



---

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



# **Aménagement du site du Carnet**

## **ETUDE D'IMPACT**

**CHAPITRE 5 : ANALYSE DES EFFETS RESIDUELS DU PROJET**

**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	

## SOMMAIRE

<b>1. PREAMBULE</b>	<b>1</b>
1.1. DEFINITION DES EFFETS	1
1.2. METHODE D'EVALUATION DES EFFETS DU PROJET	1
1.3. NATURE DES EFFETS	2
1.4. HIERARCHISATION DES EFFETS	2
<b>2. EFFETS RESIDUELS EN PHASE TRAVAUX</b>	<b>3</b>
2.1. GENERALITES	3
2.2. EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE TRAVAUX	4
2.2.1. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'AIR	4
2.2.2. EFFETS SUR LE CLIMAT	4
2.2.3. EFFETS SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL	11
2.3. EFFETS SUR LA RESSOURCE EN EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES EN PHASE TRAVAUX	11
2.3.1. AMENAGEMENT DE LA BERGE	11
2.3.2. EFFETS DES DRAGAGES D'APPROFONDISSEMENT	11
2.3.3. VIABILISATION DU SITE	14
2.4. EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE ET LES HABITATS EN PHASE TRAVAUX	15
2.4.1. EFFETS SUR LA VEGETATION ET LA FLORE	15
2.4.2. EFFETS SUR LA FAUNE	24
2.4.3. EFFETS SUR LES ENJEUX ECOLOGIQUES IDENTIFIES	36
2.4.4. EFFETS SUR LES ZONES HUMIDES	38
2.5. EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE EN PHASE TRAVAUX	40
2.5.1. EFFETS SOCIO-ECONOMIQUES	40
2.5.2. EFFETS SUR LES RESEAUX EXISTANTS	40
2.5.3. EFFETS SUR LES ACTIVITES DE LOISIR, DE CHASSE ET AGRICOLES	40
2.5.4. EFFETS SUR L'URBANISATION ET LE PATRIMOINE BATI EXISTANT	40
2.5.5. EFFETS SUR LE CADRE DE VIE ET LA COMMODITE DU VOISINAGE	41
2.6. EFFETS SUR LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS EN PHASE TRAVAUX	42
2.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE EN PHASE TRAVAUX	42
2.8. EFFETS SUR LE PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE EN PHASE TRAVAUX	42
2.9. EFFETS SUR L'HYGIENE, LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE EN PHASE TRAVAUX	43
2.9.1. PREAMBULE	43
2.9.2. OBJECTIFS ET PRINCIPES	43
2.9.3. IDENTIFICATION DES DANGERS INDUITS PAR LES TRAVAUX	44
2.9.4. SELECTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES A ETUDIER	49
<b>3. EFFETS RESIDUELS EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>52</b>
3.1. EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE EXPLOITATION	52
3.1.1. EFFETS SUR LE CLIMAT	52
3.1.2. EFFETS SUR L'ENERGIE ET LES GAZ A EFFET DE SERRE	52
3.1.3. EFFETS SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL	53

<b>3.2.</b>	<b>EFFETS SUR LA RESSOURCE EN EAU EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>53</b>
3.2.1.	EFFETS SUR L'HYDROLOGIE LOCALE	53
3.2.2.	EFFETS HYDROSEDIMENTAIRES	54
3.2.3.	EFFETS SUR L'HYDROGEOLOGIE ET L'USAGE AEP	56
3.2.4.	EFFETS SUR LE RUISSELLEMENT ET LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU	56
<b>3.3.</b>	<b>EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE, LES HABITATS ET LES ZONES HUMIDES EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>59</b>
3.3.1.	EFFETS SUR LA FLORE ET LA VEGETATION	59
3.3.2.	EFFETS SUR LA FAUNE	59
3.3.3.	EFFETS SUR LES ZONES HUMIDES	59
<b>3.4.</b>	<b>EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>60</b>
3.4.1.	EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	60
3.4.2.	EFFETS SUR LES DEPLACEMENTS ET LES NIVEAUX SONORES	60
<b>3.5.</b>	<b>EFFETS SUR LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>70</b>
<b>3.6.</b>	<b>EFFETS SUR LE PAYSAGE EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>70</b>
<b>3.7.</b>	<b>EFFETS SUR LE PATRIMOINE CULTUREL EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>72</b>
<b>3.8.</b>	<b>EFFETS SUR L'HYGIENE, LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE EN PHASE EXPLOITATION</b>	<b>72</b>

## TABLEAUX

Tabl. 1 -	Habitats simplifiés impactés par la viabilisation du site	16
Tabl. 2 -	Effets sur les habitats d'intérêt communautaires	18
Tabl. 3 -	Intérêt du site du Carnet comparé à l'estuaire de la Loire pour certaines espèces remarquables nicheuses sur le site du Carnet	29
Tabl. 4 -	Bilans surfaciques des incidences du projet à l'échelle de l'ensemble du site du Carnet (surface totale : 395 ha)	36
Tabl. 5 -	Bilans surfaciques des incidences du projet sur les zones humides présentes sur le site du Carnet (surface totale : 250 ha)	38
Tabl. 6 -	Identification et localisation des sources de risque sanitaire en phase travaux	45
Tabl. 7 -	Impacts sonores aériens du chantier (Ordres de grandeur)	47
Tabl. 8 -	Valeur des intensités de courants au droit du Carnet dans le chenal de navigation (m/s) [ARTELIA, 2013]	53
Tabl. 9 -	Estimation du trafic à 20 ans	61

