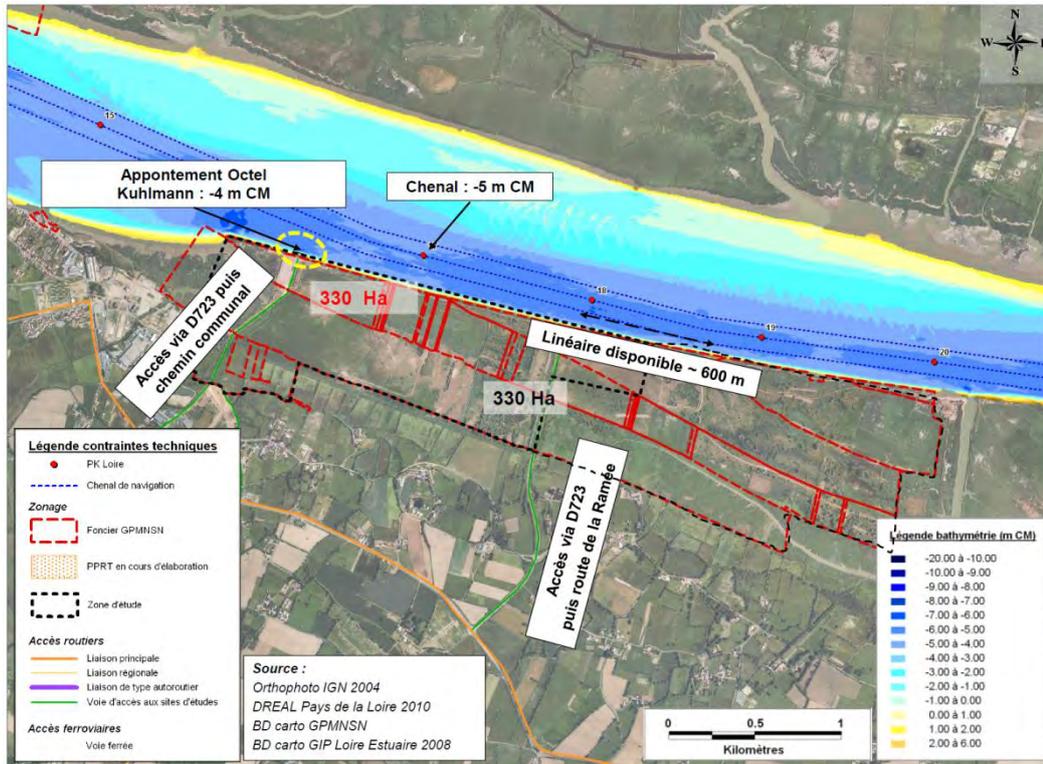


Carte des enjeux écologiques

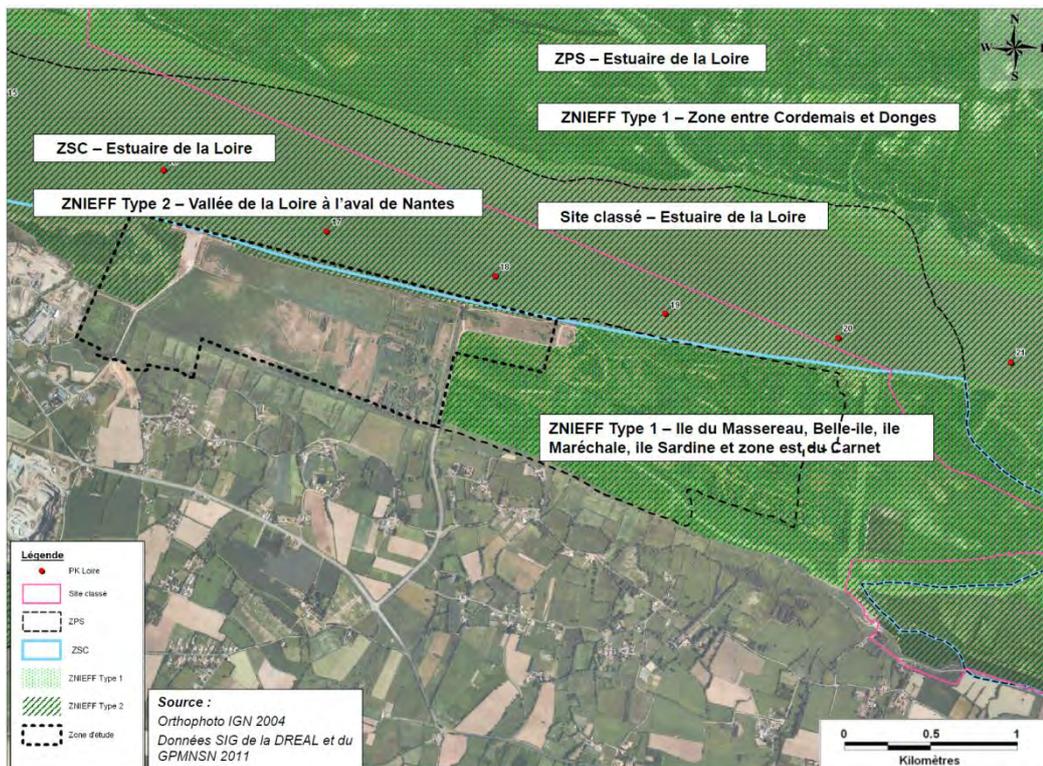


Carte des installations existantes

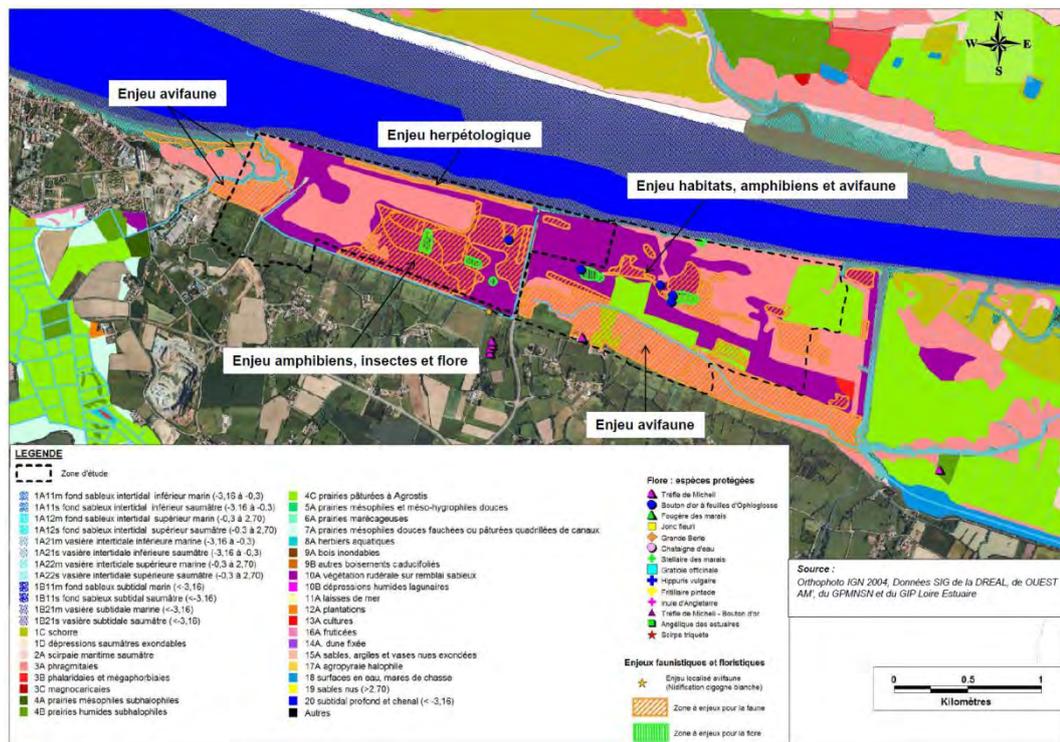
**B. Analyse cartographique détaillée de la ZIP du Carnet**



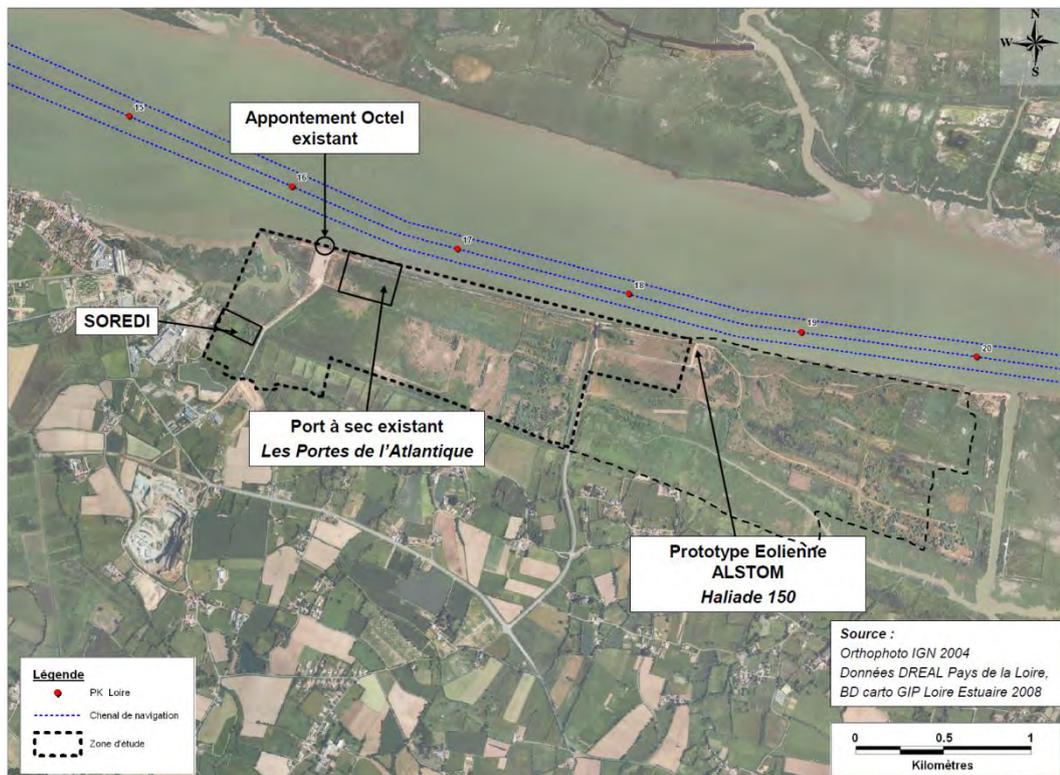
Carte des contraintes techniques



Carte des inventaires et protections

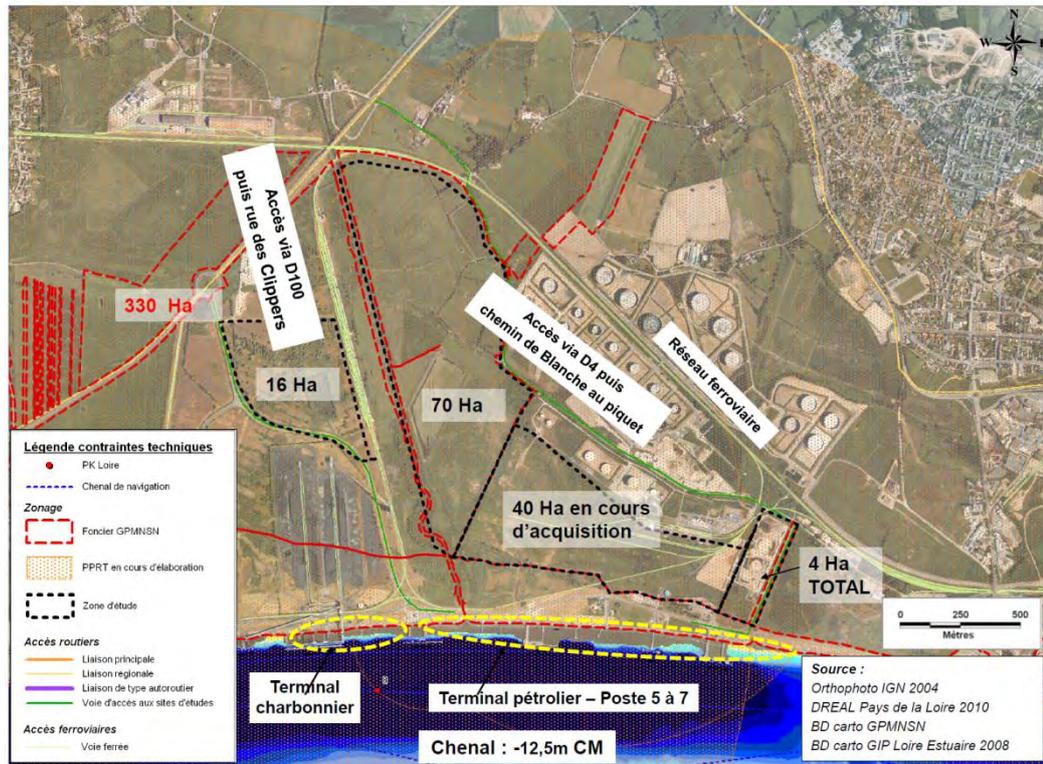


Carte des enjeux écologiques

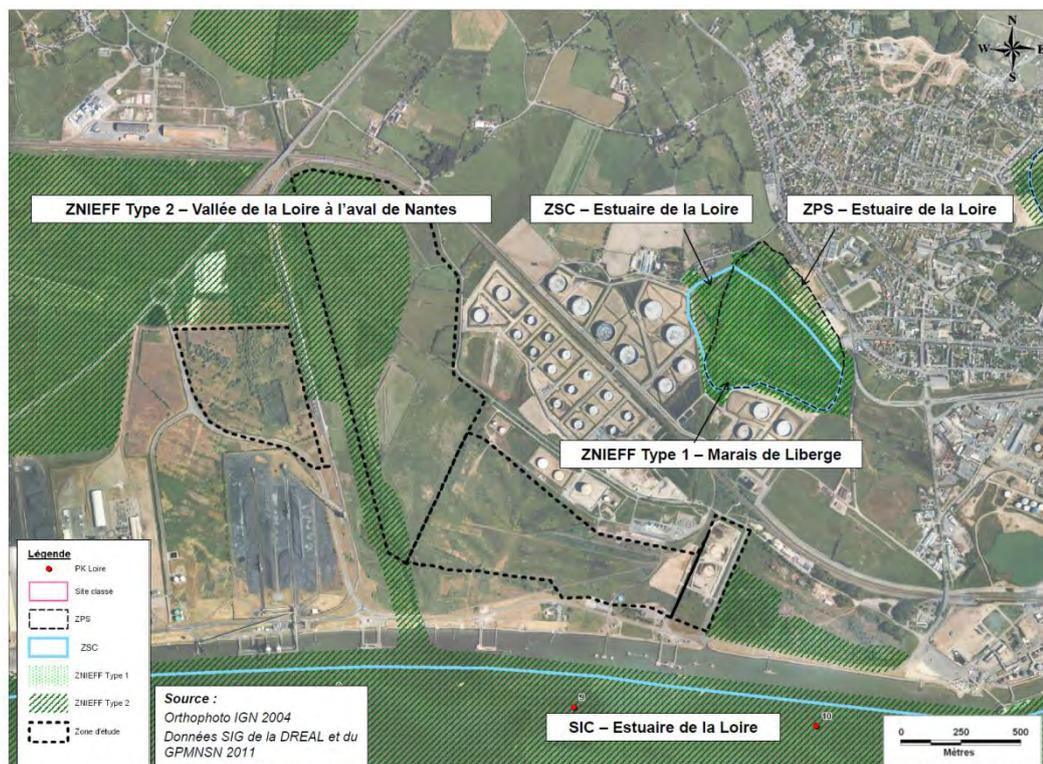


Carte des installations existantes

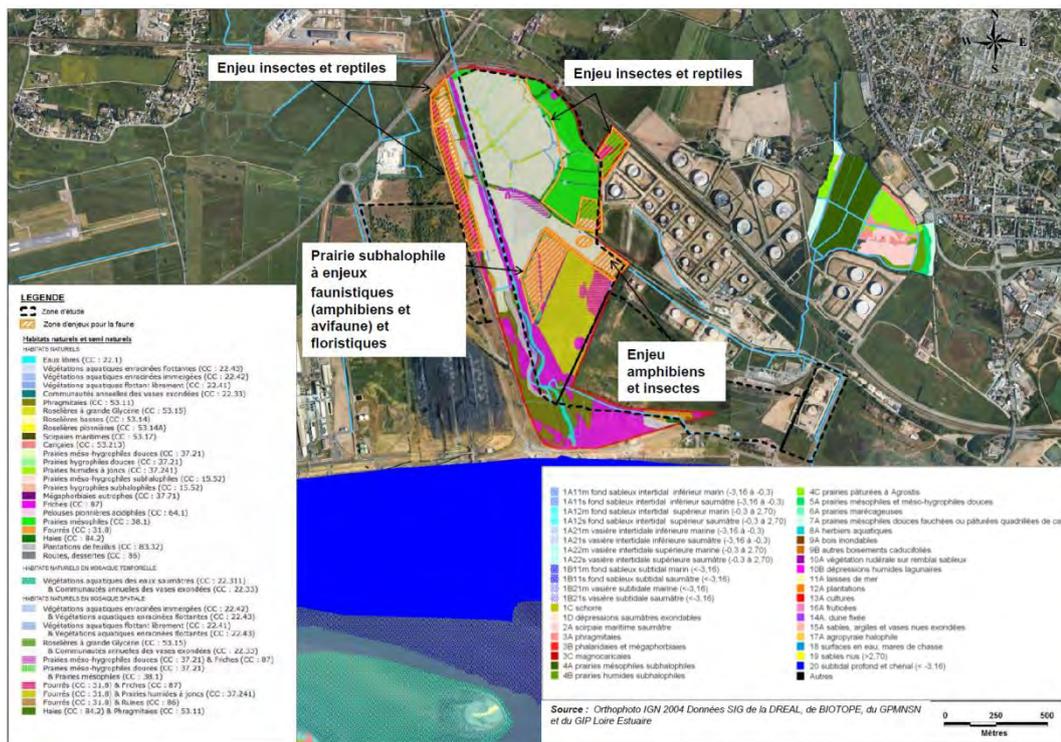
**C. Analyse cartographique détaillée de Donges Ouest**



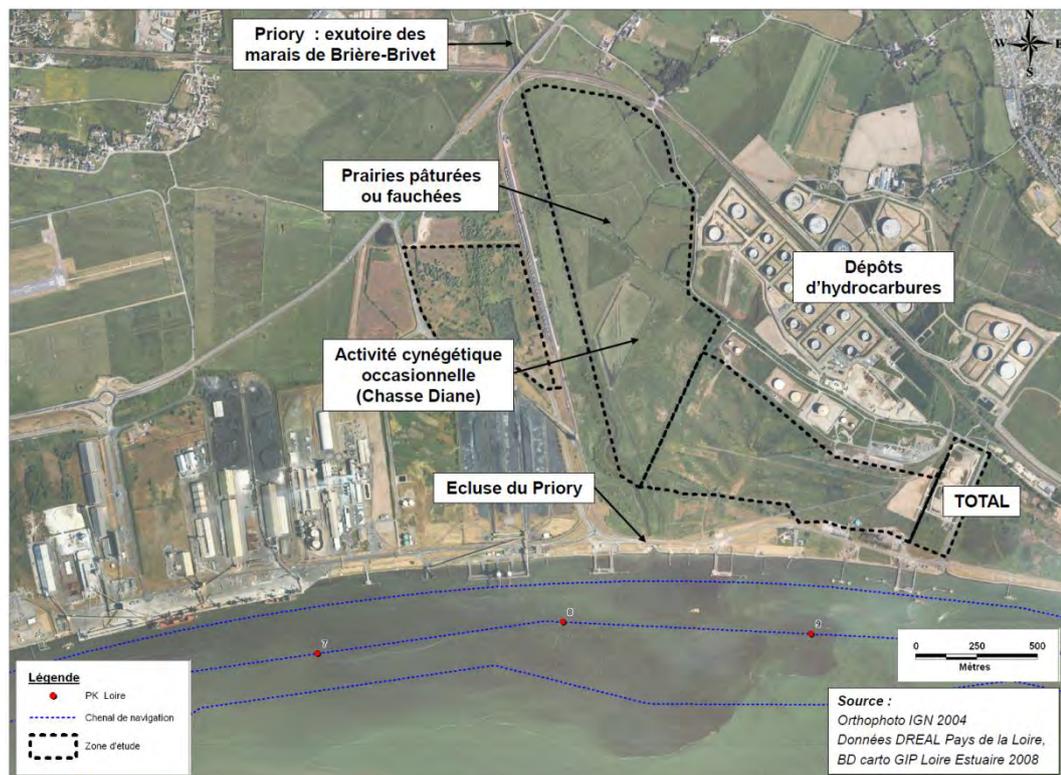
Carte des contraintes techniques



Carte des inventaires et protections



Carte des enjeux écologiques



Carte des installations existantes



	ZIP Cheviré	Site du Carnet	Donges-Ouest
<b>Localisation</b>	Nantes	Frossay/ Saint-Viaud	Donges Limite Ouest Montoir-de-Bretagne
<b>1 - CRITERES TECHNIQUES ET FONCTIONNELS</b>			
Foncier total	240 ha	395 ha	110 ha
Surface aménageable non mitée	20 ha	160 ha	110 ha
Vocation des zones (DTA et SCOT)	DTA - Zones industrielles et commerciales	DTA - hors périmètres spécifiques.	DTA - Zones industrielles et commerciales
Projet stratégique GPMNSN	Extension de l'aménagement de la zone portuaire de Cheviré Aval	Projet de parc éco-technologique	Respect d'une coupure verte
Distance /Saint - Nazaire	48 Km	19 Km	9 Km
Cote chenal (m CM)	-5 (chenal de Nantes)	-5 (chenal de Nantes)	-12,5 (chenal de Donges)
Infrastructures existantes	Terminal sablier Quai Cheviré Aval (postes 3 et 4)	Appontement Octel Kuhlmann Port à sec. Prototype éolien ALSTOM.	2 postes pétroliers. Manque d'espace pour de nouvelles installations.
Disponibilité bord à quais linéaire existant ou capacité à faire	Existant 400 m Important linéaire de berges disponible.	Important linéaire de berges disponible : 600 m environ	Environ 500m, mais éloignés de plus de 600m de la zone aménageable et avec de faibles surfaces en arrière du bord à quai
<b>Connexion routière</b>	Oui, accès D723 via notamment N844	Accès par D723 puis par: • la route de l'Eolienne • la rue de la Loire qui mène à l'appontement Octel-Kuhlmann Déviation de Vue en projet.	Oui, accès D100 via N171
<b>Connexion ferroviaire</b>	Site desservi par une voie ferrée raccordée au réseau SNCF.	Site non desservi. Infrastructures existantes à proximité (Paimboeuf).	Site desservi par le réseau ferroviaire.
<b>Implantation de prototype éolien</b> (plus de 500 m de toute habitation, zone non constructible autour : - largeur 360 m (3L) de chaque côté, - en amont du mât de mesure 840 m (7L))	Non.	Oui. Un prototype éolien est actuellement présent sur le site.	Non
<b>Servitudes tirant d'air (pour mât éolien)</b>	Pont de St-Nazaire (61,40m au-dessus des plus basses eaux); 57m sous le niveau de pleine mer. Pont de Cheviré (58,40m au-dessus des plus basses eaux)	Pont de St-Nazaire (61,40m au-dessus des plus basses eaux); 57m sous le niveau de pleine mer.	Pont de St-Nazaire (61,40m au-dessus des plus basses eaux); 57m sous le niveau de pleine mer.
<b>Servitudes risques (SEVESO, PPRT, PPR)</b>	RAS	Tenir compte de la présence du radar de Mindin pour la navigation (zones d'ombre, d'interférences).	PPRT - tout le site inclus dans le périmètre. 3 entreprises SEVESO à proximité du site: Raffinerie TOTAL, dépôts d'hydrocarbures SFDM, Centre d'emlisement GPL d'ANTARGAZ.

	ZIP Cheviré	Site du Carnet	Donges-Ouest
<b>Localisation</b>	Nantes	Frossay/ Saint-Viaud	Donges Limite Ouest Montoir-de-Bretagne
<b>2 - CRITERES ENVIRONNEMENTAUX ET REGLEMENTAIRES</b>			
<b>Rôle dans le fonctionnement estuarien (hydro-sédimentologie)</b>	Pas de modification vis-à-vis-du fonctionnement de l'estuaire Et Compatible avec le programme de restauration morphologique	Pas de modification vis-à-vis-du fonctionnement de l'estuaire Et Compatible avec le programme de restauration morphologique	Pas de modification vis-à-vis-du fonctionnement de l'estuaire Et Compatible avec le programme de restauration morphologique
<b>Patrimoine culturel et paysages</b>	Hors périmètres SC/SI	Hors périmètres SC/SI	Hors périmètres SC/SI
<b>Protections du patrimoine naturel</b>	A l'ouest, en relation avec ZSC et ZPS "Estuaire de la Loire"	Hors périmètres Natura 2000	Hors périmètres Natura 2000
<b>Inventaires</b>	ZNIEFF 1 «prairies de Saint-Jean-de-Boiseau à Bouguenais» ZNIEFF 2 «Vallée de la Loire à l'aval de Nantes» ZICO "Estuaire de la Loire" Zone humide Loire-Atlantique	ZNIEFF 1 «Secteur Ile du Massereau à Carnet est» ZNIEFF 2 : «la vallée de la Loire à l'aval de Nantes» Zone humide d'importance nationale Zone humide Loire-Atlantique	ZNIEFF 2 «Vallée de la Loire à l'aval de Nantes» Relations avec : ZNIEFF 1 «Marais d'Errand-revun» ZNIEFF 2 «Marais de grande Brière, de Donges et du Brivet» ZICO « Estuaire de la Loire »
<b>Habitats N2000</b>	Pas d'habitat d'intérêt prioritaire.	Un habitat d'intérêt prioritaire : saulaies et fourrés à saule blanc (UE 91E0*)	Pas d'habitat d'intérêt prioritaire.
<b>Présence d'espèces protégées</b> <b>Flore</b> : protections nationale (PN), régionale (PR) <b>Faune</b> : protection nationale Avifaune : protection nationale et espèces à enjeux Mammifères : protection nationale et espèces à enjeux Amphibiens et reptiles : protection nationale	<b>Flore</b> : 7 espèces à statut dont 1 protégée au niveau national (Angélique des estuaires) <b>Avifaune</b> : 57 espèces, la plupart communes. A noter le Pic épeichette et le Bouvreuil pivoine <b>Amphibiens et reptiles</b> : 4 espèces, l'ensemble près de la limite Ouest. <b>Mammifères</b> : espèces communes dont le Lapin de garenne <b>Insectes</b> : 46 espèces. Pas d'espèce protégée recensée	<b>Flore</b> : 4 espèces protégées ( <i>Ranunculus ophioglossifolius</i> (PN), <i>Atriplex longipes</i> (PN), <i>Calamagrostis canescens</i> (PR), <i>Trifolium michelianum</i> (PR)) <b>Avifaune</b> : 93 espèces protégées (en particulier en particulier Busard des roseaux Chardonneret élégant, Linnote mélodieuse et Gorgebleue à miroir) <b>Amphibiens et reptiles</b> : 13 espèces protégées <b>Mammifères</b> : 11 espèces protégées <b>Insectes</b> : pas d'espèce protégée recensée	<b>Flore</b> : pas d'espèces protégées recensées <b>Avifaune</b> : 43 espèces protégées <b>Amphibiens et reptiles</b> : 11 espèces protégées <b>Mammifères</b> : absence de données sur les mammifères terrestres 5 espèces protégées de Chauves-souris <b>Insectes</b> : 1 espèce protégée (Agrion de mercure)
<b>Habitats fonctionnels</b>	Prairies humides, roselières, saulaies	Végétation rudérale, roselière, prairie paturée à agrostis, schorre, saulaies	Prairies mésophiles, subhalophiles, scirpaies maritime, roselière, prairie paturée à agrostis
<b>Connaissance de la biodiversité existante sur site</b> (approche Faune - Flore réalisée par taxon, la détermination notamment de certains insectes ou chauves-souris n'ayant pas été réalisée jusqu'à l'espèce)	<b>Superficie de la zone étudiée : 22 ha sur les 240 ha du périmètre total</b> (Ouest am', 2006 et 2011-2012) <b>Flore</b> : 124 taxons <b>Avifaune</b> : 31 taxons <b>Amphibiens et reptiles</b> : 4 taxons <b>Mammifères</b> : 4 taxons <b>Insectes</b> : 14 taxons (dont 9 lépidoptères, 3 odonates et 1 orthoptère)	<b>Superficie de la zone étudiée : 395 ha</b> (Ouest am' 2008-2009 et 2012-2013) <b>Flore</b> : 277 taxons <b>Avifaune</b> : 135 taxons <b>Amphibiens et reptiles</b> : 8 taxons <b>Mammifères</b> : 17 taxons <b>Insectes</b> : 282 taxons (dont 28 lépidoptères, 17 odonates, 22 orthoptères)	<b>Superficie de la zone étudiée : 106 ha</b> (Biotope, 2006) <b>Flore</b> : 166 taxons <b>Avifaune</b> : 67 taxons <b>Amphibiens et reptiles</b> : 11 taxons <b>Mammifères</b> : 5 taxons <b>Insectes</b> : 43 taxons (dont 18 lépidoptères, 11 odonates et 14 orthoptères)

	ZIP Cheviré	Site du Carnet	Donges-Ouest
<b>Localisation</b>	Nantes	Frossay/ Saint-Viaud	Donges Limite Ouest Montoir- de-Bretagne
<b>3 - MILIEU HUMAIN, USAGES</b>			
<b>Tissu existants</b>	Activités et trafics portuaires		
<b>Activités humaines / usages</b>	Activités industrielles : bois, recyclage métaux, sable, croisière, logistique.	Réserve foncière. Agriculture (pâturage/fauchage), chasse, promenade.	A proximité : stockage d'hydrocarbures. Agriculture (prairies pâturées et fauchées). AOT Herbage

### 2.3.2. SYNTHÈSE ET CHOIX DU SITE

**Sur le site de Cheviré**, le fort mitage du site rend les parcelles aménageables de faible taille. Malgré les réserves foncières, le manque de parcelles de grande taille et jointives est **réhibitoire** pour l'aménagement d'un parc dédié aux éco-technologies. En effet, le foncier disponible d'un seul tenant est réduit à une vingtaine d'hectares. Par conséquent, le projet ne peut pas être envisagé sur ce site.

**Le site de Donges-Ouest** constitue une des alternatives au site du Carnet. Les principales raisons qui ont conduit à retenir in fine le Carnet plutôt que Donges-Ouest résultent :

- du positionnement des infrastructures portuaires (quais) nécessairement éloignées des parcelles aménageables : 500 m pour les plus proches et plus de 3 km pour les plus éloignées (cf. plan ci-après) ;
- peu, voire pas, d'espaces disponibles en arrière-quai qui sont nécessaires au pré et post acheminement des colis. L'aménagement de ces terre-pleins d'arrière-quai nécessiterait la déviation de la rue du Galion qui constitue aujourd'hui une alternative à la route départementale n°4 pour les poids lourds en provenance de la raffinerie. Cet aménagement poserait des difficultés de cohabitation entre un trafic élevé sur la rue du Galion et la traversée par les colis liés aux activités des filières « énergies renouvelables<sup>1</sup> » qui seront manutentionnés entre le quai et les parcelles.

Par ailleurs, l'aménagement du site de Donges-Ouest est également, comme Le Carnet, même si c'est à un degré moindre, pénalisant pour l'environnement. En effet, ces deux sites ont été artificialisés par l'homme, par des remblaiements hydrauliques et l'aménagement des berges de Loire. Tous les deux n'ont pas fait l'objet de travaux de viabilisation à la suite des remblaiements, ce qui a permis une renaturation des sites : présences de zones humides et implantation d'espèces floristiques et faunistiques conférant un intérêt environnemental à ces deux sites.

De plus, le site de Donges-Ouest est traversé par le Priory (exutoire de la Brière). Cet exutoire et les espaces qui le bordent sont identifiés dans la trame verte et bleue du port.

<sup>1</sup> Colis lourds (pouvant atteindre 500 à 600t) et volumineux (10 à 30m de largeur, longueur pouvant atteindre 70m,...) qui sont manutentionnés par des multiwheeler dont la vitesse de déplacement est lente : quelques km/h.



	Périmètre foncier du port (125 ha)
	Réserve foncière pour la trame verte et bleue (30 ha)
	Emprise du projet d'aménagement alternatif au site du Carnet sur le foncier portuaire (55 ha), avec le positionnement du quai excentré du fait de l'occupation de la berge par les postes pétroliers, dont 38 ha grevés par le PPRT. 
	Emprises complémentaires, hors foncier portuaire, nécessaires pour répondre aux besoins des filières EMR (35 ha), y compris des espaces de pré et post acheminement au droit du quai, dont 13 ha grevés par le PPRT. 

**Sur le site du Carnet**, l'espace disponible est favorable à l'accueil du parc des éco-technologies marines. Le site est déjà partiellement occupé (appontement Octel, port à sec, éolienne Alstom) et le linéaire de berges existant permettrait la construction des infrastructures portuaires nécessaires. L'intérêt écologique du site est avéré : de nombreuses espèces faunistiques et floristiques sont protégées (au niveau régional et national), un habitat d'intérêt communautaire prioritaire et plusieurs habitats d'intérêt communautaire sont recensés. La biodiversité sur le site est élevée, mais avec une dynamique de fermeture et d'appauvrissement de certains milieux.

Les enjeux écologiques n'ont pas un caractère rédhibitoire mais doivent être pris en compte dans l'hypothèse de l'aménagement et plus particulièrement dans le choix de l'implantation du parc sur le site dans son ensemble.

Les possibilités d'aménagement sur le site du Carnet sont plus grandes que sur le site de Donges-Ouest où les activités liées à la raffinerie et aux dépôts d'hydrocarbures sont présentes et plus contraignantes : périmètre PPRT et peu de disponibilités pour de nouvelles infrastructures en bord de Loire. De plus, ce site permet d'envisager l'implantation d'un ou deux prototypes d'éolienne.

Par conséquent, au vu des critères retenus (critères fonctionnels et techniques liés aux besoins spécifiques du parc dédié aux éco-technologies marines, critères environnementaux et réglementaires et critère d'usages), le site du Carnet apparaît le plus adapté pour l'implantation du futur parc des éco-technologies marines.

Situé sur l'estuaire et en marge des principales zones urbaines, ce site présente néanmoins un fort intérêt écologique. Les enjeux écologiques ont été identifiés et devront être pris en compte de façon à minimiser l'impact du parc à l'échelle de l'ensemble du site (environ 395 ha).



**Fig. 32. Synthèse de l'analyse multicritère des trois sites retenus**

## 3. HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS ET ACTIVITES ACTUELLES SUR LE SITE DU CARNET

### 3.1. HISTORIQUE DES AMENAGEMENTS

Le site du Carnet a été aménagé depuis les années 1970, à des fins portuaires. Son environnement proche est également lié à l'activité économique :

- remblai du site pour une mise hors d'eau ;
- développement des accès avec l'apportement Octel-Kuhlmann en Loire et les voiries Est et Ouest ;
- zone d'activité Sud Estuaire et collecte, recyclage, valorisation de déchets industriels (SORED) au sud de l'emprise.

Par ailleurs, ce secteur est historiquement destiné à l'aménagement d'un site portuaire :

- les premiers remblais sur ce secteur débutent en 1970. L'arrêté Préfectoral du 11 Juin 1975 succède à l'arrêté du 08 juillet 1974 et délimite le périmètre provisoire de la ZAD Sud-Estuaire (Zone d'Aménagement Différé) sur lequel l'Etat bénéficie d'un droit de préemption. Ce périmètre devait couvrir une surface de 2 170 ha ;
- l'arrêté du 2 juin 1976 crée la ZAD du Carnet qui couvre alors 80 ha. La ZAD du Carnet ne concerne que les espaces cadastrés, excluant donc le bras du Migron, encore présent à cette époque ;
- en mars 1977, la CIAT (Commission Interministérielle à l'Aménagement du Territoire) établit le financement de l'aménagement du chenal et de la mise en dépôt des produits de dragage associés sur les rives nord et sud (Montoir, Lavau et Le Carnet) pour préparer de nouvelles zones industrielles. Les remblais sur le secteur du Carnet vont continuer jusqu'en 1993 ;
- l'arrêté préfectoral du 29 juillet 1977 crée la ZAD de l'estuaire qui couvre une surface de 1 062 ha ;
- ci-dessous un extrait du relevé de décisions du comité interministériel Plan Loire du 4 janvier 1994, autorisant les aménagements de Donges et du Carnet sous conditions de mesures de réduction et compensatoires :

Tenant compte de son intérêt économique, le Gouvernement confirme la décision d'extension des aménagements du Port Autonome sur la zone de Donges Est ainsi que sur la zone du Carnet et autorise le Port à solliciter les autorisations nécessaires à cet aménagement. Cette décision est cependant subordonnée à la remise au conservatoire du littoral par le Port Autonome de 1 500 ha de terrains situés à l'intérieur de « l'écharpe verte » présentant un intérêt écologique et ne faisant pas l'objet d'aménagement. Ces terrains seront aménagés par le Port de façon à reconstituer des vasières d'importance comparable à celle de Donges-Est, notamment à l'amont de Donges-Est et dans le secteur du bras du Migron. Le Port Autonome sera incité à participer à l'entretien de ces terrains.

**Fig. 33. Extrait du relevé de décisions du comité interministériel Plan Loire du 4 janvier 1994**

La surface totale remblayée atteint alors 275 ha qui ont fait l'objet d'une régularisation (arrêté préfectoral du 08/11/2007) au titre des articles L.214-1 à L.214-6<sup>2</sup> du Code de l'Environnement.

Ce site présente un intérêt remarquable pour ce type d'aménagement à l'échelle de l'estuaire :

- la proximité immédiate du chenal de navigation ;
- le faible niveau de contraintes vis-à-vis des périmètres réglementaires concernant les milieux naturels comparé à celui existant à l'échelle de l'estuaire ;
- l'inscription de ce secteur, depuis 1970, comme espace à vocation d'aménagement industrialo-portuaire.

<sup>2</sup> : *Nomenclature visée :*

3.1.1.0.	<p><i>Installations, ouvrages, remblais et épis dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant :</i></p> <p>1° <i>Un obstacle à l'écoulement des crues (Autorisation).</i></p> <p><u>Justification</u> : <i>bras du Migron isolé de la Loire, supprimant une zone d'expansion de crues.</i></p>
3.1.2.0.	<p><i>Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur du cours d'eau :</i></p> <p>1° <i>Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (Autorisation).</i></p> <p><u>Justification</u> : <i>bras du Migron coupé et remblayé.</i></p>
3.1.5.0.	<p><i>Installations, ouvrages, travaux ou activités dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, ... :</i></p> <p>1° <i>Destruction de plus de 200 m<sup>2</sup> de frayères (Autorisation).</i></p> <p><u>Justification</u> : <i>destruction de vasières dans le bras du Migron.</i></p>
3.2.2.0.	<p><i>Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur du cours d'eau :</i></p> <p>1° <i>Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m<sup>2</sup> (Autorisation).</i></p> <p><u>Justification</u> : <i>remblaiement de 275 ha dans le lit majeur de la Loire.</i></p>
3.3.1.0.	<p><i>Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :</i></p> <p>1° <i>Supérieure ou égale à 1 ha (Autorisation).</i></p> <p><u>Justification</u> : <i>remblaiement de 170 ha de zones humides.</i></p>

## 3.2. INSTALLATIONS EXISTANTES A PROXIMITE IMMEDIATE DU SITE DU CARNET

### 3.2.1. SOREDI

L'entreprise SOREDI (société pour l'Ouest de reconditionnement de déchets industriels), filiale de VEOLIA Environnement, s'est implantée en 2009 sur la commune de Saint-Viaud, en continuité avec l'agglomération de Paimboeuf (ancien site Octel Kuhlmann) et avec le site du Carnet.

Cette entreprise est spécialisée dans la gestion des déchets spéciaux, dangereux ou toxiques, qu'elle stocke, trie et réexpédie vers les centres de traitement du groupe. La SOREDI envisage par ailleurs de créer une unité de traitement des eaux de cales de bateaux, en particulier pour les hydrocarbures.



**Fig. 34. Entreprise SOREDI**

### 3.2.2. ARETZIA

L'entreprise ARETZIA, localisée rue Ferréol Prezelin à Paimboeuf, est spécialisée dans le secteur d'activité de la dépollution et autres services de gestion des déchets.



**Fig. 35. Entrée de l'entreprise ARTEZIA**

### 3.2.3. PARC D'ACTIVITE ESTUAIRE SUD

Situé à 20 km de Saint-Nazaire et à 45 km de Nantes, le parc d'activité Estuaire Sud dispose de 25 ha dédiés aux besoins des TPE et PME artisanales et industrielles. Le parc d'activités Estuaire Sud propose des solutions immobilières avec des bureaux à louer et des bâtiments clefs en main.



**Fig. 36. Parc d'activités Estuaire Sud**



**Fig. 37. Localisation du Parc d'activités Estuaire Sud [CCSE]**

### 3.3. INSTALLATIONS EXISTANTES SUR LE SITE DU CARNET

Trois installations sont présentes sur le site du projet au Carnet :

- l'apponement Octel, pour produits chimiques liquides, installation conservée depuis l'arrêt de l'activité sur le site,
- le port à Sec « Les Portes de l'Atlantique », à l'ouest de la route de l'Eolienne,
- le prototype d'éolienne off-shore expérimentale d'ALSTOM « Haliade 150 », à l'est de la route de l'Eolienne et son apponement qui font l'objet d'un permis précaire.

#### 3.3.1. L'APPONEMENT OCTEL ET LA ZONE VIABILISEE ATTENANTE

Cet apponement et la viabilisation des terrains adjacents ont été réalisés pour des produits chimiques liquides. Cette installation a été conservée depuis l'arrêt de l'activité sur le site.





**Fig. 38. Appontement Octel et zone viabilisée attenante**

### 3.3.2. LE PORT A SEC « LES PORTES DE L'ATLANTIQUE »

La société « Les portes de l'Atlantique » a été autorisée via l'arrêté préfectoral n°2011/BPUP/007 en date du 25/01/2011, en application des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement, à réaliser un port à sec de 4 ha, sur la commune de Frossay, en bord de Loire. Les principales caractéristiques de l'aménagement sont présentées ci-après.

#### 3.3.2.1. CARACTERISTIQUES GENERALES

Un port à sec est une zone de stockage à terre de bateaux située sur une surface mitoyenne ou suffisamment proche d'un plan d'eau pour garantir, grâce à un bon niveau de service, une mise à l'eau et un tirage rapide des bateaux (moins d'un quart d'heure dans les heures ouvrables). Pour pouvoir se substituer au port à flot, le port à sec doit proposer des services connexes.

Le port à sec comprend, sur une surface de 31 000 m<sup>2</sup>, 400 places, accessibles 24 heures sur 24. Un hangar de 2 600 m<sup>2</sup> regroupe la zone d'accueil, des bureaux et des sanitaires. Il dispose également d'un élévateur de 50 tonnes pour bateaux de 7, 50 mètres de large maxi, d'un ponton d'accueil de 60 m de long accessible très facilement même à marée basse. Un parc de 50 places pour les bateaux en dépôt-vente a été aménagé ainsi qu'une véritable « station-service de la mer » : ravitaillement carburant, carénage express, antifouling, accastillage, mécanique, polyester.

Un accès permanent a été aménagé : sans seuil, sans écluse, avec 2,80 m de profondeur à marée basse. Le ponton d'accueil à inertie « en béton » de type « Brise Clapot » mesure 60 mètres de long pour 3 mètres de large.





**Fig. 39.** Port à sec « Les Portes de l'Atlantique » [<http://www.placedeport.fr>]

### 3.3.2.2. NATURE ET SPECIFICITES DES AMENAGEMENTS

#### 3.3.2.2.1. AMENAGEMENTS TERRESTRES

L'ensemble de la zone a été remblayée à la cote de + 8 m CM pour l'affranchir du risque inondation sur le long terme. Seuls les réseaux souples ont été amenés au site (AEP, électrification, France Télécom, ...). La bande des 100 m en bord de Loire n'a été aménagée que par l'accès à l'ouvrage de mise à l'eau.

Concernant les eaux pluviales liées à la voirie d'accès, des noues latérales permettent de collecter les eaux de ruissellement. Sur le périmètre du port à sec, des réseaux ont été installés sous les voiries et sous le terre-plein du port à sec, afin d'évacuer les eaux pluviales vers un bassin de rétention. Par ailleurs, ce bassin étanchéifié permet également, dans le cas de pollutions accidentelles, de confiner une pollution et ainsi de stopper son départ vers la Loire.

Les charges produites d'eaux usées font l'objet d'un traitement par filière autonome.

#### 3.3.2.2.2. EQUIPEMENTS DE MISE A L'EAU

La société « Les portes de l'Atlantique » a souhaité construire ses propres aménagements de mise à l'eau en lien avec la spécificité du matériel utilisé et au service qu'il procure, basé sur la réactivité de la mise à l'eau des bateaux. Un élévateur a été mis en place pour permettre la manutention de navires de plaisance. Cet élévateur est implanté sur le talus en enrochement de la Loire, perpendiculairement à la berge.





**Fig. 40. Roselière de bord de Loire et équipements de mise à l'eau du Port à sec [ARTELIA, 2014]**

### 3.3.3. LE PROTOTYPE D'ÉOLIENNE OFFSHORE - ALSTOM « HALIADE 150 »

La description du prototype éolien d'ALSTOM sur le site du Carnet est extraite du document « Evaluation des incidences Natura 2000 – Projet éolien de l'île du Carnet, Mars 2011 » réalisée par ALTECH.

Une enquête publique s'est déroulée en mairie de Frossay et de Saint-Viaud du 23/05/2011 au 23/06/2011. Le permis de construire à titre précaire (durée de 5 ans) a été obtenu le 29 juillet 2011.