## FIGURES

Fig. 1.	Evolutions tendanciennes de la consommation énergétique primaire en France [DGEC, 2009]	5
Fig. 2.	Flux d'énergie actuels [GIEC, 1 <sup>er</sup> groupe de travail, 2013]	8
Fig. 3.	Espaces floristiques patrimoniaux impactés par le projet	21
Fig. 4.	Indications sur la répartition spatiale de passereaux paludicoles dans l'estuaire de la Loire [Données ONCFS, F. LATRAUBE, 2006]	30
Fig. 5.	Résultats des mesures LAeq jour et nuit en dB(A) [ALHYANGE, 2014]	49
Fig. 6.	Hypothèses de répartition du trafic prises en compte [ALHYANGE, 2015]	61
Fig. 7.	Données trafic 2014 sur le secteur d'étude [Api]	62
Fig. 8.	Carte de bruit des LAeq en dB(A) de la zone étudiée à une hauteur de 4m par rapport au sol Situation initiale en période diurne [ALHYANGE, 2015]	64
Fig. 9.	Carte de bruit des LAeq en dB(A) de la zone étudiée à une hauteur de 4m par rapport au sol Situation initiale en période nocturne [ALHYANGE, 2015]	65
Fig. 10.	Transformation et création du réseau viaire sur la zone d'étude	66
Fig. 11.	Carte de bruit LAeq 6h-22h en dB(A) - Situation C [ALHYANGE, 2015]	67
Fig. 12.	Carte de bruit LAeq 22h-6h en dB(A) - Situation C [ALHYANGE, 2015]	68

# 1. PREAMBULE

L'article R.122-5 du Code de l'Environnement stipule dans son alinéa 3 que l'étude d'impact doit intégrer une « *analyse des effets négatifs et positifs, directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase travaux) et permanents, à court, moyen et long termes du projet sur l'environnement* ».

La présente étude d'impact a pour objet d'appréhender les effets potentiels de la viabilisation du site du Carnet.

Afin de présenter ces effets de la manière la plus exhaustive possible en s'inscrivant au cœur de la doctrine « Eviter – Réduire – Compenser », sont présentés successivement :

- Chapitre 4 : les mesures d'évitement et de réduction des impacts qui seront spécifiquement mises en œuvre sur le site du Carnet afin de minimiser les effets potentiels ;
- Chapitre 5 : les effets résiduels en phase travaux et post-travaux appliqués au cas spécifique du site du Carnet.

## 1.1. DEFINITION DES EFFETS

Les termes d'effets et d'impacts sont souvent utilisés indifféremment pour nommer les conséquences d'un projet sur l'environnement. Les textes français régissant l'étude d'impact désignent ces conséquences sous le terme d'effets, terme qui sera donc utilisé pour l'ensemble de cette pièce.

L'identification des effets se fait par confrontation des composantes du milieu récepteur aux éléments de chaque phase du projet. Pour chacune des interrelations entre les activités du projet et les composantes pertinentes du milieu, il s'agit d'identifier tous les effets probables.

Chaque composante de l'environnement, affectée directement ou indirectement par le projet, a fait l'objet d'une évaluation dont la démarche est décrite ci-après.

## 1.2. METHODE D'EVALUATION DES EFFETS DU PROJET

D'une manière générale, tout projet est susceptible d'engendrer des incidences sur son environnement au cours de ses phases de réalisation et/ou d'exploitation.

La méthode d'évaluation des effets s'appuie, dans un premier temps, sur la description des sources d'effets probables au cours de ces deux grandes phases ; c'est-à-dire que, concrètement, au début de chaque grand chapitre sont présentées la phase de chantier (organisation, planning, ...) puis la phase opérationnelle (description des ouvrages : emprise, nature...).

Dans un second temps, pour chaque thématique (abordée dans l'état initial), les effets sont décrits et hiérarchisés afin d'identifier, en fin d'évaluation, les effets négatifs et résiduels du projet qui n'auront pu être évités ou réduits et qui appellent à la mise en œuvre de mesures compensatoires au sens strict du terme (présentées au chapitre suivant).

### 1.3. NATURE DES EFFETS

La réglementation relative aux études d'impact distingue **effets directs et effets indirects** :

- un effet direct traduit les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps,
- un effet indirect résulte d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Un effet indirect peut concerner des territoires éloignés du projet, ou apparaître dans un délai plus ou moins long.

La réglementation relative aux études d'impact fait aussi la distinction entre **effets permanents et effets temporaires** :

- un effet permanent est un effet persistant dans le temps ; il est dû à la construction même du projet ou à son exploitation et son entretien,
- un effet temporaire est un effet limité dans le temps, soit parce qu'il disparaît immédiatement après cessation de la cause, soit parce que son intensité s'atténue progressivement jusqu'à disparaître. Les travaux de réalisation d'un aménagement sont, par essence, limités dans le temps : la plupart des effets liés aux travaux sont, de ce fait, des effets temporaires.

Les effets prévisibles du projet sont potentiels puisqu'ils ne tiennent pas compte des mesures environnementales qui seront mises en place pour les éviter et les réduire.

### 1.4. HIERARCHISATION DES EFFETS

Afin d'évaluer les effets du projet sur son environnement, il est nécessaire de pouvoir en jauger les conséquences, qu'elles soient à court ou long terme, négatives ou positives.

Pour évaluer quantitativement et qualitativement l'effet d'un projet sur son environnement lorsqu'on ne dispose pas, dans certains domaines, de valeurs chiffrées, il est fait appel très couramment dans les études d'impact à des expressions telles que « effet négligeable », « effet modéré », « effet notable »... La subjectivité qui s'attache à ces expressions est fonction de la connaissance que peut avoir le lecteur sur le sujet traité, mais laisse le plus souvent celui-ci dans l'expectative et sans repère.

Une hiérarchisation des effets permet de faciliter cette évaluation selon trois niveaux :

- effet limité ou négligeable : effet suffisamment faible pour que l'on puisse considérer que le projet n'a pas d'impact,
- effet modéré : effet dont l'importance peut justifier une mesure environnementale (niveau intermédiaire),
- effet notable : effet fort, résiduel, durable ou irréversible du projet dont l'importance nécessite une mesure compensatoire,

Les effets négatifs et notables doivent faire l'objet de compensation s'ils n'ont pu être évités ou réduits (objet du chapitre suivant relatif aux mesures compensatoires).