#### 3.3.3.1. DESCRIPTION DE L'ÉOLIENNE

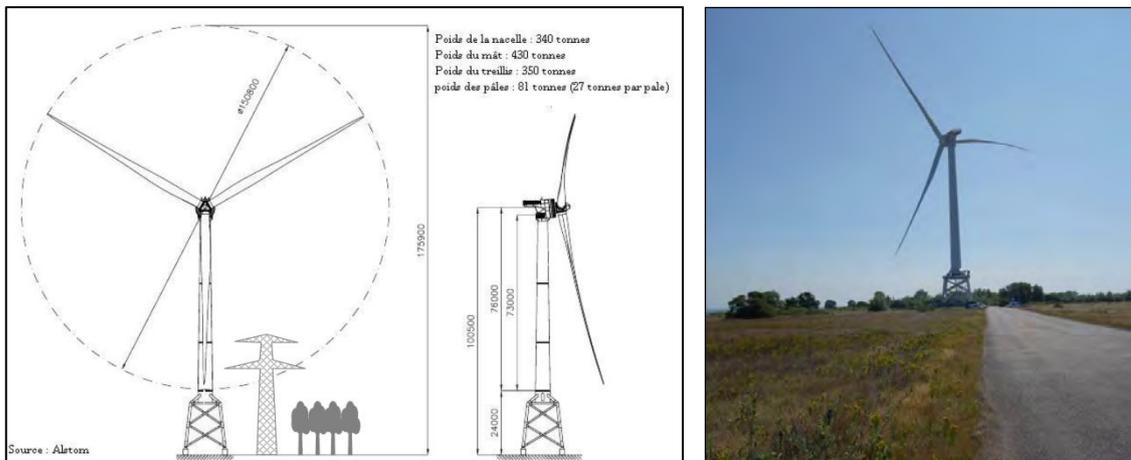
L'éolienne installée sur le site du Carnet est un prototype dont l'objectif est de valider des données techniques en conditions réelles avant d'envisager une installation en mer puis une production à plus grande échelle dans le cadre du développement de l'éolien offshore.

Les caractéristiques dimensionnelles de cette machine sont présentées dans le schéma ci-dessous.

Ce modèle développé uniquement pour le contexte offshore présente des caractéristiques supérieures aux modèles de machines terrestres, aussi bien en terme de puissance que de dimensions. La machine pressentie présente une puissance nominale de 6 MW pour un dimensionnement en bout de pales de 175,9 mètres. Le mât et le treillis mesurent 97 mètres et chacune des pales environ 75 mètres.

Le rotor occupe un espace situé entre 24 mètres et 176 mètres au-dessus du sol. L'éolienne fonctionne en régime normal dans l'intervalle de vitesses de vent compris entre 3 m/s (soit 10,8 km/h) et 25 m/s (soit 90 km/h). La vitesse optimale est de 9,5 m/s en moyenne. Au-delà de 25 m/s, le rotor se positionne « en drapeau » afin que les pâles ne soient plus entraînées par le vent, puis est arrêté.

La vitesse de rotation des pales en production nominale est de 11,5 tours par minute, soit 330 km/h en bout de pale. Cette vitesse de rotation varie en fonction de la vitesse des vents et atteindra le minimum de 4 tours par minute pour des vents faibles (115 kilomètres/h en bout de pale), jusqu'à un maximum de 15 tours par minute (430 kilomètres/h en bout de pale), seuil au-delà duquel les systèmes de sécurité entraînent l'arrêt de la rotation des pales. Elle sera balisée de jour au niveau de la nacelle par des feux d'obstacle à éclat blanc et de nuit par des feux à éclat rouge. Le mât sera aussi équipé de feux d'obstacle rouge à 45 mètres du sol.



**Fig. 41. Présentation de l'éolienne type ECO 1XXM (Puissance 6MW) implantée sur le Carnet (comparaison avec un poteau de ligne à haute tension de 42 mètres et avec des arbres de 20 mètres) [ALSTOM, 2011]**

### 3.3.3.2. DESCRIPTION DU SCHEMA D'AMENAGEMENT DE LA ZONE

La configuration de l'environnement immédiat a été adaptée à la fois à la réception, au stockage, au montage et démontage des éléments.

L'aire de montage a été définie en fonction des contraintes techniques liées à la taille et au poids des éléments à assembler. Une aire de manutention a été définie avec la suppression de tous les bosquets et autres buissons d'épineux. L'aire de stockage et l'aire de grutage ont été compactées et nivelées. Elles ont ensuite été renforcées respectivement par 30 et 40 cm d'empierrement pour supporter le poids des engins. Des pieux et un socle en béton ont également été mis en place pour accueillir la grue principale localisée au centre du chantier.

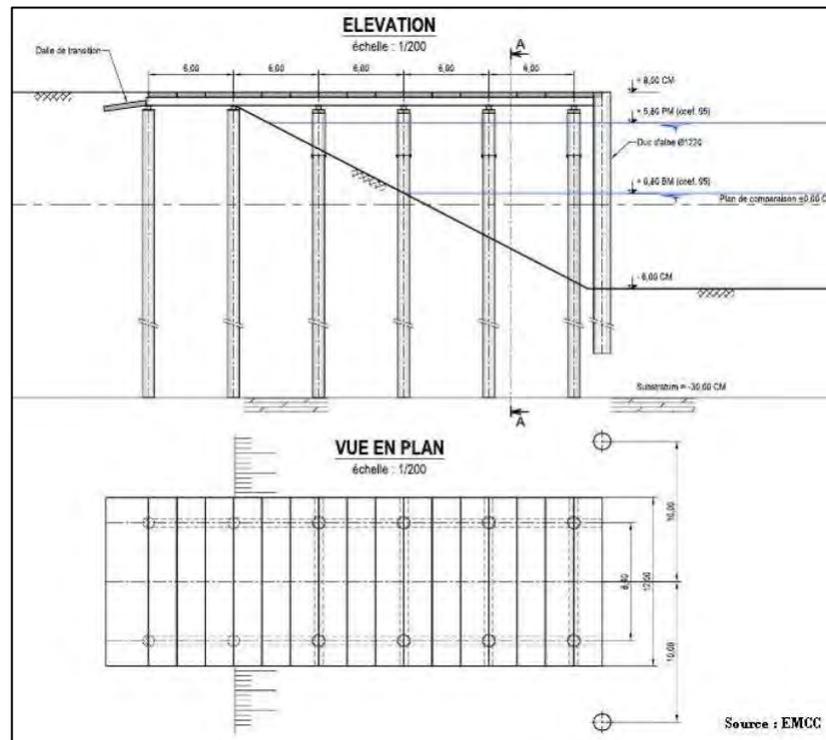


**Fig. 42. Eolienne depuis la partie Est du site [ARTELIA, 2014]**



**Fig. 43. Estacade et aire de maintenance [GPMNSN, 2013]**

Une estacade a été construite sur la rive pour permettre l'acheminement par la Loire des éléments de grande taille constituant l'éolienne. D'une largeur proche de 12 mètres, cet estacade a nécessité la pose de 12 pieux à travers la rive en pente de la Loire ainsi que la pose de 2 pieux latéraux positionnés à moins de 4 mètres de part et d'autre de l'extrémité du ponton.

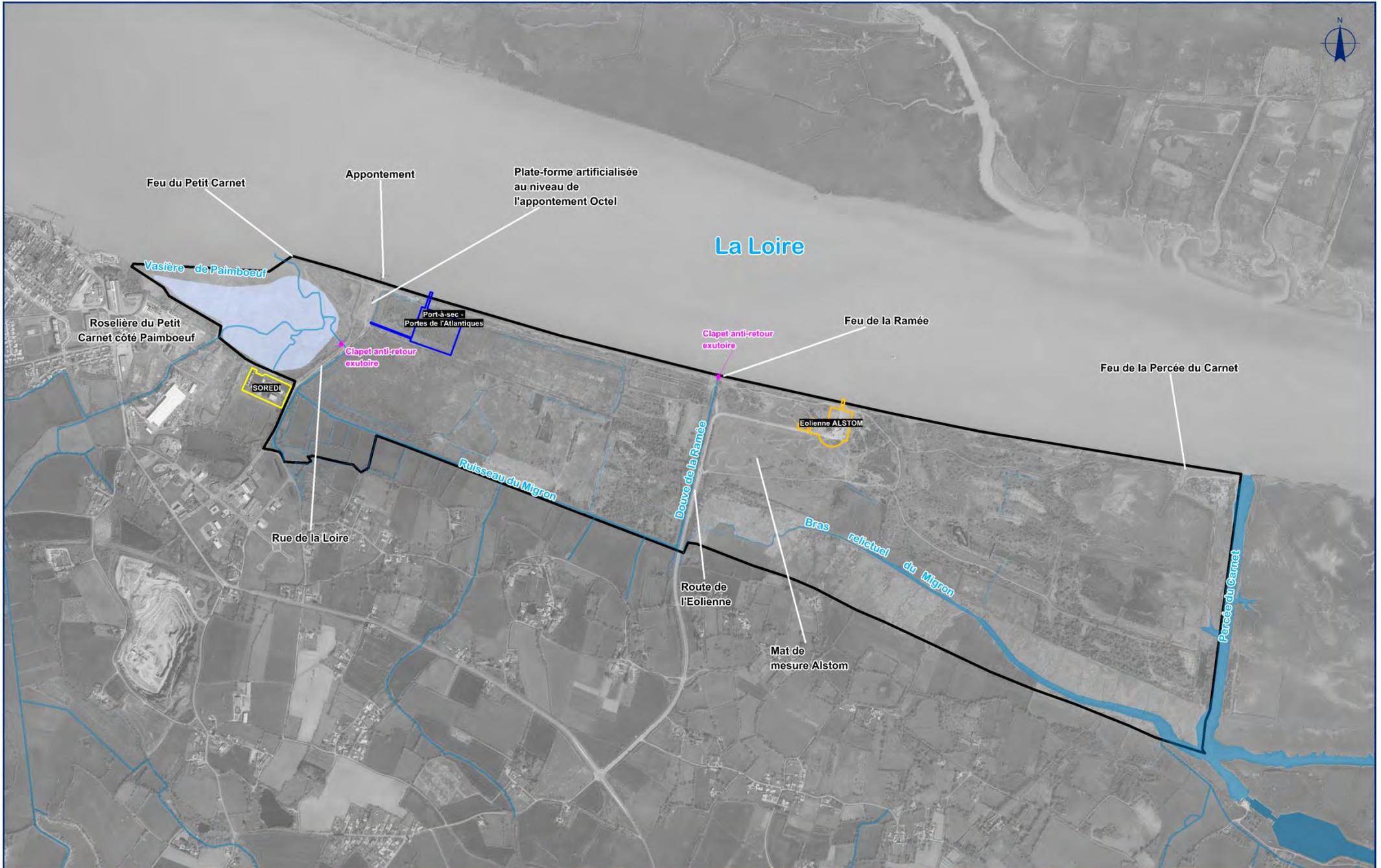


**Fig. 44. Plan de l'estacade [EMCC, 2011]**



**Fig. 45.** *Le prototype éolienne ALSTOM sur le site du Carnet et la centrale de Cordemais en arrière-plan [PHYTOLAB]*

TERMINOLOGIE ADOPTÉE DANS LE DOCUMENT



## 4. JUSTIFICATION ET PARTI D'AMENAGEMENT RETENU SUR LE SITE DU CARNET

### 4.1. L'INSCRIPTION DES ACTIVITES PORTUAIRES DANS UNE VISION GLOBALE DE L'ESTUAIRE

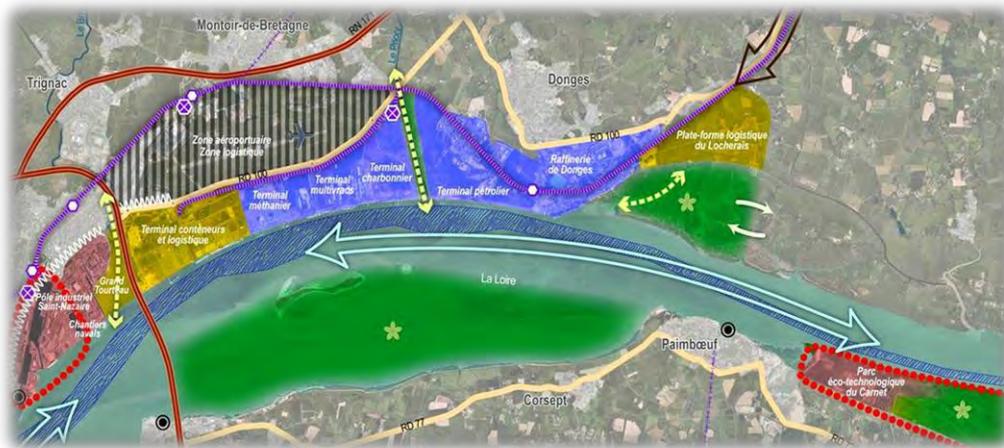
[Sources : justification du parti d'aménagement, GPMNSN, 2011, présentation au CSEL 2013]

L'estuaire de la Loire possède tous les atouts pour relever le défi de devenir un modèle d'innovation conciliant les activités socio-économiques et la préservation de l'environnement (Pacte de l'estuaire).

L'aménagement du site du Carnet, identifié comme futur parc des éco-technologies, propose une mise à disposition de vastes espaces inscrits au premier projet stratégique du Port 2009-2014 :

- Axe 1 : Construire une offre logistique intermodale au service de la compétitivité du territoire atlantique.
- Axe 4 : Engager une politique partagée de développement durable des espaces industriels et naturels, terrestres et estuariens.

La traduction spatiale du projet stratégique adopté en juin 2009 est représentée par le schéma ci-dessous.



**Fig. 46. Schéma spatial des sites portuaires aval [GPMNSN, 2013]**

La vocation du site du Carnet est confirmée dans le nouveau projet stratégique du port (2015-2020) qui est construit autour de trois axes stratégiques permettant de structurer l'action du GPMNSN sur les cinq prochaines années :

- Être au cœur des filières actuelles et émergentes
- Garantir la performance de l'outil industriel portuaire
- Conduire une politique partagée de développement durable des espaces portuaires estuariens.

Le site du Carnet dispose d'un accès maritime intéressant et d'une potentielle liaison fluviale avec les sites aval de Saint-Nazaire et Montoir-de-Bretagne.

Situé sur les communes de Frossay et de Saint-Viaud, le site d'un potentiel total de plus de 390 ha devra s'intégrer au mieux et répondre aux exigences du territoire.

## 4.2. UN ENJEU DE TERRITOIRE POUR LE SUD LOIRE

Le plan de développement des énergies renouvelables de la France issu du Grenelle de l'Environnement vise à porter la part des énergies renouvelables à au moins 23 % de la consommation d'énergie finale d'ici à 2020.

Ce plan prévoit le développement de 6 000 MW d'installations éoliennes en mer en France à l'horizon 2020, mais ouvre également le potentiel des autres énergies issues de la mer (production d'énergie électrique à partir de la houle, du courant, des micro-algues...).

L'enjeu des EMR se structure autour de quatre filières :

- éolien offshore,
- hydrolien,
- houlomoteur,
- marémoteur.

Pour capter et développer ces filières, le territoire doit développer une offre globale sur la base des atouts existants. La planification à l'échelle de l'estuaire et de la façade littorale associée doit permettre d'aboutir à une identité territoriale associée aux EMR.

Dans ce cadre, une optimisation du site industriel de Saint-Nazaire associé au développement de synergies avec le pôle industriel de Montoir-de-Bretagne constitue un impératif. Cet axe de développement et de planification du territoire estuarien est toutefois limité par la disponibilité du foncier en rive Nord de la Loire.



**Fig. 47. Des solutions industrielles, logistiques et foncières pour une offre portuaire globale [GPMNSN, 2013]**

Le site du Carnet, à travers le projet de parc écotكنولوجique, représente une opportunité de contribuer au développement du Sud Loire, en réelle complémentarité avec les sites implantés en rive Nord.



**Fig. 48. La constitution d'une offre portuaire globale**

L'accueil de ces nouvelles technologies, nécessite des aménagements adaptés, mais surtout une proximité indispensable du milieu marin. La proximité immédiate de la Loire pour effectuer les mises à l'eau des futures machines, de vastes espaces pour accueillir les sites de constructions, de tests et de stockage positionne le site du Carnet comme un site stratégique dans l'architecture du développement des EMR sur le territoire.

### 4.3. LA PRISE EN COMPTE DES BESOINS FONCIERS

Les besoins fonctionnels identifiés à ce jour se composent de trois entités :

- des parcelles viabilisées pour accueillir les éco-technologies (70 ha),
- une plateforme bord à quai mutualisable (20 ha), pour un maximum de 200 m de linéaire de quais et un poste roulier,
- des zones de services mutualisés et les dessertes internes du site (environ 20 Ha).

**Le besoin foncier total retenu dans le cadre du projet de parc des éco-technologies correspond à environ 110 ha en incluant les voiries de desserte.**

#### **4.4. EVOLUTIONS DU PARTI D'AMENAGEMENT ET PARTI RETENU SUR LE SITE DU CARNET**

Initialement, le projet d'aménagement du Carnet visait à aménager la majeure partie du site et, en particulier, l'ensemble du secteur situé à l'ouest de la route de Ramée.

A travers la prise en compte de l'environnement naturel et des enjeux qui lui sont associés, notamment au sein du complexe de l'estuaire de la Loire, cet aménagement a été d'une part reconsidéré et, d'autre part, significativement modifié afin de tenir compte des milieux et des espèces présentes selon une approche écosystémique.

La délimitation initiale de la zone d'aménagement différé (ZAD du Carnet et de l'Estuaire-arrêtés du 02/06/1976 - ZAD du Carnet : 80 ha) et du 29/07/1977 - ZAD Estuaire 1062 ha) devait atteindre une surface supérieure à 1 140 ha (hors bras du Migron) dans les années 1970.

Le remblaiement du bras du Migron entre la fin des années 1970 et 1993 (cf. état initial) a façonné le site du Carnet, selon les limites géographiques actuelles (vasière/roselière de Paimboeuf à l'Ouest, Loire au Nord, « relique » du Migron au Sud et la percée du Carnet à l'Est) pour atteindre une surface totale proche de 400 ha.

Le site du Carnet a fait l'objet de plusieurs projets d'aménagement, d'une centrale nucléaire au parc des écotechnologies marines, en passant par des éoliennes terrestres.

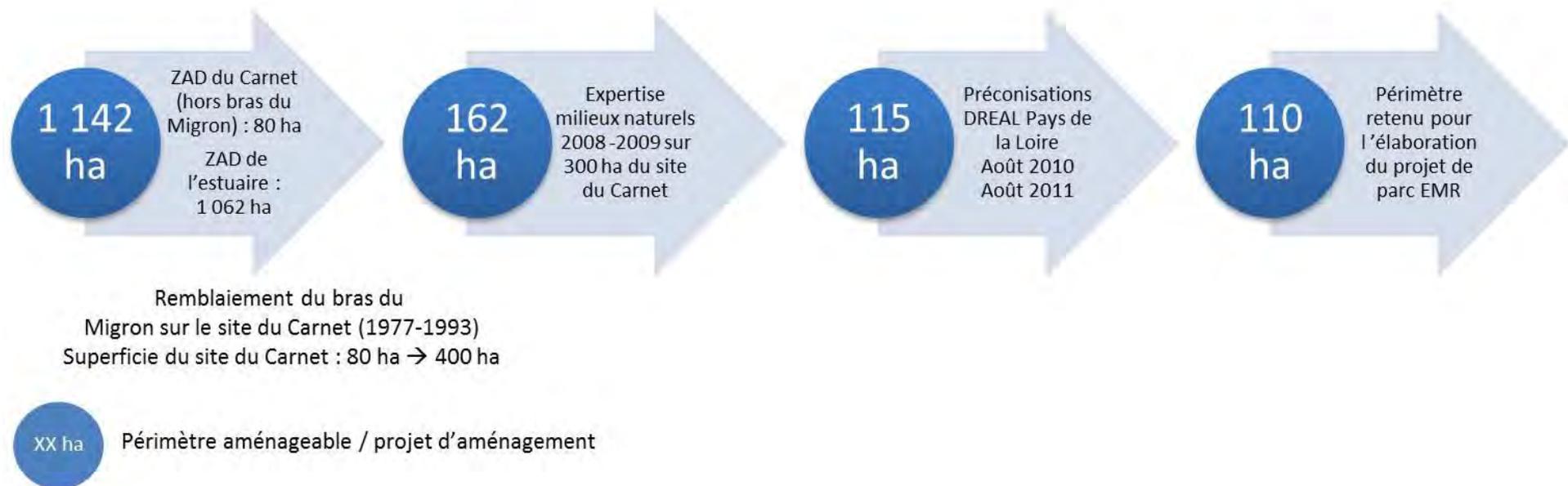
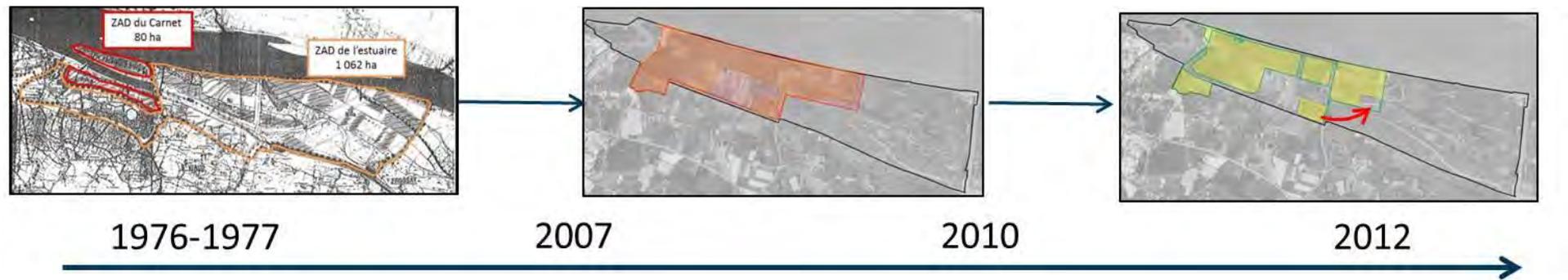
Le schéma ci-après permet de suivre l'évolution des partis d'aménagement sur la période 1976 – 2012.

Le projet d'aménagement sur le site du Carnet est ainsi passé d'une surface initialement envisagée pour le projet de plus de 160 ha à environ 115 ha en 2010 puis à 110 ha en 2012.

Entre 2011 et 2012, le schéma d'aménagement a également été réorganisé par l'abandon de la zone de service en entrée de zone pour un regroupement des aménagements sur le côté Est du site.

Les évolutions du projet d'aménagement sont le résultat d'une prise en compte optimale des enjeux naturels présents au sein du site. Les mesures d'évitement qui ont été mises en œuvre sont développées par la suite (cf. Chapitre 4).

Les grandes évolutions du périmètre du projet entre 1976 et 2012 sont synthétisées ci-après.

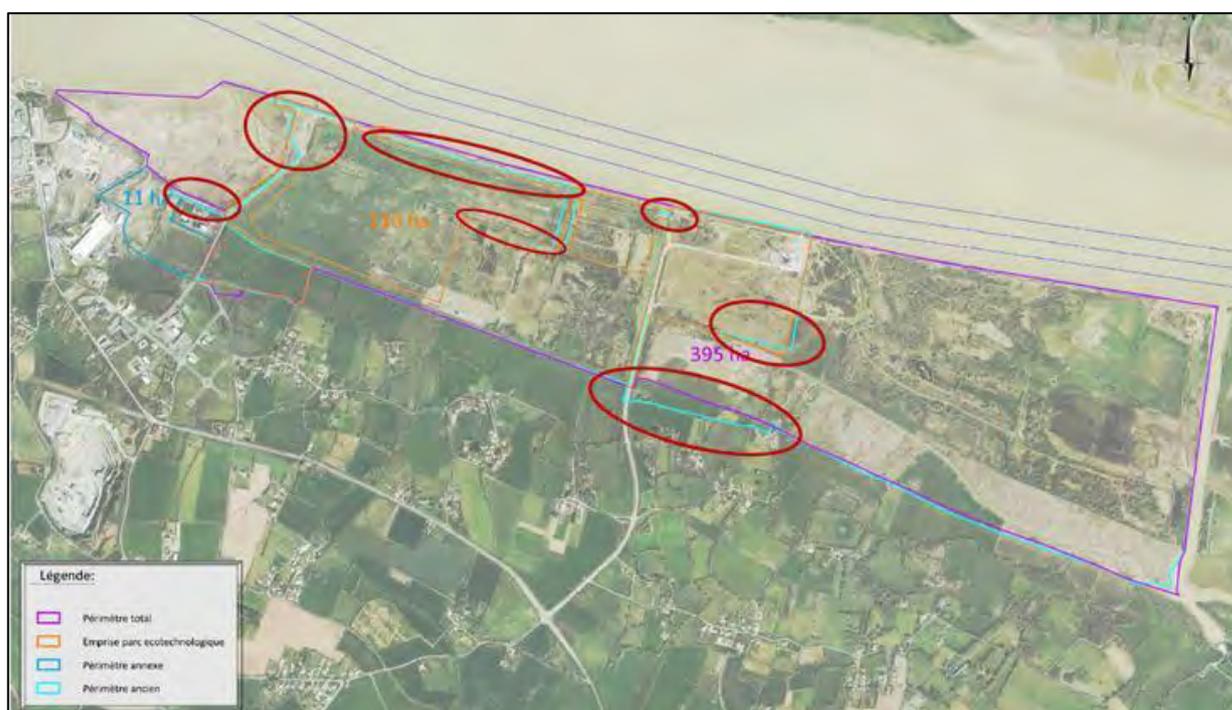


**Fig. 49. Evolutions du parti d'aménagement sur le site du Carnet entre 1976 et 2012**

Entre 2012 et 2015, les inventaires complémentaires sur les milieux naturels dans le cadre du dossier « espèces protégées » et la poursuite de la concertation avec les services de l'Etat, les associations de protection de la nature et de l'environnement, les usagers du site et les collectivités ont permis de renforcer l'effort d'évitement dans le cadre de la conception du projet.

Ainsi, le périmètre de 110 ha retenu pour la viabilisation, a été affiné :

- soit pour s'aligner sur des éléments physiques présents sur le terrain (exemple : alignement de la limite sud du périmètre sur un merlon existant),
- soit dans le cadre de la prise en compte des résultats des inventaires complémentaires réalisés (exemple de l'évitement de la frange rivulaire de la Loire pour prendre en compte un milieu particulièrement favorable aux sauriens).



**Fig. 50. Ajustements du périmètre retenu entre 2012 et 2015**

## 5. DESCRIPTION DU PROJET RETENU

### 5.1. UN PROJET INTEGRE

Le projet retenu sur le site du Carnet correspond à un parc orienté sur les énergies renouvelables et les éco-technologies marines.

Ce parc consiste en la création d'une **offre foncière** pour les activités d'expérimentation et de mise au point préalable à la production, ainsi que de services et de soutien logistique aux filières engagées dans le secteur des énergies renouvelables et en particulier celles tournées vers la mer.

Sur les 395 ha de superficie totale du Carnet, le Grand Port Maritime de Nantes-Saint-Nazaire (GPMNSN) a élaboré un **projet intégré** dont la consistance résulte d'un long processus de concertation (2007-2015) dans l'application de la démarche ERC :

- un **projet de viabilisation** d'environ 110 ha,
- un **projet à vocation environnementale** d'environ 285 ha.

Le **projet de viabilisation**, comporte des **zones aménageables** dédiées à la logistique, aux prototypes et à l'industrie). L'aménagement projeté comprend également des **ouvrages** dédiés aux opérations de manutention de colis lourds, ainsi que des appontements de servitude. Enfin, des **zones fonctionnelles** sont nécessaires à la réalisation du projet. Les aménagements prévus sur le site du Carnet seront **réversibles**.

Le **projet à vocation environnementale**, comporte des zones de préservation du patrimoine environnemental et des zones de compensation. Ces zones de compensation sont basées sur les fonctions biologiques caractéristiques du site et/ou de l'estuaire de la Loire. Cette partie du projet intègre préservation, restauration et réhabilitation de milieux. Ce projet à vocation environnementale a été élaboré en concertation avec les services instructeurs (DREAL Pays-de-la-Loire, DDTM 44), les Associations de Protection de l'Environnement (LPO, FNE, SOS Loire-vivante, SEPNB-Bretagne Vivante), la CCSE, les usagers présents sur le site (chasseurs, agriculteurs). L'élaboration d'un projet intégré constitue une garantie supplémentaire de l'engagement de **pérennité des espaces préservés**.

Les aménagements liés au projet de viabilisation comprennent :

- des **zones aménageables** :
  - des zones nécessaires à la **logistique** : assemblage, finition, préparation, dernières opérations avant transport, stockage...,
  - des zones dédiées aux **prototypes** : prototypes en phase test, hangar de production de prototypes,
  - des zones à destination **industrielle** : production industrielle nécessitant le bord à quai,
- des **ouvrages** pour la manutention de type Lo-Lo et Ro-Ro<sup>3</sup>, pour permettre de gérer des colis lourds (ordre de grandeur de 600 tonnes) et des appontements de servitude,
- des **zones fonctionnelles**, avec des zones « bord à quai », des voiries et des zones de services.

<sup>3</sup> Ro-Ro, de l'anglais Roll-On, Roll-Off : technique de manutention par roulage. Le Ro-Ro s'oppose à la technique du Lo-Lo (lift on/ lift off) qui recourt au chargement vertical.



**Fig. 51.** *Manutention d'éléments de l'éolienne ALSTOM à destination du Carnet - Exemple de plateforme bord à quai aménagée*

## 5.2. INTENTIONS DU PRINCIPE D'AMENAGEMENT : VERS LA CREATION D'UN PARC ECOTECHNOLOGIQUE « INSULARISE »

*Les éléments qui suivent ont été élaborés par Phytolab, dans le cadre de l'étude d'aménagement du site du Carnet.*

La création d'un parc « éco-technologique » revient à l'implanter dans une situation respectueuse du site tout en contribuant à la révélation de ses qualités intrinsèques.



**Fig. 52.** *Ile du Carnet 1971*

Un renforcement de la continuité hydraulique entre l'ancienne île et la terre ferme est prévu dans le projet global (cf. chapitre sur les mesures compensatoires). Si on ne rouvre pas le Migron, on ne le ferme pas.

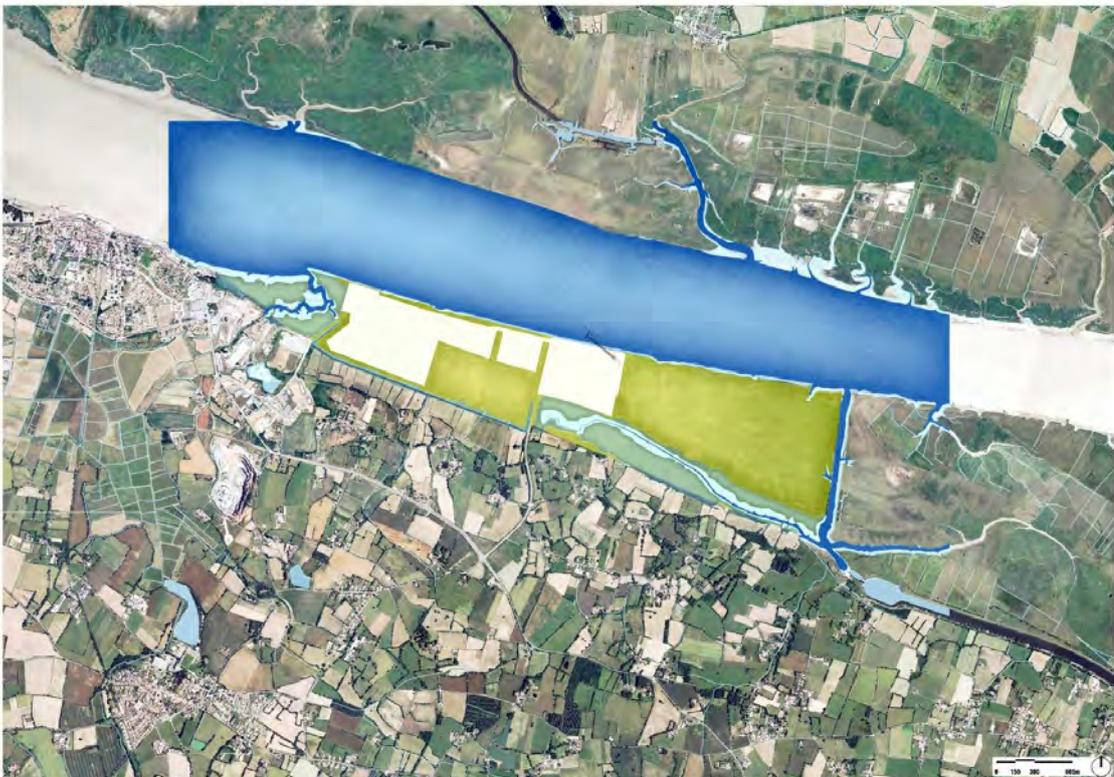
### 5.2.1. ATTEINDRE L'OBJECTIF DE LA CREATION D'UNE ILE « RETROUVEE »

Le travail des rives du Migron par un reprofilage des berges ainsi qu'un remodelage plus global dans l'épaisseur même de l'île permettra de redonner au site son caractère insulaire en développant un linéaire de roselière conséquent.

Le Migron retrouvera une capacité plus ample à conquérir les rives en cas de hautes eaux sans pour autant causer des désagréments aux aménagements. La perception et les atouts du milieu humide n'en seront que meilleurs.

Des dispositifs plantés (mise en place de haies qui pourront atténuer l'impact des objets industriels) ainsi que des chemins de gestion pourront aisément trouver place sur les rives au Sud de l'île. Ceci, pour des qualités d'usages accrues et une gestion « au quotidien » facilitée.

La formalisation d'un certain nombre de chemins favorise également le contrôle et la surveillance du territoire pour un maintien et une préservation plus facile des secteurs répertoriés comme étant «sensibles» d'un point de vue écologique. Il est plus aisé de contenir des flux plus ou moins importants dès lors que l'on offre la possibilité d'accéder à une grande partie du territoire. Les secteurs à mettre en défens seront ainsi préservés de manière plus efficace.



### 5.2.2. DES PRINCIPES D'AMENAGEMENT OPTIMISANT LE TERRITOIRE ACTIF

L'île du Carnet « retrouvée » étant un premier objectif, il s'agit désormais d'inscrire sur le territoire de 110 Ha offert une activité industrialo-portuaire.

Les principales notions à prendre en compte sont :

- prendre en compte l'ensemble des règles issues des Plans Locaux d'Urbanisme de Frossay et Saint-Viaud et notamment<sup>4</sup> :
  - respect du zonage constructible : secteurs notés 2AUp, 2AUe, Ue et Uep,
  - respect du zonage NI 146.6,
  - respect des zones humides à préserver,
  - respect de la ligne de retrait de 100 m non-constructible<sup>5</sup>.
- rendre un certain nombre de parcelles parfaitement accessibles avec un dispositif viaire des plus efficaces et des moins consommateurs d'espace d'usage,
- permettre un partage de l'espace et en particulier de la berge de Loire (et de ses points de vue depuis le cœur de l'île) au bénéfice du plus grand nombre,
- permettre une gestion efficace de l'ensemble des 395 Ha que représente le site étudié,
- obtenir une répartition des plus efficaces de toutes les surfaces perméables dues, dans le cadre de chaque aménagement de parcelles, ceci afin de minimiser au maximum les éventuels désagréments liés aux usages industriels et de permettre une bonne intégration paysagère de l'ensemble en profitant de ces surfaces pour valoriser les aménagements et la gestion des eaux pluviales.

### 5.2.3. LE PRINCIPE D'AMENAGEMENT

Le principe d'aménagement consiste en la mise en place de deux axes pénétrants efficaces sur les bases de la structure viaire existante à travers le confortement de la rue de la Loire et de la route de l'Eolienne.

Ce principe prévoit une route transversale le long du fleuve, en léger retrait cependant afin de ne pas impacter de façon trop violente la rive et permettre un usage de celle-ci aux visiteurs,

Cette voie, suffisamment large pour accueillir des flux à la fois encombrants et lourds sera accompagnée d'une piste de rive réservée à la circulation douce. L'ensemble de ce dispositif sera intégré au fonctionnement de la rive et à une végétation typique de roselière.

Les accès au parcellaire sont efficaces et la surface réservée aux constructions et autres usages maximisée.

Doté de nouveaux appontements et d'un quai, l'aménagement permettra de tirer le meilleur parti de l'usage de son fleuve. Ceci justifiant l'utilisation de ce site en particulier. Il offre de grandes possibilités de travail par la voie d'eau : le rapport au fleuve est excellent. Enfin, ce principe d'aménagement prévoit un contournement du port à sec.

Les planches ci-après illustrent ces principes d'aménagement.

<sup>4</sup> Les plans locaux d'urbanisme seront modifiés sur les deux communes pour ouvrir le secteur à l'urbanisation.

<sup>5</sup> Cette interdiction ne s'applique pas aux constructions ou installations nécessaires à des services publics ou à des activités économiques exigeant la proximité immédiate de l'eau [...] (Article L. 146-4 III du Code de l'Urbanisme).

La programmation, le type d'entreprise et leurs besoins en volume de bâtiments n'étant pas à ce jour connus, il est difficile de prédéfinir grâce à un cahier des charges précis, l'allure future du site.

Cependant, étant donné la largeur des parcelles aménagées, leur nombre, et leur positionnement, il sera possible d'orienter, de manière constructive et responsable, l'implantation du bâti afin de maîtriser une image portuaire valorisante pour tous, et qui répondra de la manière la plus respectueuse possible aux questions de covisibilité.

L'intégration par le végétal est également une piste d'action majeure, notamment sur la frange sud de l'île.

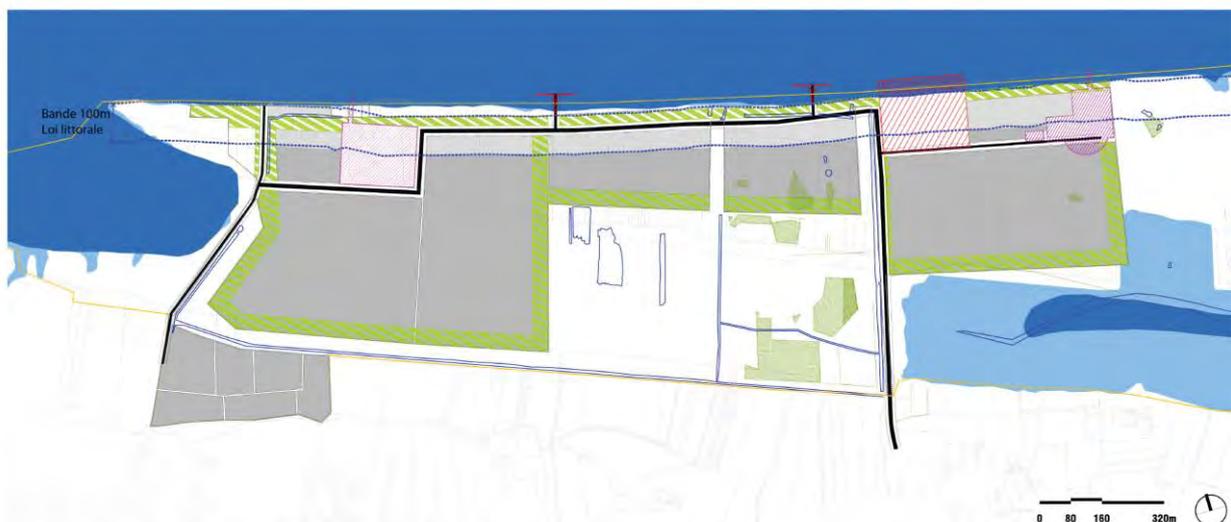


Le Carnet

2/ Principes d'aménagement

Principe d'aménagement 2 > dessertes, partage et intégration du territoire

TF - phase 1



Le Carnet

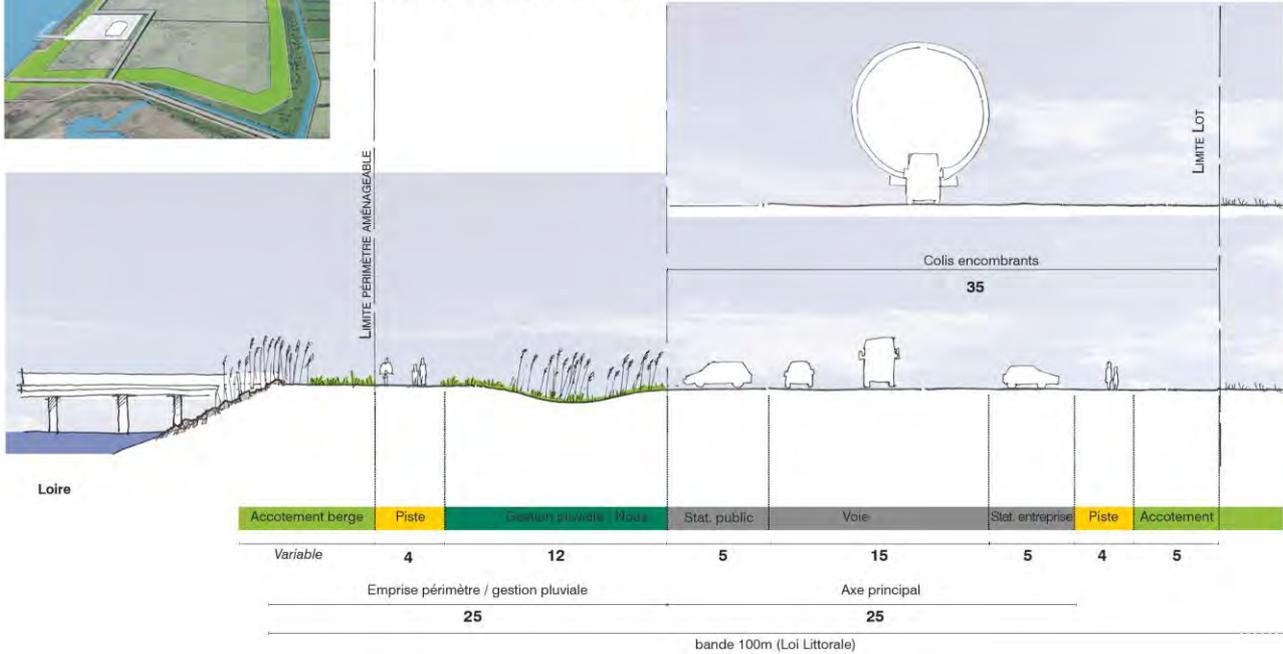
2/ Principes d'aménagement

Une attention particulière à la rive du fleuve : coupe de la rive de la Loire réaménagée

TF - phase 1



COUPE DE PRINCIPE /  
PRINCIPE D'AMENAGEMENT 2



Le Carnet

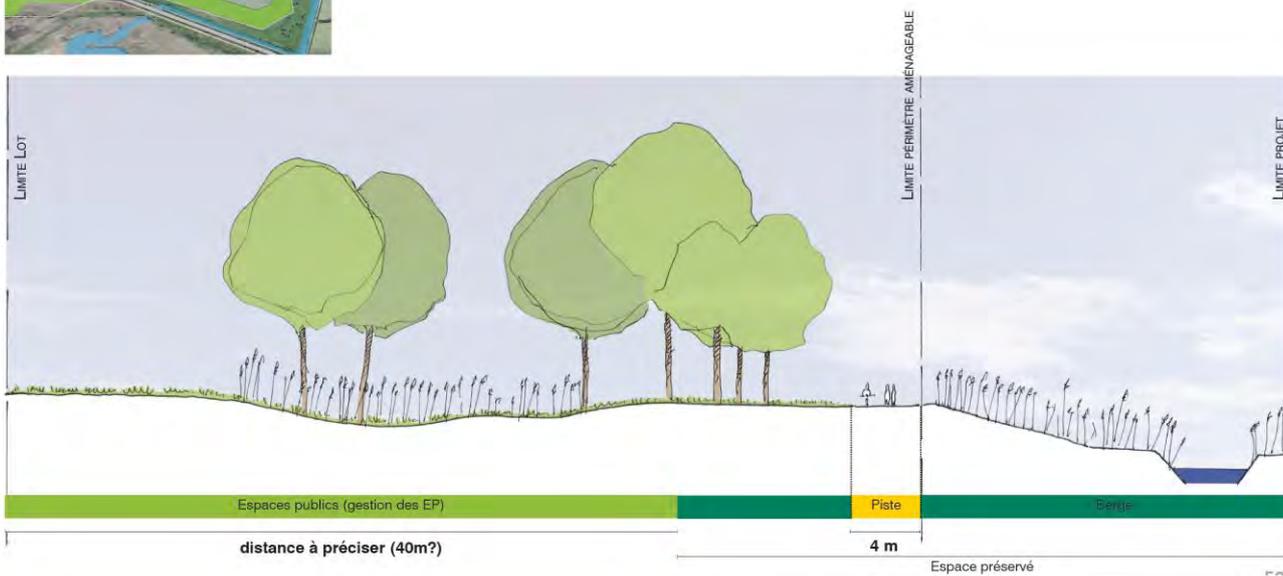
2/ Principes d'aménagement

Redonner de l'ampleur au Migron

TF - phase 1



COUPE DE PRINCIPE /  
PRINCIPES D'AMENAGEMENT 1&2



Le Carnet

2/ Principes d'aménagement

Réseau de chemins d'entretien et  
de découverte

TF - phase 1



### 5.3. AMENAGEMENTS TERRESTRES

#### 5.3.1. CONCEPTION ET MESURES D'EVITEMENT

Le choix de l'implantation des différentes places de viabilisation a été produit suite à l'analyse du patrimoine biologique et de la hiérarchisation des enjeux identifiés (espèces et habitats patrimoniaux). Les mesures d'évitement développées au chapitre suivant (chapitre 4) illustre ces propos.

#### 5.3.2. REMBLAIS POUR MISE HORS D'EAU

Le site du Carnet se situe sur le lit majeur de la Loire. De ce fait, ce secteur subit occasionnellement l'effet des crues de la Loire conjuguées au phénomène des marées. Les terrains sont actuellement à la cote moyenne de 7,5 m CM et globalement tous supérieurs à la cote 3.40 m NGF.

Les Plus Hautes Eaux Connues sur le secteur correspondent à l'événement « Xynthia » du 28 février 2010. L'annihilation de tous risques de submersion, à échelle 2 100, nécessite de prendre une cote sécuritaire de 7,94 CM, ce qui correspond à la prise en compte de la cote de référence « Xynthia » (4,18 m IGN69 soit 7,34 au niveau de l'île Pipy et 7,33 m CM au niveau du Carnet soit 4,17 m IGN 69) [AZI Estuaire de la Loire, 2014 et GPMNSN, 2011] majorée par la prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en lien avec le changement climatique (7,34 CM + 0,6 m soit 7,94 CM).

La cote 7,94 m CM correspond à une cote hypothèse pessimiste qui est quasi équivalente à l'estimation du GIP Loire-Estuaire de la cote marine de risque millénial sur le secteur de Saint-Nazaire (7,96 m CM). Le remblai sera nécessaire sur la quasi-totalité des emprises dédiées à la viabilisation.