---

## 2. EFFETS RESIDUELS EN PHASE TRAVAUX

### 2.1. GENERALITES

Les effets pendant la phase chantier sont liés à la préparation des terrains et aux aménagements divers ainsi qu'aux aires de chantiers nécessaires. De manière générale, les travaux impliquent d'importants terrassements.

Les effets résiduels pendant le chantier sont analysés pour les deux types de travaux :

- les travaux d'aménagement de la partie terrestre (terrassements généraux, voiries et réseaux, assainissement pluvial...),
- les travaux d'aménagement des équipements en bord de Loire (quais, ponton, appontements...).

Les différentes phases du chantier peuvent avoir des impacts potentiels sur l'environnement fluvial et terrestre, le cadre de vie, et d'une manière générale sur les milieux décrits dans l'état initial. Les méthodes de travaux (principes) connues sont décrites au chapitre 3 (description et justification du projet). Les principaux effets résiduels de ces phases de chantier concernent :

- **le milieu aquatique** : qualité des eaux et peuplements aquatiques, et indirectement activités fluviales (navigation, ...),
- **le cadre de vie** : qualité de l'air (poussières et gaz d'échappement des engins de chantier), bruit (engendré par les engins de chantier), gênes éventuelles dues aux augmentations de trafic liées au chantier,
- **le milieu biologique** : dérangement des espèces et modification d'habitats,
- **les milieux en général** : risques de pollution accidentelle liés au stockage d'hydrocarbures sur les aires de chantier et aux vidanges accidentelles des engins sur place.

Malgré les précautions prises par le Maitre d'Ouvrage et le Maitre d'œuvre pour éviter ou réduire les atteintes sur le milieu et la population proche, des effets résiduels sont probables en phase chantier.

Les mesures d'évitement et de réduction ayant déjà été présentées et intégrées à l'organisation même du chantier, seules des mesures de compensation sont à prévoir par le Maitre d'Ouvrage en cas d'effets persistants notables.

## 2.2. EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE TRAVAUX

### 2.2.1. EFFETS SUR LA QUALITE DE L'AIR

Les principaux effets sur la qualité de l'air susceptibles d'être générés en phase travaux sont les suivants :

- émissions atmosphériques des engins et véhicules participants aux chantiers (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>) ;
- dégagement de poussières si les travaux ont lieu en période sèche.

### 2.2.2. EFFETS SUR LE CLIMAT

#### 2.2.2.1. PREAMBULE : CONTEXTE ET DEFINITIONS

##### 2.2.2.1.1. RAPPEL DU CONTEXTE GENERAL

###### Des ressources en énergie limitées

Les ressources en énergies fossiles ne sont pas inépuisables. Les progrès technologiques ont permis et permettront encore de repousser les limites des réserves. Mais l'horizon d'un plafonnement de la production, puis d'une raréfaction du pétrole doivent être dès aujourd'hui pris en compte, même si la date du « pic pétrolier » reste incertaine. Selon le World Energy Technology Outlook (WETO), il reste 1 700 milliards de barils de pétrole, soit environ 60 années de production actuelle de pétrole conventionnel. La conséquence : une augmentation du prix des énergies fossiles et de fortes répercussions économiques à prévoir pour les territoires importateurs.

###### Des contraintes climatiques dues aux émissions de gaz à effet de serre

Les émissions de gaz à effet de serre sont en forte augmentation depuis le début de l'ère industrielle : les concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> sont passées d'une valeur pré-industrielle d'environ 280 ppm (parties par million) à 379 ppm en 2005. Cette augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, majoritairement liée à la combustion des énergies fossiles, a été mise en relation avec une augmentation mondiale moyenne de la température de l'air près de la surface de la Terre de 0,74°C sur un siècle (1906-2005)<sup>1</sup> ;

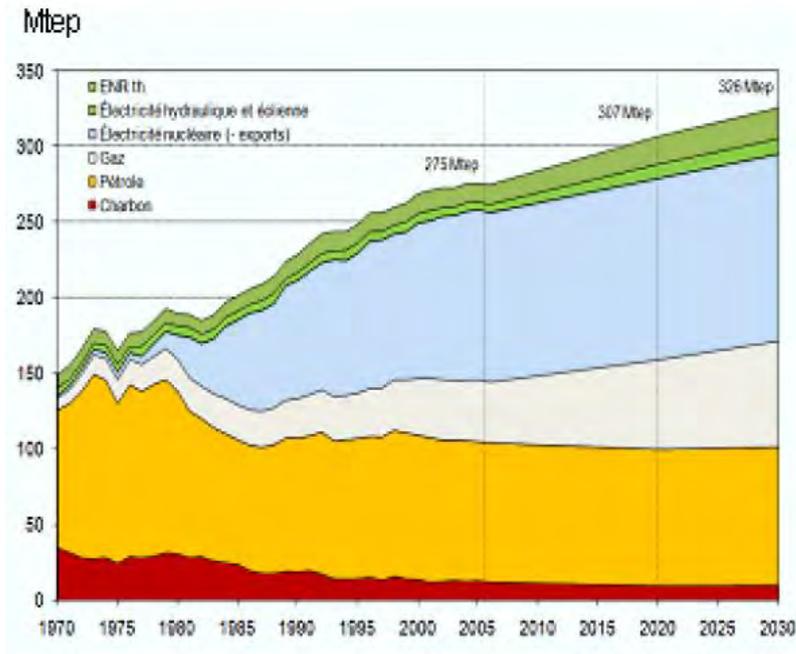
###### Une croissance exponentielle de la demande en énergie...

En 2025, la demande mondiale d'énergie aura, d'après l'Agence Internationale de l'Énergie, augmenté de 50 % par rapport à 2005 et atteindra 15 milliards de tonnes équivalent pétrole, entraînant une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> de 119% entre 2006 et 2025.

La conjonction de ces enjeux (épuisement des ressources, croissance de la consommation, réchauffement climatique) font peser des risques importants, parmi lesquels l'envolée des prix des énergies fossiles et du pétrole en particulier ou encore les conséquences du changement climatique.