### 5.3.3. PRINCIPES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

#### 5.3.3.1. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

##### Code de l'environnement

Le **code de l'environnement** n'impose pas de limitation de débit pour les rejets d'eau pluviale en milieu marin.

##### SDAGE Loire Bretagne

Le **SDAGE 2010-2015 en vigueur** traite dans son orientation 3D des eaux pluviales « *Améliorer les transferts des effluents collectés à la station d'épuration et maîtriser les rejets d'eaux pluviales* » :

« *Les rejets d'eaux pluviales dans les réseaux unitaires sont susceptibles de perturber fortement le transfert de la pollution vers la station d'épuration. La maîtrise du transfert des effluents peut reposer sur la mise en place d'ouvrages spécifiques (bassins d'orage). Mais ces équipements sont rarement suffisants à long terme. C'est pourquoi il est nécessaire d'adopter des mesures de prévention au regard de l'imperméabilisation des sols, visant la limitation du ruissellement par le stockage et la régulation des eaux de pluie le plus en amont possible tout en privilégiant l'infiltration à la parcelle des eaux faiblement polluées. Dans cette optique, les projets d'aménagement devront autant que possible faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées...).*

*Cette orientation participe également à la prévention des inondations ».*

Il est précisé dans la disposition 3D-2 « *Réduire les rejets d'eaux pluviales (réseaux séparatifs collectant uniquement des eaux pluviales)* » :

« *Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, et dans la limite des débits spécifiques suivants relatifs à la pluie décennale de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :*

- *Dans les hydroécorégions de niveau 1 suivantes : Massif central et Massif armoricain*
  - *dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 ha et 7 ha : 20 l/s au maximum ;*
  - *dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 7 ha : 3 l/s/ha*
- *Ces valeurs peuvent être localement adaptées :*
  - *lorsque des contraintes particulières de sites le justifient, notamment lorsque la topographie influe sensiblement sur la pluviométrie ou sur les temps de concentration des bassins versants ;*
  - *en cas d'impossibilité technique ou foncière et si les techniques alternatives (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées) adaptées ne peuvent être mises en œuvre ;*
  - *s'il est démontré que le choix retenu constitue la meilleure option environnementale. »*

La **Foire Aux Questions (FAQ)** en ligne sur le site de la DREAL de bassin, indique que les restrictions de débit visées par la disposition 3D-2 « font manifestement référence à des rejets dans les eaux continentales de surface et principalement dans les cours d'eau. La disposition ne concerne donc ni les rejets en mer, ni les rejets en nappe. »

		Question	Réponse
14.	3D-2	La disposition 3D2 s'applique-t-elle à un rejet direct en mer d'une zone d'aménagement (sans transit par un réseau collectif eaux pluviales) ?	<p>La disposition 3D-2 mentionne les réseaux séparatifs sans en préciser le caractère, collectif ou non. La disposition s'applique donc à tous les réseaux séparatifs, quel qu'en soit le maître d'ouvrage.</p> <p>Par contre, les contraintes imposées, respect des débits et charges polluantes acceptables, ne pas aggraver les écoulements naturels, font manifestement référence à des rejets dans les eaux continentales de surface et principalement dans les cours d'eau. La disposition ne concerne donc ni les rejets en mer, ni les rejets en nappe.</p> <p>Pour les rejets en nappe, on se reportera utilement à la disposition 5B-2.</p> <p>Pour les rejets en mer, les eaux pluviales des ICPE sont visées par la rubrique 10B-3.</p>

**Fig. 53. SDAGE LOIRE-BRETAGNE 2010-2015 Foire aux questions**

Le **SDAGE 2016-2021 en cours d'approbation**, apporte une rédaction plus détaillée de la gestion des eaux pluviales dans sa disposition 3D « *Maitriser les eaux pluviales par la mise en place d'une gestion intégrée* ». Les objectifs principaux sont repris dans les 3 sous-parties :

- 3D-1 « *Prévenir le ruissellement et la pollution des eaux pluviales dans le cadre des aménagements* » qui vise à favoriser l'infiltration et la gestion des eaux à la parcelle pour minimiser les rejets liés au ruissellement ;
- 3D-2 « *Réduire les rejets d'eaux de ruissellement dans le réseau d'eaux pluviales* » qui vise à maîtriser les rejets des eaux de ruissellement pour ne pas aggraver les risques d'inondation en aval.

« *Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits acceptables par ces derniers et de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement.* »

Le fonctionnement estuarien est dominé par les apports maritimes. Le risque d'inondation sur le secteur aval de la Loire est essentiellement lié aux surcotes marines. A titre de comparaison :

- pour une marée moyenne il y a 100 millions de m<sup>3</sup> de volume oscillant ;
- le débit décennal à Montjean-sur-Loire est estimé à 5 200 m<sup>3</sup>/s ;
- le débit généré par une pluie décennale sur une zone portuaire de 100 ha est inférieur à 10 m<sup>3</sup>/s<sup>6</sup>.

**Vis-à-vis du risque d'inondation, il n'y a pas de raison de limiter les débits de rejet des eaux pluviales des zones portuaires vers la Loire qui, sur le périmètre concerné, correspond au milieu marin.**

- 3D-3 « *Traiter la pollution des rejets d'eaux pluviales* » qui vise à traiter les eaux ayant ruisselé sur une surface potentiellement polluée.

**Vis-à-vis du traitement qualitatif des eaux pluviales, ces dernières devront subir a minima une décantation avant rejet.**

<sup>6</sup> Volume produit par une pluie décennale (Station de Saint-Nazaire - Montoir) sur le périmètre du projet (110 ha) - Imperméabilisation à 80 % - Méthode rationnelle (a = 13.288 et b = - 0.81) – durée de pluie comprise entre 6 et 24 h : Q10 = 7 800 l/s soit 7.8 m3/s

SAGE Estuaire de la Loire

« Article 12 – Règles spécifiques concernant la gestion des eaux pluviales.

*Les aménagements, projets, etc. visés aux articles L.214-1 et L.511-1 du code de l'environnement auront pour objectif de respecter un débit de fuite de 3 l/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale. En aucun cas ce débit de fuite ne pourra être supérieur à 5 l/s/ha.*

*Dans les secteurs où le risque inondation est particulièrement avéré (secteur où un PPRI est prescrit, zones où l'on possède une vision historique d'épisodes de crues importantes), les projets visés aux articles sus-cités devront être dimensionnés sur une pluie d'occurrence centennale.*

*Enfin, tout nouveau projet d'aménagement (également visés aux articles sus-cités) devra satisfaire aux objectifs de gestion des eaux pluviales à l'échelle du bassin versant si ces derniers ont été définis en application de la disposition CO3 du PAGD (Discussion entre les collectivités sur les enjeux propres à chaque bassin versant). »*

**Pour les projets soumis à la « loi sur l'eau », le SAGE Estuaire de la Loire impose à travers l'article 12 de son règlement, l'objectif d'un débit de fuite de 3 l/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale.**

Dans le cadre de la **loi sur l'eau**, la création d'un nouveau rejet dans les eaux de surface [en milieu marin] correspond à viser la rubrique 2.2.3.0. de la nomenclature « loi sur l'eau » (article R.214-1 du Code de l'environnement) :

« Rejet dans les eaux de surface, à l'exclusion des rejets visés aux rubriques 4.1.3.0, 2.1.1.0, 2.1.2.0 et 2.1.5.0 :

1° Le flux total de pollution brute étant :

- a) Supérieur ou égal au niveau de référence R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (A) ;
- b) Compris entre les niveaux de référence R1 et R2 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D). »

Les niveaux de référence R1 et R2 (niveaux de rejet 1 et 2) des seuils de la rubrique 2.2.3.0 de la nomenclature sont définis d'après l'arrêté du 09/08/06 modifié relatif à la qualité des rejets dans les eaux de surface.

**5.3.3.2. PRINCIPE DE GESTION PROPOSE**

Le principe proposé est un traitement qualitatif des eaux pluviales à la parcelle par des décanteurs avant rejet dans un système de fossés, noues, douves, bassins et canalisations permettant le tamponnement avant rejet en Loire.

Ce tamponnement est nécessaire pour la maîtrise des inondations de la plate-forme elle-même et permet de favoriser les infiltrations (hors canalisation) conformément aux prescriptions du SDAGE.

**A. Gestion quantitative**

Au vu des éléments d'analyse ci-dessus, et en particulier sur le SDAGE, et compte tenu que le SAGE doit être compatible avec le SDAGE, le principe de gestion des eaux pluviales peut être celui décrit ci-après.

Les dispositions du SDAGE et du SAGE fixant un débit de fuite maximal (3 à 7l/s/ha) font manifestement référence à des rejets dans les cours d'eau et ne sont pas à considérer s'agissant des rejets pluviaux en milieu marin. L'estuaire aval est considéré comme appartenant au milieu marin compte tenu des valeurs de salinité et de son régime hydraulique dominé par le marnage. La foire aux questions en ligne sur le site de la DREAL de bassin confirme cette lecture.

Le rejet des eaux pluviales s'effectuant en milieu marin, aucun débit de fuite n'est imposé, la rubrique « loi sur l'eau » 2.1.5.0. (rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles...) n'est pas à prendre en compte ; seule la rubrique 2.2.3.0. (aspects qualitatifs) doit être visée.

A ce titre, et vis-à-vis du risque d'inondation, il n'y a pas de raison de limiter les débits d'eaux pluviales rejetées dans la Loire en aval du front de salinité.

Toutefois, les aménagements des plates-formes portuaires sont dimensionnés avec des capacités de rétention (fossés, douves, bassins, conduites...) permettant d'éviter l'inondation de la plate-forme elle-même, les exutoires étant généralement positionnés vers une cote correspondant à la mi-marée.

L'implantation de ces ouvrages est réalisée à l'intérieur du périmètre des 110 ha. Sur la zone du Carnet, le coefficient d'imperméabilisation maximal est de 80 % soit, sur la surface de 110 ha, une surface active maximale de 88 ha.

Les ouvrages de collecte et de traitement « végétalisés » de type fossés, ne sont pas considérés comme milieu naturel s'ils ont été conçus et autorisés comme des ouvrages de gestion des eaux pluviales. Ces milieux ne sont pas pris en compte par la définition réglementaire des zones humides. L'alinéa IV de l'article R. 211-108 du code de l'environnement indique que « *les dispositions du présent article ne sont pas applicables aux cours d'eau, plans d'eau et canaux ainsi qu'aux infrastructures créées en vue du traitement des eaux usées ou des eaux pluviales* ».

Les eaux pluviales issues des toitures, non polluées, seront préférentiellement gérées par infiltration.

## **B. Gestion qualitative**

Dans le cadre d'aménagements soumis à déclaration/autorisation, les maîtres d'ouvrage doivent justifier d'une régulation de leurs rejets permettant de garantir le traitement qualitatif des eaux pluviales avant rejet.

Le SAGE et le SDAGE imposent un traitement des eaux pluviales avant rejet, a minima par décantation. La doctrine MISE définit un objectif d'abattement de 70% à 80% du flux de MES annuel.

Les principes de gestions proposés pour maîtriser la qualité des rejets sur les plates-formes portuaires sont décrits ci-après.

L'objectif du GPMNSN est d'assurer un piégeage à la parcelle de 70% du flux annuel de pollution chronique et le confinement des pollutions accidentelles, avant rejet en Loire et/ou rejet dans le réseau de fossés et douves. Le piégeage des MES à la parcelle permet de capter l'essentiel de la pollution chronique avant rejet dans les fossés et douves, limitant ainsi la sédimentation et la pollution de ces ouvrages et par conséquent leur coût d'entretien.

Cette stratégie permet également de limiter le risque de transfert de pollution à la nappe via les fossés et douves non étanches et favorise les infiltrations, conformément aux prescriptions du SDAGE.

L'atteinte de cet objectif d'abattement de 70% du flux de MES annuel et de confinement des pollutions accidentelles nécessite :

- la mise en place, pour les aménagements futurs de parcelles, de décanteurs avant rejet en fossé, en douve ou en Loire,
- ces décanteurs :
  - seront dimensionnés pour une pluie trimestrielle, soit 35l/s/ha sur le secteur d'étude concerné,
  - devront présenter un rendement épuratoire  $\geq 75\%$ ,
  - devront assurer une qualité de rejet: MES  $\leq 30\text{mg/l}$  et HAP  $\leq 5\text{mg/l}$  (en référence à l'arrêté de 1999 pour la plate-forme de Montoir-de-Bretagne),
  - seront équipés d'un dispositif de by-pass et d'une vanne de confinement.

Le système d'assainissement des eaux pluviales sera composé de décanteurs en sortie de parcelles, permettant d'abattre 70% du flux annuel de pollution chronique et équipés de vannes d'isolement pour les pollutions accidentelles, puis d'un réseau de douves et fossés qui permettront l'écoulement, la régulation, le traitement complémentaire par phyto-remédiation et le confinement des eaux pluviales.

Les milieux récepteurs sont le ruisseau du Migron, la douve de la Ramée et la Loire.

Les exutoires créés en Loire seront réalisés au droit des aménagements portuaires prévus (appontements).

L'exutoire n°4 sera couplé au point de rejet de la station de traitement des eaux usées (cf. paragraphe suivant). Afin de permettre la réalisation de contrôles et un suivi, un regard sera présent sur chacun des réseaux en amont du raccordement, avant rejet en Loire.

#### 5.3.3.3. SOLUTION RETENUE POUR LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

- Les eaux pluviales issues des toitures, non polluées, seront préférentiellement gérées par infiltration.
- Traitement qualitatif des eaux pluviales à la parcelle par des décanteurs assurant un piégeage de 70% des flux annuels de pollution,
- Des vannes d'isolement positionnées au droit des exutoires (sortie de parcelle et rejet en Loire et Migron) pour confiner les eaux en cas de pollution (accident, incendie),
- L'évacuation des eaux pluviales vers un réseau de douves et fossés périphériques qui assurera un traitement complémentaire par phyto-remédiation et favorisera l'infiltration,
- Un réseau de fossés pour l'écoulement, la régulation, le traitement et le confinement des eaux pluviales,
- Un clapet anti-retour sur les exutoires.

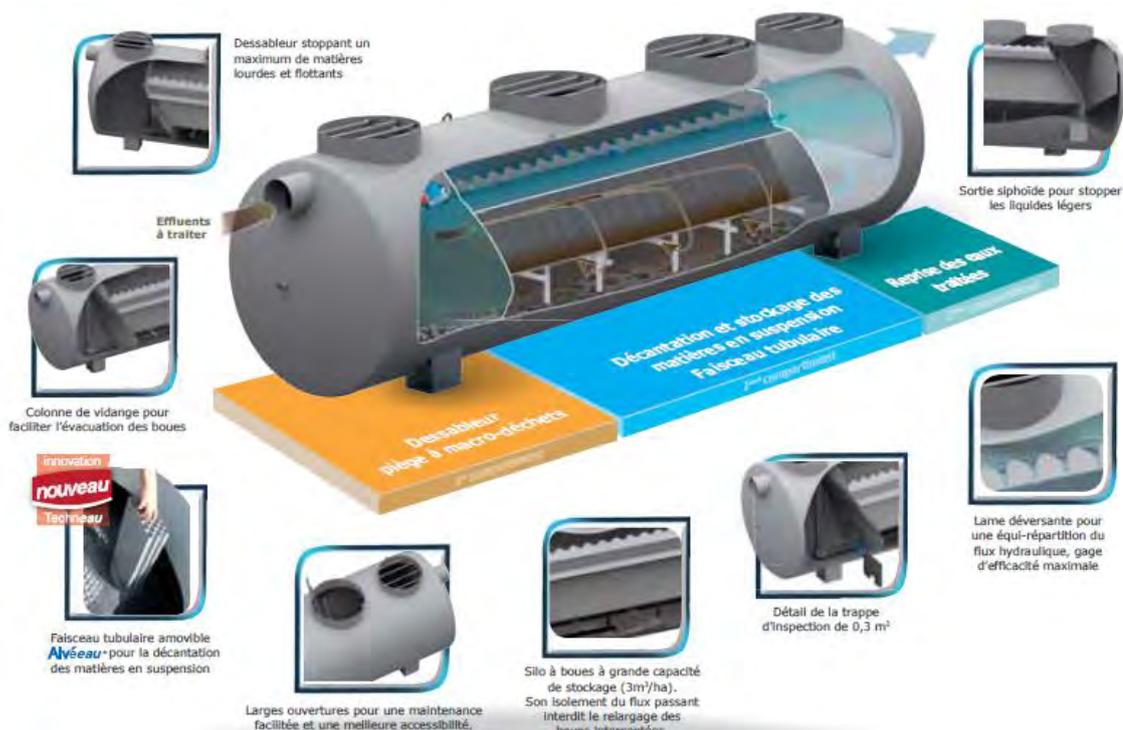
Pour ce qui concerne les décanteurs permettant d'atteindre des abattements de 70%, la référence sera la Charte Technique de l'ISGH, le Syndicat des fabricants d'ouvrages préfabriqués pour la dépollution des eaux pluviales qui, en l'absence de texte normatif, a défini ce référentiel structurant de la profession.

Il pourra s'agir de décanteurs-dépollueurs Techneau ou équivalent dont les équipements sont les suivants :

2 à 5 amorces cylindriques pour une maintenance aisée ;

- un dessableur de forte capacité (2 m<sup>3</sup>/ha) pour piéger un maximum de flottants et de matières lourdes ;
- un dégrillage pour retenir les flottants ;
- un faisceau tubulaire amovible pour la décantation des matières en suspension ;
- un silo à boues de forte capacité (3m<sup>3</sup>/ha) avec une ou plusieurs colonnes de vidange ;
- une trappe de 0,3 m<sup>2</sup> pour l'inspection du silo à boues situé sous le filtre;
- un système de lame déversante répartissant de façon uniforme le flux hydraulique sur l'ensemble du filtre ;
- des canaux de reprise de l'effluent.

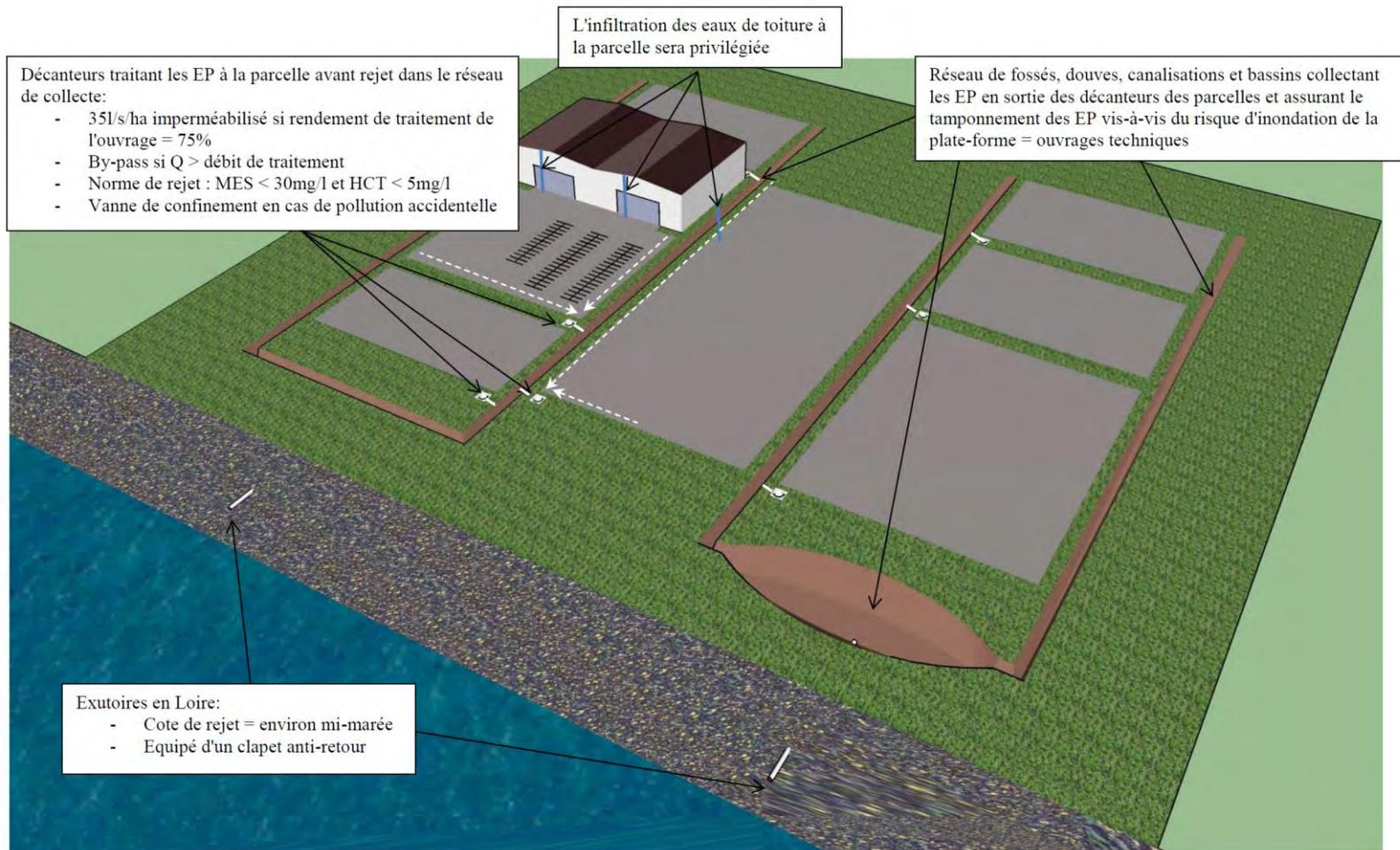
Les décanteurs dépollueurs Techneau ou équivalents se composent de trois compartiments successifs comme tous ceux élaborés selon la charte de l'ISGH.



La taille du décanteur est fonction de la surface à traiter, mais l'ensemble de la gamme Techneau permet un abattement de la charge polluante supérieure à 75%.