---

<sup>1</sup> GIEC, 2007



**Fig. 1. Evolutions tendancielle de la consommation énergétique primaire en France [DGEC, 2009]**

... affectant particulièrement les territoires les plus vulnérables.

Les impacts potentiels du changement climatique au niveau de la ressource en eau, de la biodiversité, des phénomènes extrêmes (canicules, tempêtes...), et les conséquences potentielles sur les différentes activités économiques (agriculture, tourisme, ...) fragilisent les territoires. Intégrer dans les décisions les changements à venir, et notamment les événements climatiques extrêmes (inondations, canicules, mouvements de terrain), doit permettre de limiter les dommages et coûts éventuels.

#### 2.2.2.1.2. GAZ A EFFET DE SERRE (GES)

##### Principaux GES

Bien que les scientifiques estiment qu'il existe aujourd'hui plus de 42 GES, le rôle des 6 GES pris en compte par le Protocole de Kyoto, ainsi que les rôles très spécifiques de la vapeur d'eau et de l'ozone atmosphérique sont présentés ci-après.

#### **A. La vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O)**

La vapeur d'eau est l'élément qui contribue le plus à l'effet de serre naturel. La quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère est quasiment indépendante des activités humaines. Toutefois, les experts s'attendent à ce que le réchauffement en cours augmente la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère (l'air chaud contient plus de vapeur d'eau que l'air froid), ce qui pourrait avoir pour conséquence d'accélérer et d'amplifier les hausses attendues de température à travers une modification de l'activité nuageuse. A ce jour, les fortes incertitudes qui règnent encore sur le rôle des nuages et du cycle de l'eau dans le processus de changement climatique ne permettent pas de quantifier avec précision l'ampleur du «sur réchauffement» généré par l'augmentation des quantités de vapeur d'eau présentes dans l'atmosphère.

**B. Le dioxyde de carbone ou gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)**

La teneur en gaz carbonique de l'atmosphère a augmenté de 36% depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Cette hausse est intégralement liée aux activités humaines. En effet, environ trois quarts des émissions de gaz carbonique sont liés à la combustion du pétrole, du charbon et du gaz.

Le quart restant provient de la déforestation (qui libère le carbone utilisé par les arbres pour leur croissance), des pratiques agricoles (qui libèrent le carbone stocké dans les sols) et de certains procédés industriels comme la décarbonatation du calcaire dans les cimenteries. Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 100 ans ; ce qui signifie que les émissions actuelles réchaufferont l'atmosphère pendant 100 ans.

**C. Le méthane (CH<sub>4</sub>)**

Depuis le début de l'ère industrielle, la quantité de méthane présente dans l'atmosphère a augmenté d'environ 150%. Le méthane est produit naturellement par décomposition de la matière organique. Les émissions liées à l'activité humaine proviennent de l'élevage (les flatulences des ruminants), du traitement des déchets, de la fermentation des déjections animales (lisiers, fumiers, etc.), de la culture du riz. On estime que la moitié des émissions de méthane est directement liée aux activités humaines. Le méthane, dont la durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 12 ans, contribue à hauteur d'environ 12% au réchauffement global en France.

Le méthane est un GES puissant, puisque l'émission d'1 tonne de méthane a le même impact sur le réchauffement climatique que l'émission de 21 tonnes de dioxyde de carbone.

**D. Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)**

Les concentrations de protoxyde d'azote ont augmenté de 19% depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Les émissions anthropiques proviennent essentiellement de l'utilisation d'engrais azotés en agriculture, de certains procédés chimiques industriels (industrie de la production d'engrais, industrie du nylon) et des déjections animales. Le protoxyde d'azote, dont la durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 120 ans, contribue à hauteur d'environ 15% du réchauffement en France.

Comme le méthane, le protoxyde d'azote est un GES très puissant. En effet, l'émission d'1 tonne de protoxyde d'azote a le même effet sur le réchauffement climatique que l'émission de 310 tonnes de dioxyde de carbone. Le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) ne doit pas être confondu avec les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) qui dégradent la qualité de l'air, participent à la création de l'ozone, mais ne réchauffent pas l'atmosphère.

**E. Les hydrocarbures halogénés (HFC, PFC, SF<sub>6</sub>)**

Les halocarbures ne sont pas présents à l'état naturel dans l'atmosphère. Leurs émissions sont donc intégralement d'origine humaine. Ces GES très puissants sont utilisés comme gaz propulseurs dans les bombes aérosols, comme gaz réfrigérants dans les systèmes de climatisation, de congélation et de réfrigération. Leurs émissions contribuent à hauteur de 1% des GES au réchauffement en France. Leur durée de vie dans l'atmosphère peut atteindre 50 000 ans et l'émission d'une tonne de certains d'entre eux, peut être équivalent à l'émission de 23 000 tonnes de CO<sub>2</sub>. Les émissions de ces gaz sont en forte croissance, du fait notamment de la multiplication des appareillages de climatisation dans les bâtiments et les transports. Par exemple, entre 2000 et 2003, les émissions d'halocarbures du secteur des transports ont augmenté de 80%<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> CITEPA, 2008.

## F. L'ozone atmosphérique O<sub>3</sub>

Comme évoqué, les difficultés relatives à la quantification des émissions d'ozone n'ont pas permis d'inclure ce gaz dans le Protocole de Kyoto. Il n'en demeure pas moins un gaz à effet de serre très puissant puisque les experts estiment qu'il est responsable d'environ 13 % du réchauffement déjà observé de la planète.

L'ozone atmosphérique est souvent qualifié de gaz à effet de serre indirect puisqu'il se forme suite à une réaction photochimique entre le méthane et les composés organiques volatiles (COV). Son rôle, en tant que gaz à effet de serre, est encore soumis à de fortes incertitudes. Cela vient essentiellement du fait que, dans la haute atmosphère, l'ozone aurait tendance à refroidir la planète en filtrant les rayons du soleil, alors que dans la basse atmosphère, il serait un gaz à effet de serre très puissant.