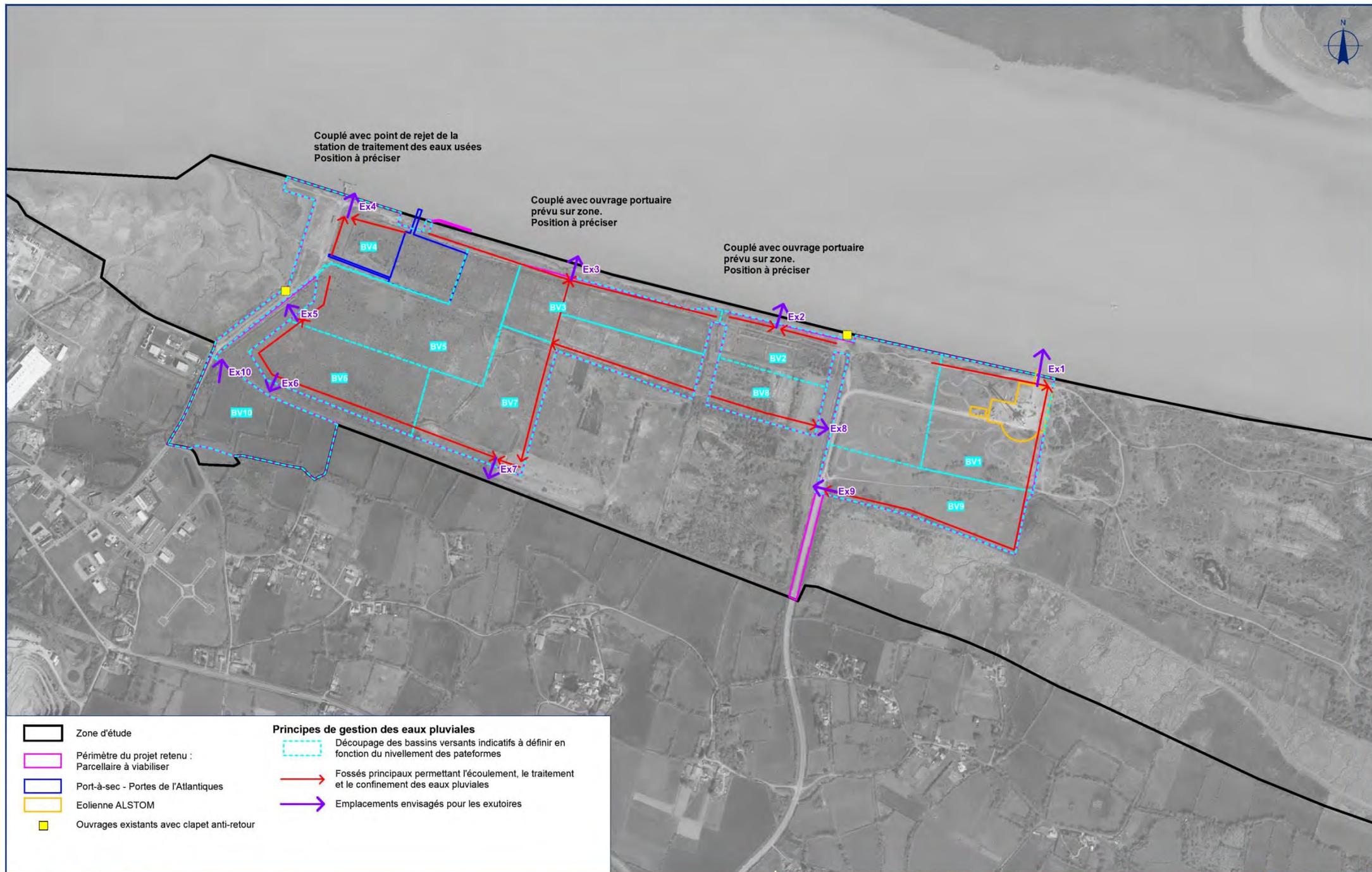
Saint-Dizier Environnement propose également sa gamme de décanteurs dépollueurs UTEPLI, conformes à la Charte Technique de l'ISGH avec une structure en nid d'abeille et qui peut traiter de 36 à 540 m<sup>3</sup>/h. Elle permet également des abattements supérieurs à 75% sur la masse annuelle de MES.

Le schéma page suivante illustre les principes d'assainissement des eaux pluviales. La carte ci-après illustre les principes retenus pour la gestion des eaux pluviales.



**Fig. 54. Principes d'assainissement des eaux pluviales principes d'assainissement des eaux pluviales [GPMNSN, 2015]**

PRINCIPES DE GESTION DES EAUX PLUVIALES



### 5.3.4. PRINCIPES DE GESTION DES EAUX USEES

#### 5.3.4.1. SITUATION SUR LE SITE DU CARNET – DONNEES DE LA REACTUALISATION DU ZONAGE D'ASSAINISSEMENT

Dans la situation actuelle, la zone du Carnet n'est pas desservie par un réseau d'assainissement. A ce stade, les entreprises qui s'implanteront sur la zone ne sont pas connues. Il n'est donc pas possible d'évaluer précisément les charges générées au niveau du site.

L'actualisation du schéma de zonage des eaux usées de Frossay a été réalisée en juin 2013. Sur le secteur du Carnet (surface urbanisable de 76,7 ha) le schéma considère, sur la base d'une utilisation strictement domestique de l'eau par les futures entreprises, une charge équivalente à 1150 EH (soit 15 EH/ha) lorsque cette zone sera totalement aménagée.

Un réseau d'assainissement est observé au niveau du hameau de La Foucauderie à Saint-Viaud. Ce réseau permet le transfert des effluents de La Foucauderie vers la station d'épuration de Paimboeuf. Dans l'actualisation du schéma de zonage eaux usées [IRH, 2012], il est mentionné : « Compte tenu de l'importance de la zone d'activités et de sa localisation, l'assainissement à la parcelle n'est pas envisageable ».

Compte-tenu de l'importance de la future zone d'activités, deux solutions sont envisagées à ce jour :

- mise en œuvre d'une unité de traitement propre au site du Carnet,
- raccordement sur la station d'épuration de Paimboeuf.

Le raccordement sur la station d'épuration de Paimboeuf nécessitera un redimensionnement de cette dernière<sup>7</sup>.

La station d'épuration des « Remparts » traite les effluents des communes de Saint-Viaud, Frossay et de Paimboeuf. Il s'agit d'une station type lagunage d'une capacité de 6 000 éq-hab. et de 1 200 m<sup>3</sup>/j mise en service en 1984. Elle reçoit les effluents principalement par des réseaux unitaires, mais aussi par des réseaux de type séparatif. Les eaux traitées sont rejetées dans le ruisseau de l'Aumondière dont l'exutoire est la vasière de Paimboeuf.

L'autosurveillance de la station d'épuration indique un fonctionnement à 92 %, de sa capacité nominale pour 2012 en terme de charge hydraulique et à 104 % en 2013 (en moyenne 1108 m<sup>3</sup>/j en 2012 et 1251 m<sup>3</sup>/j en 2013).

En outre, en ce qui concerne la charge polluante, la station a fonctionné à 54-58 % de sa capacité nominale (environ 3 200 éq-hab. en 2012 et 3 500 en 2013).

Les rendements sont dans l'ensemble corrects, en particulier pour le traitement des MES, DBO5, DCO qui avoisinent pour ces paramètres 90 %. Ils sont plus faibles pour l'azote (45-55 % environ) [ONOVA, 2013, 2014].

#### 5.3.4.2. REGLEMENTATION AU REGARD DU REGLEMENT DU PLU DE LA COMMUNE DE FROSSAY

Au PLU de Frossay, le site du Carnet est classé en zone 2AUep.

**Le règlement actuel du PLU, pour ce zonage, n'apporte aucun élément sur l'assainissement :** « ARTICLE 2AUe 4 - DESSERTE PAR LES RESEAUX : non réglementé ».

<sup>7</sup> Charge entrante en 2013, d'après les données disponibles sur : <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr/> 5000 EH.



Toutefois, la pièce 8 du PLU « zonage d'assainissement » contient l'actualisation du schéma de zonage eaux usées. Cette pièce inscrit le site du Carnet en zonage d'assainissement collectif (cf. carte ci-après).

Les secteurs 2AUe et 2AUep ne pourront être ouverts à l'urbanisation qu'à l'occasion d'une modification ou d'une révision du Plan Local d'Urbanisme ou dans le cadre d'une déclaration de projet.



**Fig. 55. Actualisation du schéma de zonage eaux usées [PLU Frossay, IRH, 2013]**

**5.3.4.3. PRINCIPES DE BASE CONCERNANT L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES SUR LE SITE DU CARNET**

Au vu des contraintes technico-économiques, de la faible charge hydraulique et organique de certaines installations ou du manque d'informations concernant les implantations et de leur charge produite, de la saturation rapide de la station de Paimboeuf, celle-ci ne pourrait subvenir en l'état actuel au traitement de l'ensemble du périmètre du projet.

**A. Estimation des charges futures à traiter**

Les bases de dimensionnement organique des futurs ouvrages (en situation finale, station d'épuration propre au Carnet) ont été réalisées à partir d'une estimation des charges à traiter sur le futur bassin de collecte de la station.

Cette estimation est basée sur les hypothèses précisées dans le tableau suivant.

**Tabl. 4 - Hypothèses de charges futures à traiter**

Surface concernée et Nature de l'activité	Hypothèses prises en compte
40 ha de surface logistique	2 EH/ha soit 80 EH <sup>8</sup>
35 ha de surface PME	15 EH/ha soit 525 EH
35 ha de surface industrie	25 EH/ha soit 875 EH
<b>TOTAL sur 110 ha</b>	<b>1480 EH, soit un ratio global de 13,5 EH/ha</b>

Charges organiques

La charge organique<sup>9</sup> à prendre en compte pour le dimensionnement des futurs ouvrages s'établit à 1480 éq-hab., soit :

- DBO 5 : 89 kg/j ;
- DCO : 200 kg/j ;
- MES : 133 kg/j ;
- NTK : 22 kg/j ;
- PT : 4 kg/j.

Charge hydraulique

La capacité hydraulique des futurs ouvrages prend en considération un ratio de 150 l/j/éq-hab.

CHARGES HYDRAULIQUES FUTURES	
Débit journalier	222 m <sup>3</sup> /j

<sup>8</sup> Les hypothèses indiquées prennent en considération les surfaces non commercialisées présentes dans l'aménagement (voiries, zones de gestion des eaux pluviales) qui sont présentes dans le périmètre des 110 ha.

<sup>9</sup> 1 éq-hab = 60 g DBO5/j, 135 DCO/j, 90 MeS/j, 15 NK/j et 2,5 g Ptotal/j.

## B. Contexte réglementaire

Le type de filière envisagé pour l'assainissement du site du Carnet sera fonction du nombre de personnes présentes sur le site. Au vu de la temporalité dans laquelle se place l'opération de viabilisation du site, plusieurs solutions peuvent être envisagées. Compte tenu de la programmation évolutive, non connue à ce stade, l'assainissement sur le site sera réalisé en deux phases :

- assainissement autonome (de 1 à 200 EH) : usage logistique pour faibles besoins,
- assainissement collectif (de 200 à 1480 EH) : dès l'implantation d'unités de production générant un nombre de salariés plus élevé – industrie.

### a) Assainissement de 1 à 200 EH

Deux textes réglementaires sont applicables :

- **Arrêté du 7 septembre 2009 modifié** fixant les prescriptions techniques applicables aux installations **d'assainissement non collectif** recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5. - soit pour une charge inférieure à 20 EH.
- **Arrêté du 21 juillet 2015<sup>10</sup>** relatif aux systèmes **d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif**, à l'exception des installations d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique inférieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5 (*cf. Arrêté ci-avant*) - soit pour une charge supérieure à 20 EH.

Pour ces valeurs, il n'y a pas de rubrique spécifique à viser dans le cadre du dossier loi sur l'eau.

Sous le seuil des 200 EH, le suivi et le contrôle de l'assainissement non collectif sera effectué par le Service Public d'Assainissement Non Collectif (SPANC).

Le SPANC est un service public local chargé de :

- conseiller et accompagner les particuliers dans la mise en place de leur installation d'assainissement non collectif ;
- contrôler les installations d'assainissement non collectif.

Dans ce cadre, il fixera une fréquence minimale des contrôles des installations présentes sur le site du Carnet.

Afin de connaître précisément la charge hydraulique à traiter pour anticiper l'atteinte du seuil des 200 EH, un suivi annuel sera réalisé sur les consommations en eau potable des entreprises implantées.

Un exemple de tableau de suivi est présenté. Il intègre le nombre d'usagers, leur consommation annuelle, ainsi que leur filière d'assainissement en place.

---

<sup>10</sup> Cet arrêté remplace l'arrêté du 22 juin 2007. Les nouvelles dispositions relatives aux systèmes d'assainissement collectif et aux installations d'assainissement non collectif seront applicables à partir du 1er janvier 2016.

Entreprise	Occupation		Consommation annuelle en eaux potable		Dispositif d'assainissement autonome
	Nombre usagers	Eq-hab théoriques (règlementation)	m <sup>3</sup>	Eq-Hab (réels)	

Ce suivi pourra être réalisé par un prestataire missionné par le GPM, sur la base des consommations d'eau potable transmises par le SPANC.

b) Assainissement au-delà du seuil des 200 EH

L'installation entre dans le cadre de la « loi sur l'eau ». La rubrique 2.1.1.0. (art. R.214-1 du Code de l'environnement) est à viser (Cf. chapitre 1).

c) Contraintes réglementaires liées au PLU en vigueur : d'un assainissement de type collectif vers des dispositifs individuels

La commercialisation de la zone est susceptible de débiter par des effectifs réduits, comparés à la taille du site, qui ne sont à ce jour, pas connus.

Lors de la commercialisation du site, cet effectif salarié correspondra à un ratio très en deçà de celui qui est estimé à terme.

Afin d'engager rapidement la viabilisation de la zone, le GPM souhaite revoir les modalités d'assainissement initialement prévues dans les pièces du PLU de Frossay et s'orienter vers des dispositifs de type individuel.

Le passage d'un assainissement de type collectif à un assainissement de type individuel engendrera les modifications suivantes :

- une **réécriture de l'article 2Aue 4** « Desserte par les réseaux » du règlement du PLU mentionnant que l'assainissement individuel sur le site du Carnet est autorisé jusqu'à concurrence de 200 éq-hab. ;
- une **demande intégrant un premier aménagement de la zone sous la forme d'assainissement individuel** à concurrence de 200 éq-hab. ;
- l'obligation pour chaque acquéreur d'intégrer à son dépôt de permis de construire, une **étude spécifique d'assainissement individuel** et d'anticiper le raccordement futur au réseau public.

#### 5.3.4.4. ANALYSE DE L'ACCEPTABILITE DU MILIEU RECEPTEUR

L'objectif de ce chapitre est de déterminer les niveaux de rejet à imposer sur les nouveaux ouvrages, permettant le respect des usages du milieu récepteur.

En outre, cette analyse doit prendre en compte les éléments suivants :

- localisation du point de rejet ;
- textes réglementaires nationaux actuellement en vigueur ;

- respect des objectifs de qualité et des contraintes du milieu récepteur : compatibilité avec le SDAGE Loire – Bretagne 2010-2015 et le projet de SDAGE 2016-2021, le SAGE Estuaire de la Loire et la Directive Cadre sur l'Eau.

#### A. Respects des textes réglementaires nationaux en vigueur

Conformément à l'article 14 de l'arrêté du 21 juillet 2015, les performances de traitement, pour les stations d'épuration traitant une charge brute de pollution organique supérieure ou égale à 1,2 kg/j de DBO5, doivent permettre :

- de respecter les objectifs de qualité applicables aux eaux réceptrices des rejets selon les usages de celles-ci ;
- d'atteindre les rendements ou la concentration suivante (tableau 6 de l'annexe 3 de l'arrêté précité).

PERFORMANCES MINIMALES DES STATIONS D'EPURATION DES AGGLOMERATIONS DEVANT TRAITER UNE CHARGE BRUTE DE POLLUTION ORGANIQUE SUPERIEURE OU EGALE A 1,2 KG/J DE DBO5

**Tableau 6 Performances minimales de traitement attendues pour les paramètres DBO5, DCO et MES. La valeur de la concentration maximale à respecter ou le rendement minimum sont appliqués.**

PARAMETRE	CHARGE BRUTE de pollution organique reçue par la station en kg/j de DBO5	CONCENTRATION maximale à ne pas dépasser, moyenne journalière	RENDEMENT minimum à atteindre, moyenne journalière	CONCENTRATION rédhibitoire, moyenne journalière
DBO5	<120	35 mg (O2)/l	60 %	70 mg (O2)/l
DCO	<120	200 mg (O2)/l	60 %	400 mg (O2)/l
MES	<120	/	50 %	85 mg/l

Pour les installations de lagunage, les analyses effectuées sur la DCO (Demande Chimique en Oxygène) sont mesurées sur échantillons non filtrés. La concentration rédhibitoire des MES dans les échantillons d'eau non filtrée est alors de 150 mg/l en moyenne journalière

#### B. Respects des objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2010-2015, du projet de SDAGE 2016-2021 et du SAGE Estuaire de la Loire

##### PREScriptions DU SDAGE LOIRE BRETAGNE (2010-2015)

Le SDAGE Loire Bretagne 2010-2015 a été validé par le Comité de Bassin le 15 octobre 2009.

Il présente des dispositions spécifiques concernant la réduction des rejets de phosphore.

Les dispositions spécifiques envisagées dans ce document sont les suivantes :

##### 3.A. - « Poursuivre la réduction des rejets directs en phosphore »

La réduction des apports de phosphore engagée ces dernières années doit être poursuivie sur l'ensemble du bassin. Sont principalement concernées les collectivités et l'industrie. L'action porte en priorité sur les bassins versants amont des plans d'eau ou des masses d'eau côtières sujettes à eutrophisation. Les efforts portent en priorité sur les flux les moins coûteux à éliminer.

##### 3.A.1. - « Poursuivre la réduction des rejets ponctuels »

Les normes de rejets directs aux milieux aquatiques à prendre en compte dans les arrêtés préfectoraux à l'occasion des projets d'investissements, et avant le 31 Décembre 2013 pour les installations existantes, sont déterminées en fonction des objectifs environnementaux définis pour

les cours d'eau sur la base d'un débit quinquennal sec (QMNA5). Elles ne peuvent être supérieures aux valeurs ci-après (seuils exprimés en pollution brute, avant traitement, soit en pratique selon la capacité des stations d'épuration ; pour l'industrie ne sont visées que les installations classées soumises à autorisation).

Elles sont en revanche inférieures lorsque c'est justifié par les usages de l'eau (eau potable, baignade, ...), ainsi que par la sensibilité du milieu à l'eutrophisation (amont des plans d'eau, cours d'eau très ralentis ou à très faible étiage, estuaires très eutrophes, ...) en particulier pour les installations neuves :

- Concentration maximum de 2 mg/l de phosphore total pour les installations de capacité comprise entre 2 000 éq-hab. (soit pour les industriels 5 kg/j) et 10 000 éq-hab. (soit pour les industriels 25 kg/j).
- Concentration maximum de 1 mg/l pour les installations de capacités supérieures à 10 000 éq-hab. (soit pour les industriels 25 kg/j).
- Ces concentrations maximales s'appliquent à la moyenne annuelle. En cas de contraintes particulières imposées par les objectifs environnementaux du milieu aquatique, l'arrêté d'autorisation peut prévoir des valeurs mensuelles pour le printemps et l'été.
- Toutefois, il n'est pas nécessaire d'imposer ces normes de rejets lorsque la déphosphatation s'avérerait trop onéreuse, au regard de la précipitation habituelle au chlorure ferrique, dans le cas :
  - de faibles concentrations (concentrations inférieures à 3 fois les valeurs maximales ci-dessus, sans que cette faible concentration résulte d'une dilution anormale de l'effluent) et en l'absence de décanteur/clarificateur ;
  - de certaines formes chimiques du phosphore complexées et difficilement « précipitables », en particulier dans le cas des traitements de surface.

En cas d'impossibilité permanente de respect des normes définies en fonction des objectifs environnementaux des cours d'eau, toute solution alternative devra être recherchée : réutilisation en irrigation, arrosage des espaces verts, stockage en période défavorable, transfert vers le plus proche cours d'eau capable d'absorber les effluents, etc.

### **PRESCRIPTIONS DU PROJET DE SDAGE LOIRE BRETAGNE (2016-2021)**

Le SDAGE 2016-2021, en cours d'approbation, entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2016. Concernant la réduction des rejets de phosphore, ce document présente les dispositions suivantes :

#### **3.A. - « Poursuivre la réduction des rejets directs des polluants organiques et notamment du phosphore »**

La réduction des apports des polluants organiques et plus particulièrement du phosphore engagée ces dernières années doit être poursuivie sur l'ensemble du bassin. Sont principalement concernées les collectivités et l'industrie. L'action porte en priorité sur les bassins versants amont des plans d'eau et en particulier ceux de la disposition 3B-1, ou des masses d'eau côtières sujettes à eutrophisation. Les efforts portent donc en priorité sur les flux les plus importants et les moins coûteux à éliminer ainsi que sur la surveillance de ces rejets ponctuels en phosphore.

##### **3.A.1. - « Poursuivre la réduction des rejets ponctuels »**

Les normes de rejet des ouvrages d'épuration à prendre en compte dans les arrêtés préfectoraux, sont déterminées en fonction des objectifs environnementaux de la masse d'eau réceptrice. Ces normes tiennent compte de conditions hydrologiques : pour les cours d'eau, ces conditions sont caractérisées par le débit quinquennal sec (QMNA5).

En cas de coût excessif pour respecter les normes définies en fonction des objectifs environnementaux des masses d'eau, toute solution alternative devra être recherchée : réutilisation

en irrigation, arrosage des espaces verts, stockage en période défavorable, transfert vers le plus proche cours d'eau capable d'absorber les effluents, etc.

En outre, pour tenir compte de l'effet du phosphore conservatif et cumulatif à l'échelle des bassins versants et de leurs exutoires, les normes de rejet de phosphore total ne peuvent dépasser les valeurs définies ci-dessous. Elles peuvent être inférieures aux valeurs ci-dessous lorsque c'est justifié par les usages de l'eau (eau potable, baignade en eau douce) ou par la sensibilité du milieu à l'eutrophisation (amont des plans d'eau, cours d'eau très ralentis ou à très faible étiage, eaux côtières ou de transition à eutrophisation phytoplanctonique – voir disposition 10A-4).

1. Pour ce qui concerne les stations d'épuration des collectivités :

Les normes de rejet dans les masses d'eau pour le phosphore total respectent les concentrations suivantes :

- 2 mg/l en moyenne annuelle pour les installations de capacité nominale comprise entre 2 000 équivalents-habitants (eh) et 10 000 eh ;
- 1 mg/l en moyenne annuelle pour les installations de capacité nominale supérieure à 10 000 eh.

2. Pour ce qui concerne les stations d'épuration industrielles (installations soumises à autorisation) :

Les normes de rejet dans les milieux aquatiques pour le phosphore total respectent les concentrations suivantes :

- 2 mg/l en moyenne annuelle pour des flux de phosphore sortant supérieurs ou égaux à 0,5 kg/jour ;
- 1 mg/l en moyenne annuelle pour des flux de phosphore sortant supérieurs à 8 kg/j.

Toutefois, sont exclues de l'application de ces normes les installations rejetant certaines formes chimiques du phosphore complexées et difficilement « précipitables » pour lesquelles le coût de déphosphatation s'avérerait trop onéreux au regard de la précipitation habituelle au chlorure ferrique. C'est notamment le cas des traitements de surface.

**Dans le cas du site du Carnet, la station envisagée étant dimensionnée pour une charge de pollution à traiter inférieure à 2 000 éq-hab., le SDAGE et le projet de SDAGE n'imposent pas d'obligation de traitement du phosphore.**

#### **PRESCRIPTIONS DU SAGE ESTUAIRE DE LA LOIRE**

Le SAGE Estuaire de la Loire a été approuvé par arrêté préfectoral le 9 Septembre 2009.

Concernant les rejets d'assainissement collectif, le règlement précise que l'ensemble du territoire du SAGE est classé en zone sensible pour l'eutrophisation. Ainsi, conformément aux dispositions réglementaires, des normes de rejet sont imposées pour les stations d'épuration supérieures à 2 000 éq-hab.

**Pour les stations d'épuration de moins de 2 000 éq-hab. la réflexion conduite devra avoir pour objectif de limiter au maximum les flux rejetés.**

Dans tous les cas :

- Le niveau de rejet ne devra pas remettre en cause les objectifs de bon état fixés par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Dans le cas contraire, les solutions de non rejet seront étudiées.
- Dans le cas de nouvelles constructions, l'étude de la localisation du point de rejet et des milieux les plus remarquables devra guider le choix du positionnement de la station d'épuration.

**C. Définition de l'acceptabilité du milieu récepteur**

Au droit du site du Carnet, le milieu récepteur est défini par la masse d'eau de transition « La Loire » (FRGT28).

**Seules les masses d'eau cours d'eau font l'objet d'objectifs de qualité sur les paramètres physico-chimiques surveillés sur les stations d'épuration (normes de rejet).**

L'arrêté du 25 Janvier 2010 modifié définit pour les eaux de transition, les méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique dans son annexe 6.

**Tabl. 5 - Masses d'eau de transition (titre 2 de l'annexe 6) – Ecorégion Manche-Atlantique**

Paramètres	Limites des classes d'état				
	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
Indicateur Invertébrés benthiques (AMBI)			1		
Indicateur angiosperme	0,5	0,74			
Oxygène dissous (mg/l)	1	2	3	4	5

**Pour rappel, la masse d'eau « La Loire » est considérée comme fortement modifiée (MEFM) car elle répond à la définition suivante :**

« Cours d'eau navigués – linéaires modifiés par des interventions à des fins de navigation, urbanisation – zones urbanisées, zones industrielles, endiguement – réduction de l'espace de liberté du cours d'eau, endiguement – linéaires modifiés par des interventions à des fins de protection ».

**L'objectif assigné à cette masse d'eau est l'atteinte du « bon potentiel écologique ».** Le bon potentiel écologique d'une MEFM correspond au « Bon état » de la masse d'eau naturelle de laquelle elle se rapproche le plus.

#### 5.3.4.5. CHOIX DU SCENARIO D'ASSAINISSEMENT : TYPES DE TRAITEMENT ENVISAGEABLES ET COMPARATIF TECHNICO-ECONOMIQUE

Compte tenu des charges et du niveau de rejet à traiter (0 à 1480 équivalent habitants), les techniques suivantes sont envisageables :

Type de traitement	Capacité de traitement						
	100	200	300	500	750	1000	2000
Filtres plantés de roseaux	←————→						
Disques biologiques	←————→						
Lits bactériens + filtres plantés de roseaux	←————→						
Boues activée conventionnelles	←————→						
Boues activées SBR	←————→						
Boues activée membranes	←————→						
Lagunage aéré	←————→						
Lagunage naturel	←————→						

Capacité step 1480 EH

Le tableau ci-après présente un comparatif technico-économique des différentes solutions.

Les trois solutions présentées sont les suivantes :

- Le filtre planté de roseaux

L'alimentation du 1er étage se fait directement avec des eaux usées brutes le plus souvent dégrillées. Cette filière de traitement est généralement constituée de deux étages en série. Il se forme alors une accumulation de boues sur le 1er étage. Le rôle principal des roseaux est d'empêcher la formation d'une couche colmatante en surface.

Cette technique d'épuration repose, sur les mécanismes de filtration superficielle et d'oxydation de la pollution par les bactéries aérobies fixées sur le milieu granulaire.

- Les disques biologiques

Procédé de traitement aérobic à biomasse fixée. Les disques, partiellement immergés dans l'effluent à traiter, sont utilisés comme support pour la microfaune épuratrice (les boues). Leur mouvement de rotation assure à la fois le mélange et l'aération.

En général, l'effluent est préalablement décanté et les boues qui se décrochent des disques sont séparées de l'eau traitée par clarification (ou par filtres plantés de roseaux en variante).

- Le lit bactérien

Cette filière consiste à alimenter en eau usée, préalablement décantée, un ouvrage contenant des matériaux (pouzzolane ou agrégats plastiques) servant de support aux micro-organismes épurateurs. La satisfaction des besoins en oxygène est obtenue par voie naturelle ou par aération forcée. Le biofilm biologique (les boues) qui se forme sur le matériau support, se décroche au fur et à mesure que l'eau percole. Celui-ci est alors piégé au niveau d'un décanteur secondaire (ou de filtres plantés de roseaux en variante).



*Filtre planté de roseaux*  
[2011, CD 77]



*Disques biologiques*  
[2011, CD 77]



*Lit bactérien*  
[2011, CD 77]

**Tabl. 6 - Comparatif technico-économique de différentes solutions d'assainissement possibles**

TYPE DE TRAITEMENT	FILTRES PLANTES DE ROSEAUX	DISQUE BIOLOGIQUE	Lit bactérien + filtres plantés
<b>Avantages</b>	Facilité et faible coût d'exploitation Modularité capacité de traitement Risques colmatage moindres-filtres à sable Gestion réduite moindre/des boues Capacité STEP modulable Bonne adaptation aux variations saisonnières de population Intégration paysagère	Ouvrages « compacts » Modularité capacité de traitement Facilité et faible coût d'exploitation Possibilité de déphosphatation physico-chimique Mise en place équipement disques modulable	Facilité et faible coût d'exploitation Absence de risque de colmatage des filtres plantés Ouvrage compact Traitement des boues sur filtres plantés Possibilité habillage ouvrages
<b>Inconvénients</b>	Exploitation régulière, faucardage annuel Risque de colmatage en cas de surcharge hydraulique ou de présences de graisses mais moindre /filtre à sable Topographie du site (nécessité d'une pente ou mise en place d'un poste de relèvement) Nécessité effluent non fermenté & alimentation hydrique suffisante	Nécessité d'un prétraitement efficace, sensibilité au colmatage Sensibilité aux balourds (déséquilibre des disques) suite à un arrêt de plusieurs heures sans vidange de l'auge Réduction limitée de l'azote Kjeldahl sans recirculation Nécessité alimentation électrique Régulation hydraulique à prévoir pour éviter toute surcharge Procédé de traitement "mécanisé" nécessitant une maintenance Intégration paysagère	Hauteur d'ouvrage importante Nécessité d'un dégrillage fin en amont du lit bactérien Sensibilité aux surcharges hydrauliques Intégration paysagère
<b>Traitement des boues</b>	Traitement sur 1 <sup>er</sup> étage filtre Curage des lits en fonction du taux de remplissage (~ 5 à 10 ans)	Lits plantés de roseaux Curage des lits en fonction du taux de remplissage (~ 5 à 10 ans) ou digesteur + silo	Lits plantés de roseaux Curage des lits en fonction du taux de remplissage (~ 5 à 10 ans)
<b>Performance de traitement</b>	DBO5 ≤ 25 mg/l DCO ≤ 90 mg/l MES ≤ 30 mg/l NTK > 15-20 mg/l NGL : ≥ 70 mg/l sans recirculation Pt : 10 à 12 mg/l sans déphosphatation	Avec recirculation DBO5 ≤ 25 mg/l DCO ≤ 90 mg/l MES ≤ 30 mg/l NTK > 15 mg/l NGL 20 à 50mg/l si recirculation Pt : 10 à 12 mg/l sans déphosphatation	DBO5 ≤ 25 mg/l DCO ≤ 90 mg/l MES ≤ 30 mg/l NTK > 15 mg/l NGL : 20 à 50 mg/l suivant recirculation Pt : 10 à 12 mg/l sans déphosphatation
<b>Emprise foncière</b>	~ 1300 à 2000 m <sup>2</sup>	600 à 1 000 m <sup>2</sup>	500 à 800 m <sup>2</sup>
<b>Filière potentielle / place disponible</b>	oui	oui	oui
<b>Adaptabilité de la filière</b>	Filière modulable : facilité d'évolution en lien avec l'aménagement progressif du site	Possibilité d'augmenter la capacité (batterie de disques)	Possibilité d'augmenter la capacité
<b>Coût d'investissement</b>	200 000 €	230 000 à 240 000 €	200 000 à 230 000 €
<b>Consommation électrique</b>	1 à 1.5 kW/kg DBO5	2.5 à 3 kW/kg DBO5	2.5 à 3 kW/kg DBO5

Pour rappel, le type de filière envisagé pour l'assainissement du site du Carnet sera fonction du nombre de personnes présentes sur le site. Au vu de la temporalité dans laquelle se place l'opération de viabilisation du site, plusieurs solutions peuvent être envisagées.

Compte tenu de la programmation évolutive, non connue à ce stade, l'assainissement sur le site sera réalisé en deux phases :

- assainissement autonome (de 1 à 200 EH) : usage logistique pour faibles besoins,
- assainissement collectif (de 200 à 1480 EH) : dès l'implantation d'unités de production générant un nombre de salariés plus élevé – industrie.

La réglementation actuelle (arrêté du 21 juillet 2015, SDAGE Loire-Bretagne et SAGE Estuaire de la Loire) n'impose pas d'obligation de traitement du phosphore pour les stations dimensionnées pour une charge de pollution à traiter inférieure à 2 000 éq-hab..

Si l'on tient compte des contraintes locales, en particulier de l'activation progressive, la filière la mieux adaptée correspond aux filtres plantés de roseaux.

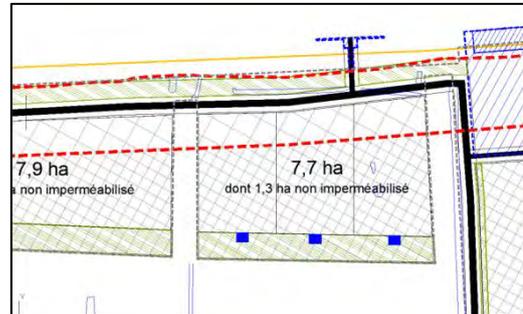
Cette solution a l'avantage de proposer un phasage simple en fonction de l'implantation des entreprises sur site. De cette manière, le phasage suivant peut être envisagé en fonction du nombre d'équivalent-habitant :

- 0-200 : assainissement non collectif,
- 200-400 : un module de filtres plantés de roseaux (400 EH),
- 400-800 : implantation d'un second module de de filtres plantés de roseaux (800 EH),
- 800-1200 : implantation d'un troisième module de de filtres plantés de roseaux (1 200 EH),
- 1 200 - 1 480 : implantation d'un quatrième et dernier module de de filtres plantés de roseaux (1 480 EH).

**5.3.4.6. L'ASSAINISSEMENT NON-COLLECTIF**

Pour la mise en œuvre de l'assainissement non collectif, les unités de traitement individuelles seraient implantées sur les zones périphériques

A titre indicatif, une parcelle avec 15 salariés génère environ 7 EH, soit un besoin de l'ordre de 50 m<sup>2</sup> pour le dispositif de traitement.



**Fig. 56. Exemple d'emplacement des unités de traitement autonome**

Compte-tenu de l'historique du site et d'après les éléments disponibles, le caractère perméable / non perméable du sol est très variable selon les différents secteurs. La filière d'assainissement autonome devra être adaptée au cas par cas. Les différentes filières d'assainissement envisageables en fonction du type de sol rencontré sont présentées dans le tableau ci-après.

Traitement primaire	Fosse Toutes Eaux (3000 litres / 5 Equ-Hab)				
Type de sol	Sol perméable			Sol peu perméable	
<b>Traitement secondaire</b>	Tranchées filtrantes	Lit d'épandage	Filtre a sable non drainé	Filtre a sable drainé	Filtre planté de roseaux
Surface nécessaire pour <b>1 Equ-Habitant</b>	10 mètres linéaires	6 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup> (1 étage)
Avantages	Pas de rejet Adapté au fonctionnement par intermittence	Pas de rejet Adapté au fonctionnement par intermittence	Pas de rejet Adapté au fonctionnement par intermittence	Peu d'entretien, Adapté au fonctionnement par intermittence.	Principe de fonctionnement sans électricité, Adapté au fonctionnement par intermittence.
Inconvénients	maintien des parois des tranchées difficile en cas de sol sableux			rejet vers le milieu récepteur, Nécessité d'une pompe de relèvement en cas de difficulté technique (topographie), Nécessité de renouveler les matériaux à long terme.	rejet vers le milieu récepteur <b>Membrane étanche nécessaire en fond de fouille,</b> Nécessité de renouveler les matériaux à long terme, Entretien annuel des macrophytes.

**5.3.4.7. L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF : LES LITS PLANTES DE ROSEAUX**

L'épuration est effectuée par un système de rhizomes et de racines de plantes (rhizosphère) dans un substrat, associé à des micro-organismes

Il s'agit d'une filière à culture fixée sur supports fins, composée de deux étages (2 filtres) de traitement, eux-mêmes divisés en deux ou trois fois pour le 1er étage, pour permettre l'alternance d'alimentation et donc des périodes de repos indispensables au décolmatage de la surface du filtre.

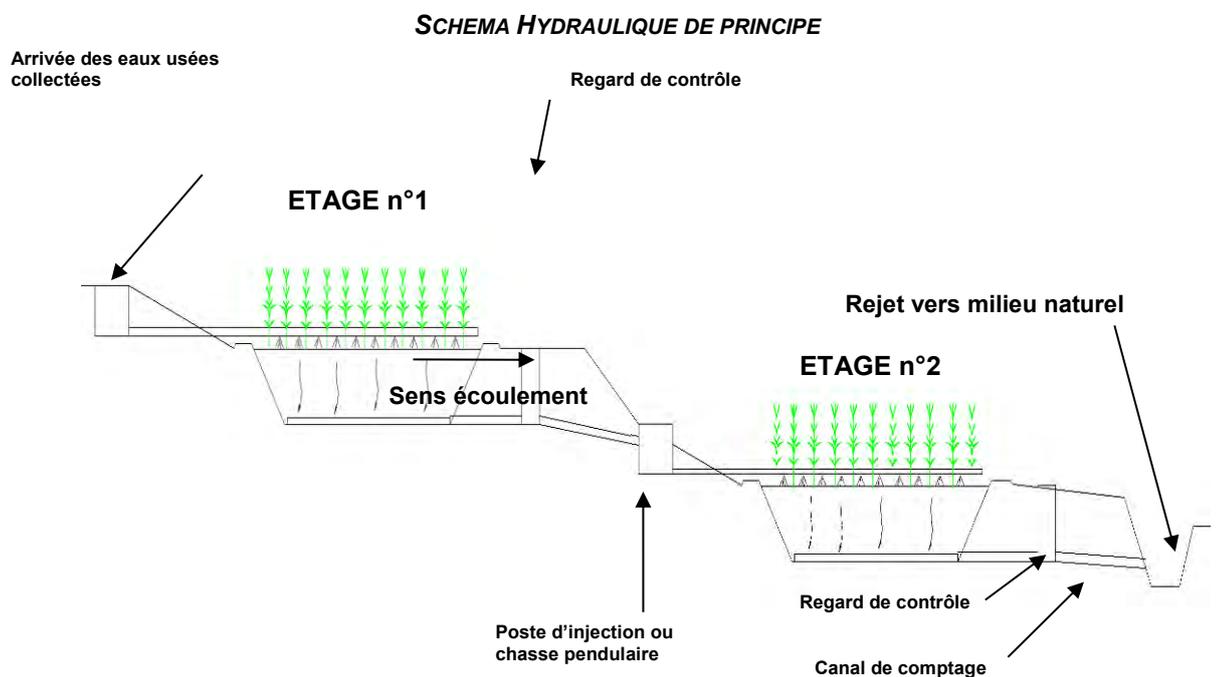
Les effluents sans décantation préalable sont dégrillés avant leur admission dans le premier ouvrage de chasse (siphon auto-amorçant ou station de refoulement) et sont stockés de façon à former une bâchée. Celle-ci est déversée sur le 1<sup>er</sup> filtre lorsque le volume requis est atteint.

Cette alimentation séquentielle permet, entre autres, au milieu épurateur de bénéficier d'une bonne oxygénation par effet de convection pendant que la lame d'eau percole.

Le 1<sup>er</sup> filtre fonctionne en écoulement vertical et en conditions aérobies. Les effluents sont d'abord filtrés par une couche superficielle constituée de boues compostées et de gravillons, dans laquelle la rhizosphère est très développée. Ils sont ensuite drainés vers le bas dans une couche de graviers et enfin une couche de galets.

En sortie du 1<sup>er</sup> filtre, les eaux usées sont collectées dans le deuxième ouvrage de chasse et injectés par bâchées. Ce deuxième filtre, à écoulement vertical, fonctionne comme le 1<sup>er</sup> filtre, mais en procurant une filtration plus fine. Il complète alors le traitement de la fraction carbonée de la matière organique, essentiellement dissoute, ainsi que l'oxydation des composés azotés.

La répartition pour l'ensemble du dispositif est assurée par des rampes de drains répartiteurs mis en place en surface des filtres.



La mise en place d'une recirculation et d'une filtration en milieu saturé entre les 2 étages verticaux permet d'assurer le cas échéant une dénitrification.

Le traitement des boues s'effectue directement en surface du 1<sup>er</sup> étage de filtration.

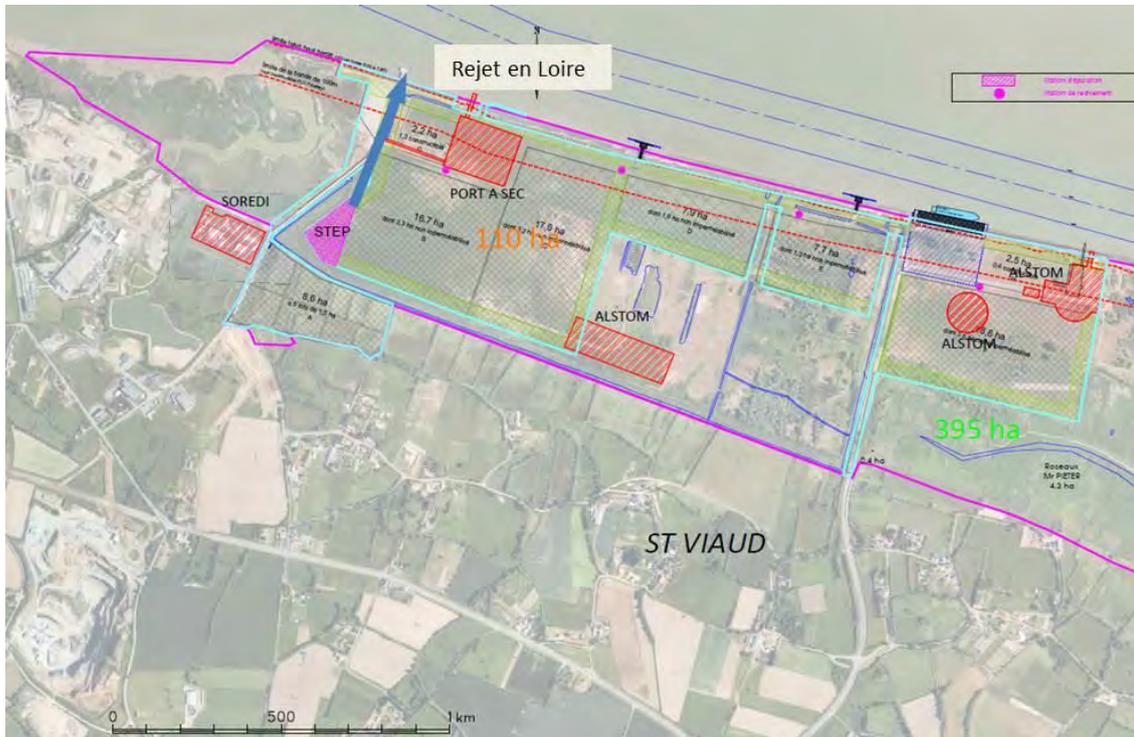
Le curage des boues s'effectuera à une fréquence de l'ordre de 5 à 10 ans suivant le taux de remplissage effectif de la station.

**Une surface de 1,5 ha est réservée, à l'intérieur du périmètre des 110 ha, à cet effet.**

#### 5.3.4.8. POINT DE REJET DES EQUIPEMENTS

Le point de rejet des équipements se fera directement en Loire via un réseau busé à créer, probablement au droit de l'apportement Octel existant. La berge présente sur ce secteur est déjà artificialisée.

Ce milieu récepteur est soumis à la marée. Le rejet pourrait donc être bloqué très ponctuellement (sur un cycle de marée) sur les quelques marées exceptionnelles annuelles. La filière de traitement sera dimensionnée en conséquence.



**Fig. 57. Emplacement proposé pour la localisation de la future STEP et du point de rejet en Loire**

**5.3.4.9. PROPOSITION DE NORMES DE REJET A IMPOSER AUX FUTURS OUVRAGES**

Compte tenu des éléments présentés précédemment et des niveaux de rejet régulièrement atteints sur des stations d'épuration de **filtres plantés de roseaux**, les normes de rejet proposées sont les suivantes<sup>11</sup> :

	NORMES DE REJET RETENUES				
	Flux admissibles <sup>(1)</sup>	Concentrations moyennes d'entrée <sup>(2)</sup>	Normes de rejet	Rendements prévisibles	Rendements minimum <sup>(5)</sup> (nappe basse temps sec)
<b>DBO5</b>	89 kg/j	400 mg/l	<b>25 mg/l</b>	93% <sup>(3)</sup>	60%
<b>DCO</b>	200 kg/j	900 mg/l	<b>90 mg/l</b>	90% <sup>(3)</sup>	60%
<b>MES</b>	133 kg/j	600 mg/l	<b>30 mg/l</b>	95% <sup>(3)</sup>	50%
<b>NTK</b>	22 kg/j	100 mg/l	<b>15 mg/l</b>	85% <sup>(4)</sup>	
<b>NGL</b>	22 kg/j	100 mg/l	<b>70 mg/l</b>	30% <sup>(4)</sup>	
<b>Pt</b>	4 kg/j	17 mg/l	<b>10 mg/l</b>	40% <sup>(4)</sup>	

<sup>11</sup> Les performances de traitement seront respectées soit en rendements, soit en concentrations.

## 5.4. AMENAGEMENTS EN BORDS DE LOIRE

Source principale : Avant-projet sommaire des ouvrages maritimes (GPMNSN, 2015)

Les infrastructures nécessaires sont décrites puis les données à prendre en compte sont détaillées. Les principes de dimensionnement des ouvrages sont ensuite présentés et une proposition d'emplacement des ouvrages est exposée.

### 5.4.1. INFRASTRUCTURES NECESSAIRES

Les infrastructures nécessaires au projet pour le « bord à l'eau » correspondent aux ouvrages suivants :

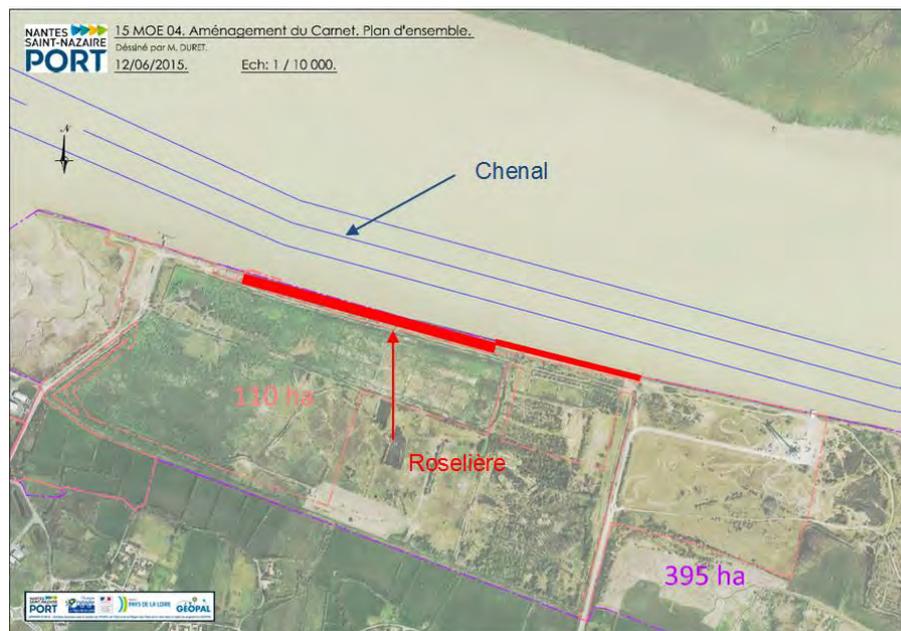
- un quai d'environ 200m permettant les manutentions de type Lo-Lo (par grue) de colis lourds,
- un ponton flottant (environ 60mx40m) permettant la manutention de colis lourds suivant un mode Ro-Ro (roulier),
- deux appontements de servitude permettant le stationnement des navires, leur avitaillement, leur attente, ... en complément de l'appontement Octel existant.