Néanmoins, les experts ont constaté au cours des 20 dernières années, que l'appauvrissement de la couche d'ozone de la haute atmosphère a eu tendance à limiter l'ampleur du réchauffement due à l'accumulation de GES et qu'il est donc très probable que l'application des accords de Montréal se traduira par une augmentation de l'effet de serre additionnel lié à l'ozone.

### Comparaisons entre gaz

L'effet du relâchement dans l'atmosphère d'un kilo de gaz à effet de serre n'est pas le même quel que soit le gaz. Chaque gaz possède, en effet, un « Pouvoir de Réchauffement Global » (PRG), qui quantifie son « impact sur le climat ».

Plus ce PRG est élevé, et plus l'effet de serre additionnel engendré par le relâchement d'un kilo de ce gaz dans l'atmosphère est important. Par convention, le PRG compare les gaz à effet de serre au CO<sub>2</sub>, et donc, par convention, le PRG du CO<sub>2</sub> vaut toujours 1.

Pour les autres gaz à effet de serre, les différentes éditions des rapports du GIEC ont pu donner des valeurs légèrement différentes au fil de la dernière décennie. La présente méthode est basée sur les PRG à 100 ans figurant dans le rapport 2001 du GIEC (Climate Change 2001, The Scientific Basis).

### Unités de mesure des gaz à effet de serre

L'unité de mesure des gaz à effet de serre n'est pas le PRG, mais le gramme équivalent carbone (souvent noté gC ou géq C) et ses multiples (le kg équivalent carbone, noté kgC, et la tonne équivalent carbone, que l'on notera aussi T C ou T éq C). Dans la littérature, il arrive assez souvent que « équivalent carbone » soit raccourci en « carbone ». Par convention, pour le gaz carbonique, l'équivalent carbone désigne le poids du seul carbone dans le composé CO<sub>2</sub>.

Dans le CO<sub>2</sub>, le poids du seul carbone sera donc de 12/44èmes du total<sup>3</sup>, ou encore 0,2727 du total. De ce fait, un kg de CO<sub>2</sub> aura 0,273 kg d'équivalent carbone<sup>4</sup>. Pour les autres gaz, l'équivalent carbone est donné par la formule :

$$\text{Equivalent carbone du gaz} = \text{poids du gaz (en kg)} * \text{PRG à 100 ans} * 0,2727$$

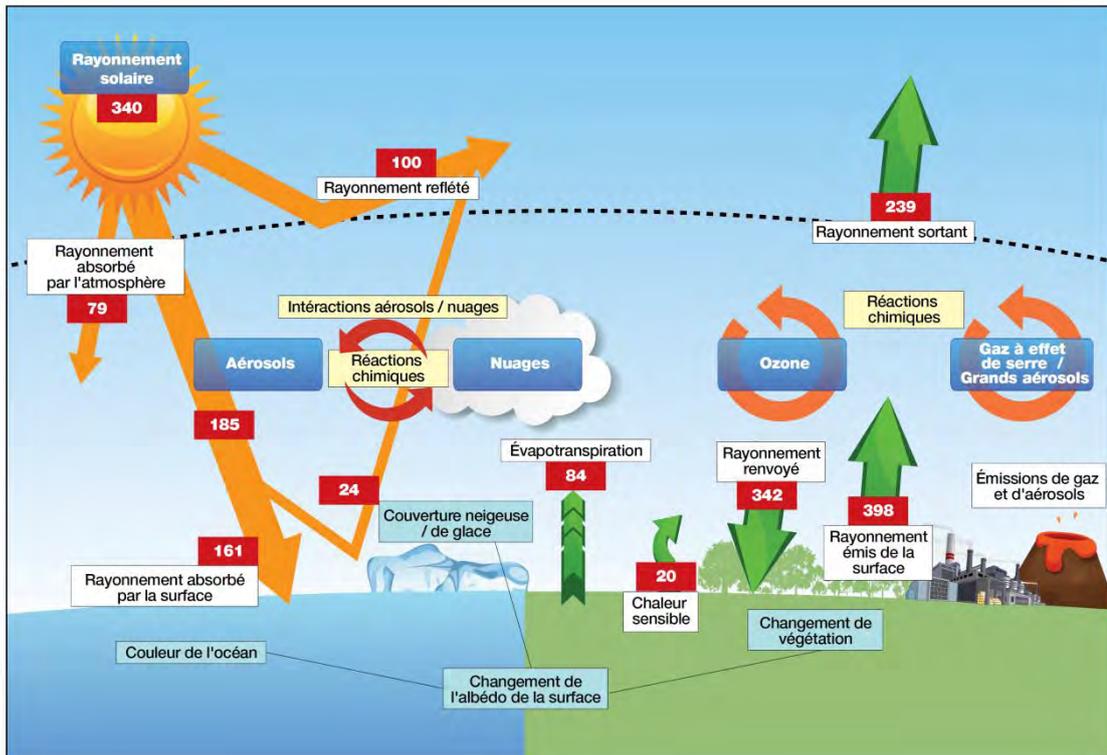
<sup>3</sup> En négligeant les isotopes C13 et C14, le carbone a une masse atomique de 12. En négligeant aussi les isotopes mineurs O18 et O17, l'oxygène a une masse atomique de 16, de telle sorte que le CO<sub>2</sub> a une masse atomique de 12+16X2, soit 44.

<sup>4</sup> Soit 1 kgeqC = 44/12 kgeqCO<sub>2</sub>

## 2.2.2.1.3. EFFET DE SERRE

Rôle de l'atmosphère dans l'effet de serre naturel

Les rayons solaires fournissent de l'énergie à la Terre. Une partie est directement ou indirectement réflétée vers l'espace tandis que la majorité est absorbée par l'atmosphère ou la surface du globe. La chaleur à la surface de la Terre est due à la présence de GES qui renvoie vers le sol la majorité du rayonnement de surface.



**Fig. 2. Flux d'énergie actuels [GIEC, 1<sup>er</sup> groupe de travail, 2013]**

Activités humaines et effet de serre

L'augmentation des GES par les émissions anthropiques dans l'atmosphère accroît le renvoi d'énergie vers le sol, entraînant un déséquilibre du système et provoquant l'élévation de la température terrestre.

La modification par rapport à une année de référence de la radiation induite par un élément est appelée forçage radiatif. Un forçage radiatif positif indique une contribution positive au réchauffement climatique.

Certaines activités humaines comme l'émission d'aérosols contribuent à diminuer le renvoi d'énergie vers le sol provoqué par les GES mais ne le compensent pas. En 2011 par rapport à 1750, ce forçage radiatif négatif est estimé à  $-0,45 \pm 0,5$  W/m<sup>2</sup>, alors que le forçage radiatif des GES anthropiques est de  $+2,83 \pm 0,29$  W/m<sup>2</sup>. Ainsi, l'ensemble du forçage radiatif d'origine anthropique s'élève à  $+2,3 \pm 1,1$  W/m<sup>2</sup> en 2011 par rapport à 1750.

### 2.2.2.2. LES EFFETS DUS AU CHANTIER DE VIABILISATION DU SITE

Le chantier entraînera des émissions de gaz à effet de serre. Ces émissions sont liées aux consommations d'énergie (transports, fonctionnement des machines diverses, des installations de chantiers), aux consommations ou mobilisation spécifiques d'équipements, aux activités de services y compris de type tertiaire, ...

La viabilisation du site du Carnet demande l'aménagement d'une plateforme à la cote de 8 m CM pour des raisons de protection vis-à-vis des inondations (en particulier submersion marine). Pour évaluer les effets liés aux remblaiements nécessaires, l'hypothèse prise en considération à ce stade est une planéité pour l'ensemble de la zone à la cote moyenne de 8 m CM. En pratique, des pentes seront créés sur l'emprise de la viabilisation de manière à assurer la gestion des eaux pluviales sur le site. Les volumes de remblaiement nécessaires seront par conséquent supérieurs.

Les matériaux nécessaires à ce remblaiement peuvent être issus de trois sources :

- matériaux exogènes avec apports depuis des sites extérieurs,
- matériaux prélevés sur le site du Carnet, dans le cadre des mesures compensatoires environnementales (cf. Chapitre 6),
- matériaux en provenance de dragage d'entretien dans l'estuaire de la Loire.

Des remblais exogènes peuvent donc être nécessaires au vu de la cote recherchée. Le volume estimé en hypothèse basse est d'environ 250 000 m<sup>3</sup> (122 500 tonnes)<sup>5</sup>.

Les matériaux issus des dragages utilisables sur le site ne peuvent être ceux dragués dans les souilles du Carnet. En effet, les analyses granulométriques réalisées sur ces matériaux montrent qu'ils sont constitués de vases avec une proportion de sables inférieure à 10%. De telles caractéristiques les rendent totalement impropres à une valorisation sur le site du Carnet. En effet, les vases ne peuvent constituer des terrains immédiatement utilisables pour les aménagements industrialo-portuaires, compte tenu de leurs délais de tassement (plusieurs années) et elles induisent, de plus, des surcoûts importants à la construction des bâtiments qui les portent.

Ainsi, la source des matériaux de dragages d'entretien envisagée est constituée par les sables présents en abondance dans la zone d'évitage de Nantes. En effet, l'arrêt des extractions de sable en amont de Nantes, fin 1992, et la remobilisation des sables des berges et épis dans le cadre du programme d'actions pour le rééquilibrage du lit de la Loire entre Nantes et Les Ponts-de-Cé, initié en 2013 et qui couvre la période 2013-2027, a conduit à des apports de plus en plus sensibles de matériaux sableux se déposant dans la zone d'évitage de Nantes.

Le GPM, depuis 2007, ne faisait plus, dans ce secteur, que des interventions par drague aspiratrice stationnaire (DAS) et par drague à injection d'eau (DIE) et n'a pas intégré l'utilisation d'une drague aspiratrice en marche (DAM) avec immersion dans la fosse de Grand Pont dans son dossier de demande d'autorisation de dragages d'entretien qui a abouti à l'autorisation du 24/04/2013. La présence désormais massive de sables sur les fonds de la zone d'évitage rend nécessaire l'utilisation d'une drague aspiratrice en marche (DAM), seule efficace sur ce type de matériaux. Une demande en ce sens vient d'être faite à la DDTM. Dans le dossier support de cette demande, les alternatives possibles de valorisation des matériaux ont été analysées. La seule véritablement exploitable est la réutilisation en remblais portuaires.

Le volume de dragage annuel en zone d'évitage est estimé à 220 000 m<sup>3</sup>. L'utilisation de ces matériaux pour le remblaiement du Carnet présente donc une alternative intéressante à leur immersion. Le terrassement et les besoins associés en matériaux sableux seront échelonnés dans le temps, en fonction du phasage des travaux. Les besoins en matériaux étalés dans le temps sont compatibles avec le niveau estimé des volumes annuels de dragage.

---

<sup>5</sup> Sur la base d'une siccité de 35 % et d'une densité de 1,4.

Techniquement, la réutilisation des sédiments dragués nécessite une filière de gestion à terre permettant le nettoyage et le tri des matériaux.

Afin de maximiser les effets sur le climat, l'hypothèse où l'ensemble des matériaux ont une origine exogène au site du Carnet est considérée.

#### 2.2.2.2.1. EFFETS DE LA PRODUCTION DES MATERIAUX NECESSAIRES

La production de granulats en carrière nécessite une dépense d'énergie.

Une extraction de granulats naturels dans une carrière induit des émissions de CO<sub>2</sub>. La Base Carbone de l'ADEME<sup>6</sup>, donne une valeur générique de 11 kg éq. CO<sub>2</sub>/tonne hors transport (soit 3 kg éq. C/t). Rapporté à la quantité de matériaux nécessaire, cela représente environ 1 350 tonnes éq. CO<sub>2</sub>.

#### 2.2.2.2.2. EFFETS DE L'APPORT DES MATERIAUX NECESSAIRES

L'apport des matériaux engendre une circulation d'environ 8 150 semi-remorques d'une capacité de 15 m<sup>3</sup>.