Le plan page suivante, illustre l'implantation retenue, au stade AVP-S, pour les ouvrages maritimes.

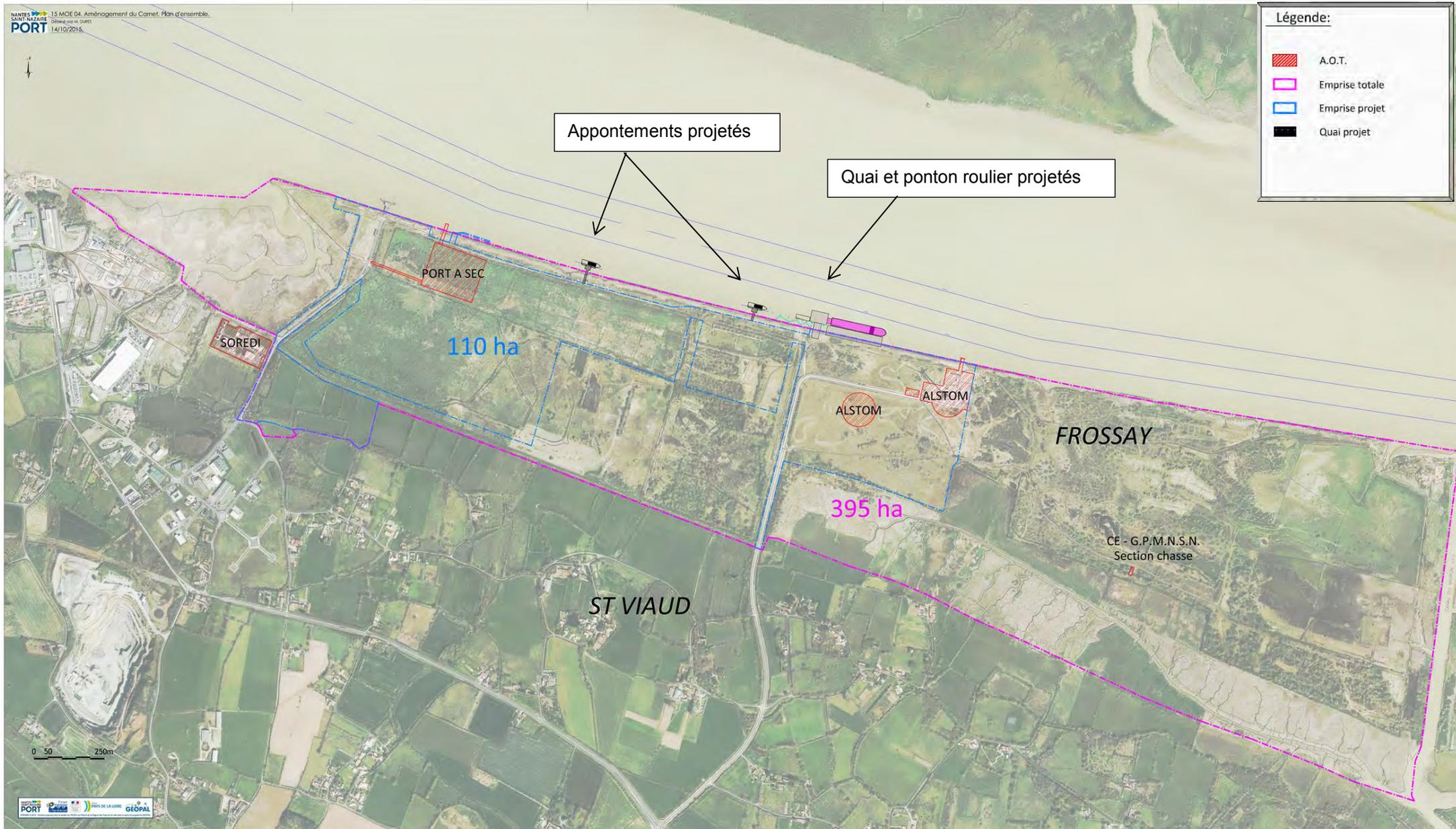
### 5.4.2. DONNEES A PRENDRE EN COMPTE

Le chenal de navigation se trouve à une distance de 100 à 130 m de la crête du talus existant. Le talus est constitué d'enrochements. Sur la partie supérieure, une roselière s'étend entre le feu de la Ramée et le ponton Octel-Kuhlmann situé à L'Ouest.

Afin de minimiser/réduire l'impact des ouvrages sur le milieu naturel, il a été décidé de limiter au minimum les implantations dans cette zone.



**Fig. 58. Roselière présente en bord de Loire et localisation du chenal de navigation**



Le choix de l'implantation des accès à la Loire s'est orienté sur le secteur Ouest, en bordure de l'apponement Octel Kuhlmann et plus largement sur le secteur Est (amont immédiat du feu de la Ramée) afin de privilégier un secteur déjà aménagé par des enrochements et permettant d'éviter les impacts sur la roselière.

Les besoins nécessaires au fonctionnement des activités conduisent à adapter les apponnements sur la roselière afin d'en assurer le franchissement.



**Fig. 59. Côté ouest - Enrochements au pied de la roselière**



**Fig. 60. Côté est - Berge totalement artificialisée par des enrochements**

#### 5.4.2.1. DIMENSIONNEMENT DES OUVRAGES

##### A. Quai

Le quai présentera une longueur maximale de 200m et une largeur d'environ 35m et s'appuiera sur la berge en enrochement existante.

En l'absence de définition précise des colis lourds qui seront à manutentionner sur le quai, il est décidé de considérer comme charge dimensionnante une charge uniformément répartie de 15t/m<sup>2</sup>. Cette charge couvre la manutention de colis jusqu'à 600t par une grue de très forte capacité et permet d'obtenir une première esquisse de l'ouvrage. Le quai sera constitué de pieux métalliques de diamètre 0,8m à 1,2m avec un maillage d'environ 5/6m surmonté d'un platelage en béton armé. Le quai est ancré dans le terre-plein par des tirants.

La souille au droit du quai est prévue à la cote -9m CM permettant l'accueil de navires de 8m de tirants d'eau à toute marée. Cette souille est illustrée dans le plan « coupe transversale de principe du quai » présenté dans la section suivante. La réalisation de cette souille nécessitera le dragage d'environ 40 000 m<sup>3</sup> de sédiments.

##### B. Appontements

Trois appontements sont prévus à terme sur le site dont celui existant à l'ouest du site : appontement Octel qui pourra faire l'objet de travaux de confortement suivant les besoins avérés.

Coté amont, la roselière n'est pas large et l'accès peut alors être envisagé par une passerelle d'environ 10 m de large d'une seule travée (30 m) enjambant la roselière.

Coté aval, la roselière s'élargit (portée nécessaire de l'ordre de 50 m). Un appui intermédiaire constitué de pieux métalliques d'environ 0,8 à 1m de diamètre pourrait être nécessaire pour le franchissement de la roselière.

Les appontements seront constitués de pieux métalliques de diamètres 0,8 à 1,2m battus au rocher et surmontés d'un platelage en béton armé ou métallique.

Les points d'amarrage pour les appontements seront constitués de ducs d'Albe (pieux d'environ 1,5 à 2m de diamètres) positionnés au pied de la roselière et reliés entre eux par des passerelles lamaneurs (1m de largeur).

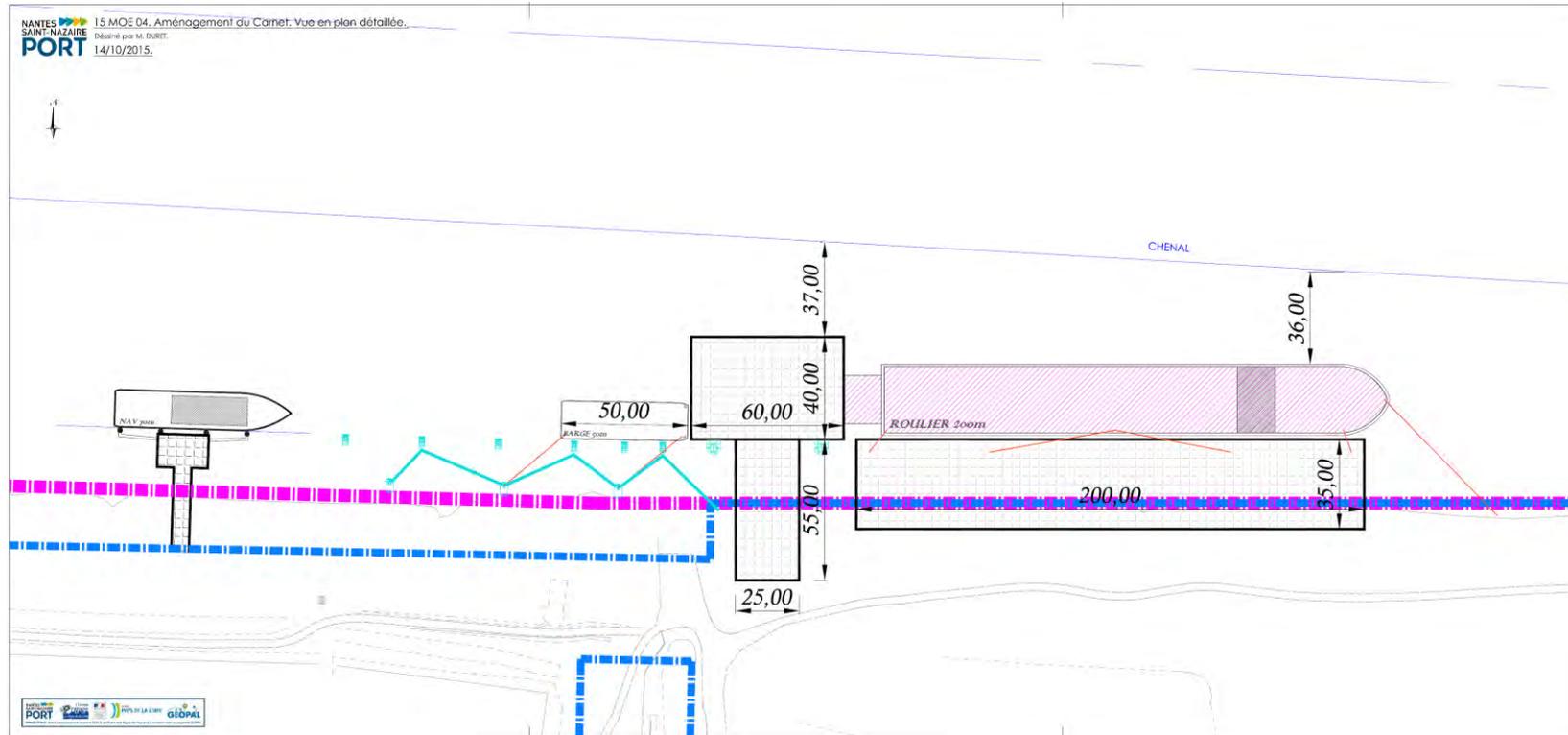
### **C. Ponton roulier**

Les caractéristiques générales du ponton et de sa rampe ont été dimensionnées à partir de celles des postes existants (Montoir de Bretagne) et d'une étude de faisabilité sur le dimensionnement d'un poste roulier pour des colis de 600t.

Le ponton d'environ 60m x 40m sera relié au terre-plein par l'intermédiaire d'une rampe d'accès d'environ 50m de longueur et 25m de largeur.

La souille et le front d'accostage seront mutualisés avec le quai.

Le plan page suivante illustre les dimensions principales du quai et du ponton roulier.



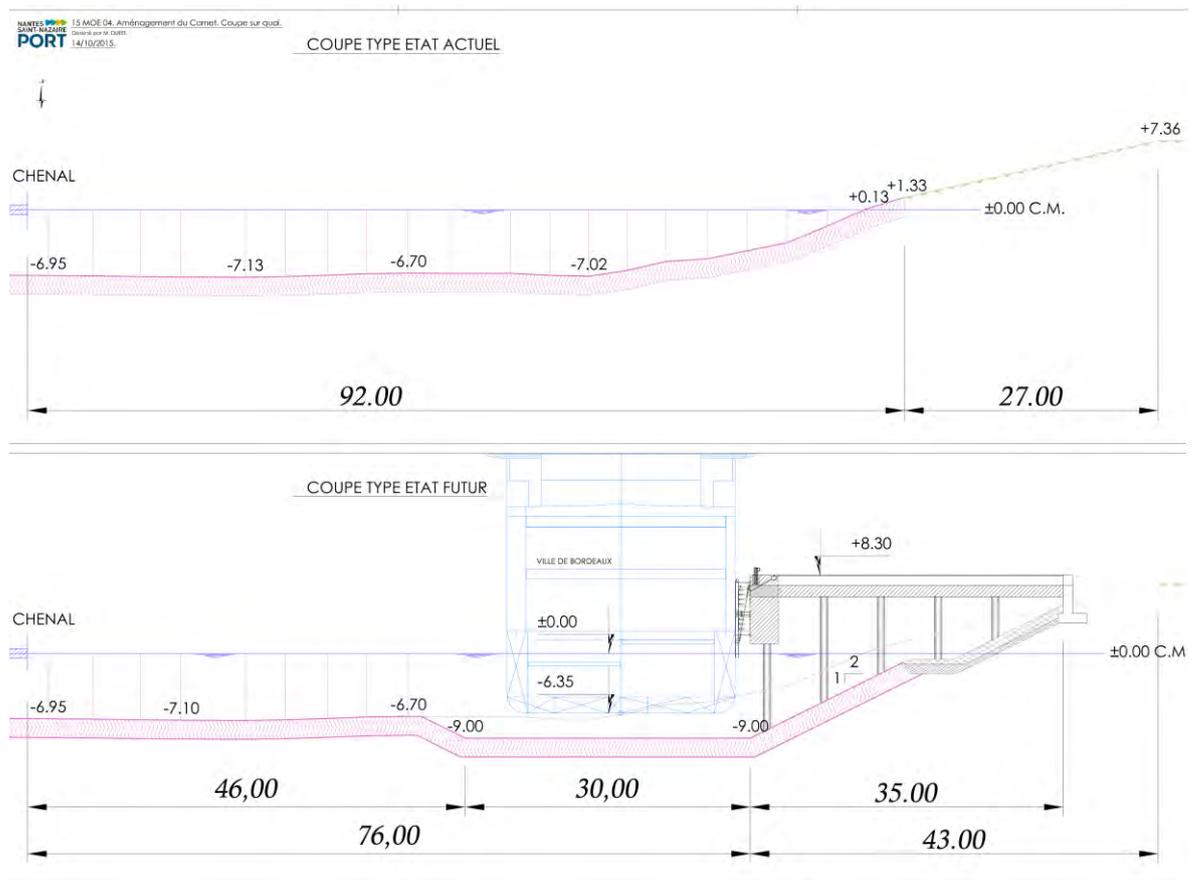
**Fig. 61.** *Vue en plan du quai, du ponton roulier (Ro-Ro) et d'un appontement / Dimensions principales [GPMNSN, 2015]*

### 5.4.2.2. EMBLEMES DES OUVRAGES

Le plan général, page suivante présente une implantation des infrastructures pour le « bord à l'eau ». Il permet de présenter les éléments de réflexion sur l'implantation possible des ouvrages.

#### A. Quai

L'emplacement final du quai n'est pas encore totalement fixé à ce jour. Il a cependant été décidé qu'il sera implanté en amont de la roselière (Cf mesures d'évitements ME-07). Une distance minimale au chenal sera cependant à conserver afin de garantir la sécurité vis-à-vis de la navigation. Une vue en coupe type est présentée ci-dessous.



**Fig. 62. Coupe de principe du quai [GPMNSN, 2015]**

#### B. Appontements

L'emplacement des deux appontements n'est pas défini à ce stade. Un premier appontement serait plutôt implanté non loin du quai; un second le serait entre ce premier appontement et le port à sec.

Le plan suivant présente le premier appontement dans le prolongement de la rampe de colis lourd afin de mutualiser une partie des ducs d'albe et/ou de la passerelle de lamanage.



**Fig. 63.** Une implantation possible des ouvrages [GPMNSN, 2015]

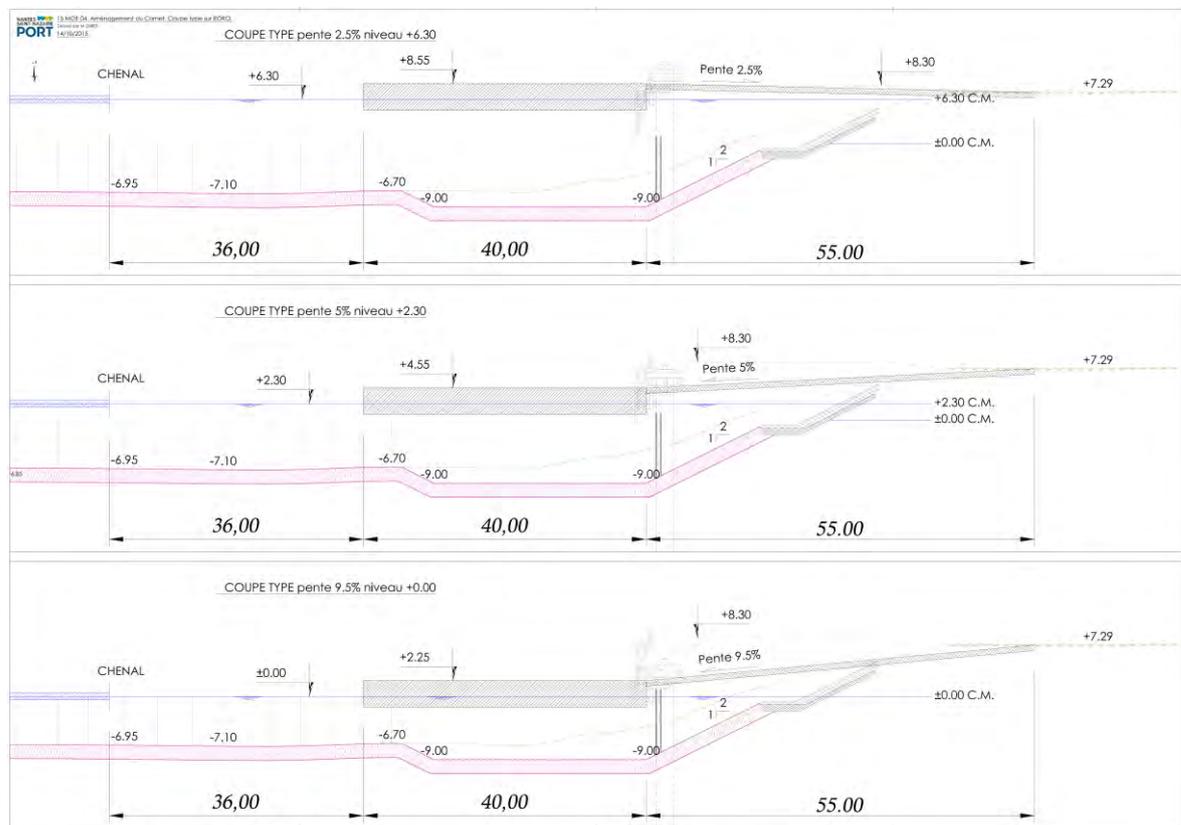
### C. Poste roulier

Afin de minimiser l'impact sur le milieu naturel, la rampe pour colis lourd est située en amont de la roselière.

La présence de la roselière est contraignante vis-à-vis de la position des ducs d'Albe d'amarrage (DAM). Il est usuel (postes rouliers à Montoir et à Cheviré) au GPMNSN de positionner ces ducs d'Albe 40 m en retrait de la ligne de front d'accostage. Cette donnée place les ducs d'Albe au milieu de la roselière.

Il a donc été envisagé de retenir une autre solution consistant à positionner les DAM à une distance de 20m du front d'accostage, c'est-à-dire au pied de la roselière.

Les dispositions d'amarrage ont été analysées pour les différents types de navires appelés à fréquenter le poste et partagées avec la capitainerie, les lamaneurs et les pilotes de Loire.



**Fig. 64. Coupes transversales de principe du poste roulier (Ro-Ro) [GPMNSN, 2015]**

#### 5.4.2.3. DRAGAGE DE LA SOUILLE DU QUAI

Le quai nécessitera, pour son exploitation par des navires jusqu'à 8 m de tirant d'eau, la réalisation d'une souille à la cote -9 m CM.

Le volume à extraire est estimé à 40 000 m<sup>3</sup>. Les matériaux seront dragués par la drague aspiratrice stationnaire (DAS) André Gendre et refoulés dans le chenal de navigation. Compte tenu du fort hydrodynamisme local, il est peu probable que des matériaux s'accumulent dans le chenal. Si tel était néanmoins le cas, ils seraient repris ultérieurement par la drague aspiratrice en marche (DAM) Samuel de Champlain (puits de 8 500 m<sup>3</sup>), avec chargement en puits pour clapage au large, sur la zone d'immersion de la Lambarde.

**5.4.3. DESCRIPTION SYNTHETIQUE DES OUVRAGES**

Le tableau ci-dessous rassemble les caractéristiques principales des ouvrages. Les caractéristiques du quai sont semblables à celles du nouveau quai de 350m du terminal à conteneurs de Montoir-de-Bretagne. Les caractéristiques du poste roulier sont issues de l'expérience des postes rouliers de Montoir-de-Bretagne et des résultats d'une étude de faisabilité pour le dimensionnement d'un ponton pour les colis lourds.

Ouvrage	Dimension (ordre de grandeur)	Nombre de pieux (ordre de grandeur)	Diamètres des pieux (ordre de grandeur)
<b>Quai</b>			
Quai	200 m x 35m	40 pieux sur 7 rangées soit 280 unités	De 750 mm à 1200 mm
<b>Rampe de colis lourds</b>			
Rampe d'accès	25m x 55m	Culée sur 4 pieux	De 750 mm à 1000 mm
Ponton	60m x 40m	2 Pieux guides 2 pieux de mise en chômage de la rampe	De 2000 mm à 2800 mm
Ducs d'Albe d'accostage (DAC)		5 pieux	De 1600 mm à 2400 mm
Ducs d'Albe d'amarrage (DAM)		5 pieux	De 1600 mm à 2400 mm
<b>Appontement amont</b>			
Rampe d'accès	10m x 30m	4 pieux	De 750 mm à 2000 mm
Appontement	20m x 15m	20 pieux sous appontement	De 750 mm à 1200 mm
DAC/DAM	Sans objet	4 pieux	De 1000 mm à 2200 mm
<b>Appontement aval</b>			
Rampe d'accès	10m x 50m	4 pieux si une unique passerelle de 50m de portée	De 750 mm à 2000 mm
Appontement	20m x 15m	20 pieux sous appontement	De 750 mm à 1200 mm
DAC/DAM	Sans objet	4 pieux	De 1000 mm à 2200 mm