Considérant les hypothèses suivantes :

- carrière la plus proche : carrière du Gros Buisson sur la commune de Saint-Viaud (4 km au Sud du site du Carnet via un accès route de la Ramée) ;
- 350<sup>7</sup> g de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru pour mesurer l'empreinte carbone d'un kilomètre réalisé par un poids lourd.

L'apport exogène de matériaux engendre l'émission de 23 tonnes de CO<sub>2</sub> environ.

Au final, l'utilisation des matériaux issus des mesures compensatoires et potentiellement des dragages réalisés en Loire, permet d'éviter l'émission de l'ordre de 1 400 tonnes éq. CO<sub>2</sub>. Ce chiffre représente l'émission annuelle tous postes confondus de 190 français<sup>8</sup> moyens.

Les opérations d'aménagement des équipements en bord de Loire seront également sources d'émissions de gaz à effet de serre. Les éléments disponibles à ce stade ne permettent pas de quantifier ces émissions.

Cet effet est considéré comme modéré en lien avec le coût environnemental des remblais à réaliser, au coût énergétique du transport, aux risques liés aux espèces invasives par apports de matériaux exogènes, à la perte définitive de la résilience du sol sur les secteurs à viabiliser.

La réduction des transports, ainsi que la recherche d'une valorisation optimale des matériaux générés par les mesures compensatoires constituent un point fort du projet du Carnet.

---

<sup>6</sup> [www.basecarbone.fr](http://www.basecarbone.fr)

<sup>7</sup> Hypothèse moyenne d'émission pour un poids lourd, les valeurs données par l'ADEME pour un PTAC compris entre 2,51 à 3,5 tonnes essence étant estimées entre 251 et 452 g de CO<sub>2</sub> par kilomètre parcouru.

<sup>8</sup> Le bilan carbone global moyen des ménages français est d'environ 7,4 T de CO<sub>2</sub> par individu [ADEME, à partir des données de mars 2011]

### 2.2.3. EFFETS SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL

Durant la phase de travaux (temporaire) plusieurs effets peuvent être recensés :

- la circulation des engins de travaux sur les pistes d'accès aux zones de travaux,
- la circulation des engins aura pour conséquences de modifier localement la structure du sol, son degré de compaction, etc.

Des effets sur la géologie sont prévisibles avec la mise en place des pieux ancrés sur le substratum pour les ouvrages lourds. Dans ce sens, la réalisation des pieux conduit à modifier localement la structure du substratum pour la mise en place de béton. Dans le cas présent, c'est essentiellement le faciès de remplissage alluvial qui sera modifié, celui-ci n'apportant pas suffisamment de portance pour la mise en place de tels aménagements.

## 2.3. EFFETS SUR LA RESSOURCE EN EAU ET LES MILIEUX AQUATIQUES EN PHASE TRAVAUX

### 2.3.1. AMENAGEMENT DE LA BERGE

La remise en suspension des vases lors du battage des pieux (quai, ponton et appontements) et plus généralement pour les travaux en contact avec la masse d'eau estuarienne représente un impact négligeable. En effet, le projet est situé en milieu estuarien turbide, et plus particulièrement dans la zone du bouchon vaseux.

La qualité de l'eau sera très localement détériorée du fait de la mise en place des pieux, en phase de construction. Les matériaux seront repris en suspension dans la masse turbide générale. Selon les courants de marée, les sédiments sableux sédimenteront plus ou moins rapidement.

Les sédiments, qui seront remis en suspension sont des sédiments estuariens, qui font l'objet de dragages et d'immersion en mer par le GPM de Nantes-Saint-Nazaire. D'après les analyses menées en 2013, ces sédiments ne présentent pas de pollution particulière (cf. Chapitre 2). En ce sens, la mise en suspension locale des sédiments par le battage des pieux, représente un effet négligeable sur la qualité du milieu marin. La durée de cette altération de la qualité des eaux est limitée dans le temps.

Sur l'emplacement projeté pour le quai et de la rampe pour colis lourds, des enrochements sont actuellement présents sur la berge. La berge sera reprise pour assurer sa stabilité au droit des ouvrages selon une pente de 2/1.

### 2.3.2. EFFETS DES DRAGAGES D'APPROFONDISSEMENT

#### 2.3.2.1. TURBIDITE

La DAS refoule environ 4000 m<sup>3</sup>/h à la densité 1,1 (environ 140 g/l), soit 560 t/h. Les 40 000 m<sup>3</sup> à draguer (à la densité 1,4, soit environ 625 g/l) représentent 25 000 tonnes de matériaux. Cette masse correspond donc à près de 45 heures de dragages. La DAS intervenant sur des périodes de 12h par jour, au minimum 4 jours de dragage seront nécessaires pour l'opération de dragage, mettant en jeu journalièrement environ 6250 tonnes.

Cette valeur est à comparer aux flux de Matières en suspension (MES) transitant dans la section correspondante du chenal de navigation. A Donges, les volumes d'eau oscillants atteignent respectivement 90 Mm<sup>3</sup> et 166 Mm<sup>3</sup> en mortes-eaux (coefficient 45) et vives-eaux (coefficient 106), à des concentrations moyennes de 0,2 g/l et 1 g/l.

Il transite dans ces conditions, chaque jour, en moyenne 34 000 tonnes en mortes-eaux et 320 000 tonnes en vives-eaux. Le flux journalier de la DAS intervenant sur la souille du Carnet en représente alors 18 % en mortes-eaux et seulement 2% en vives-eaux.

Bien que non négligeables en mortes-eaux, ces flux ne représentent pas un surcroît de MES significatif dans l'estuaire au regard de la brièveté de l'opération de dragage.

#### 2.3.2.2. QUALITE CHIMIQUE DU MILIEU

Le dragage de la souille peut avoir des effets directs sur la qualité de l'eau du fait de la remise en suspension des matériaux dragués qui induit le développement de panaches turbides et accroît la biodisponibilité des contaminants éventuellement présents dans les sédiments dragués.

Néanmoins, les résultats des analyses présentées dans le chapitre 2 montrent une bonne qualité des sédiments des zones à draguer, les teneurs en contaminants (métaux lourds, HAP, TBT, PCB) étant inférieures voire nettement inférieures aux valeurs seuils N1, hormis pour l'arsenic qui dépasse ce niveau, ce qui est classique dans l'estuaire de la Loire et en lien avec le bruit de fond géochimique.

La remise en suspension de ces sédiments lors des opérations de dragages n'induirait donc pas d'effet d'altération chimique sur le milieu environnant.

#### 2.3.2.3. QUALITE SANITAIRE DU MILIEU

Les analyses de qualité bactériologique réalisées sur les échantillons de sédiments prélevés dans la future zone d'implantation de la souille ne font pas état d'une contamination sensible, chimique ou bactériologique. La remise en suspension des sédiments lors des travaux de dragage n'est donc pas susceptible de provoquer le relargage de contaminants dans le milieu aquatique qui soit de nature à dégrader sensiblement la qualité des eaux.

De plus, l'éloignement du site par rapport aux zones conchylicoles et de baignade les plus proches ne font pas de la qualité des rejets de dragage un enjeu environnemental.

#### 2.3.2.4. EFFETS SUR LES PEUPELEMENTS PLANCTONIQUES

Les phases de refoulement des matériaux dragués accentueront la teneur en matières en suspension sur tout ou partie de la colonne d'eau. Cette hausse de la turbidité engendre un impact direct en diminuant la pénétration de la lumière et par conséquent les capacités photosynthétiques des populations de phytoplancton. Certaines espèces de phytoplancton, notamment celles rencontrées dans les eaux estuariennes de la Loire, sont néanmoins adaptées à une faible pénétration des rayons lumineux.

L'impact sur la photosynthèse de la remise en suspension de matériaux fins et la hausse consécutive de la turbidité des eaux estuariennes sera peu significatif étant donné :

- les faibles volumes de dragage ;
- les conditions de faible transparence de l'eau, continues sur ce secteur géographique.

D'un point de vue général, l'incidence principale des dragages sur les organismes planctoniques est liée aux remises en suspension puisque, vivant dans la colonne d'eau, ils ne sont pas impactés par l'action de l'élinde ou du cutter de drague sur le fond.

Ainsi, compte tenu de la faible contamination chimique des matériaux dragués devant le Carnet, les seules incidences sur les organismes vivant en pleine eau seront ici liées :

- à l'augmentation temporaire de la turbidité du chenal qui peut se répercuter sur la vie des organismes vivant en pleine eau ;
- à la remise en suspension des matières organiques, qui entraîne une baisse de la concentration en oxygène dissous du milieu du fait de l'activité bactérienne qu'elle engendre. Cette baisse de la concentration en oxygène dissous est également consécutive à la diminution de la production primaire. Le zooplancton est directement concerné par cette réduction de la disponibilité en oxygène et de la ressource trophique, ce qui entraîne une mortalité accrue. Ces événements sont particulièrement sensibles lors des périodes de blooms, au printemps et en automne, l'incidence étant limitée, voire nulle, en hiver.

Les fortes turbidités régnant naturellement dans l'estuaire de la Loire sont peu propices à l'installation d'un plancton abondant. De plus, l'incidence des turbidités associées aux travaux de dragage de la souille du Carnet sera d'autant moins sensible que la zone de refoulement des matériaux est située dans une section du chenal dans laquelle le bouchon vaseux est présent pour une large gamme de débits et que les volumes de matériaux vaseux concernés sont faibles au regard des volumes transitant dans le bouchon vaseux.

#### 2.3.2.5. EFFETS SUR LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES

Le premier impact sur le benthos va être lié à l'action mécanique de l'élinde sur les fonds accueillant la souille du quai. Les organismes benthiques qui y sont présents seront détruits ou fortement endommagés lors des opérations de dragage.

Néanmoins, l'inventaire de la faune benthique réalisé pour le GPM (TBM, 2014), en 2013, sur les fonds estuariens jouxtant le site du Carnet, montre que les matériaux y sont vaseux et qu'ils sont caractérisés par une richesse spécifique de 0,2 à 0,6 espèce/m<sup>2</sup> (essentiellement annélides et crustacés) et une abondance comprise généralement entre 2 et 10 individus/m<sup>2</sup>, atteignant 32 individus/m<sup>2</sup> localement. Les biomasses associées sont très faibles à nulles.

En conséquence, l'impact mécanique du dragage sera extrêmement limité, puisque s'exerçant sur une faune benthique rare. Il en sera de même pour les poissons de fond, compte tenu de leur capacité d'évitement, identique à celle des autres poissons, qui les conduira à rechercher les secteurs de la section transversale de l'estuaire non soumis à l'impact du dragage. De plus, les ressources trophiques pour ces espèces étant essentiellement présentes sur les vasières intertidales, leur abondance sur la zone de creusement de la souille sera a priori faible.

Les différentes espèces de poissons de fond subissent des atteintes significatives en raison des carences en oxygène dissous observables dans le bouchon vaseux et particulièrement au voisinage du fond où les turbidités sont maximales. Le refoulement, dans le chenal, des matériaux dragués dans la souille induira une descente d'une partie des matériaux vers le fond et la dispersion directe de l'autre partie dans un panache turbide. Les poissons de fond rechercheront les secteurs de la section transversale de l'estuaire non soumis à l'impact des chutes de matériau sur le fond et des remises en suspension par le dragage, si les turbidités sont significativement supérieures au bruit de fond naturel de l'estuaire.

Il faut souligner que les panaches turbides générés par les rejets par conduite dans le chenal n'intéressent qu'une population benthique déjà appauvrie par l'action mécanique des dragages réguliers qui y sont pratiqués. Les essais en canal de BOUTIN (2000) montrent que, pour des rejets à des concentrations de 270-280 g/l (rejets de surverse, assimilables à des rejets de refoulement), les concentrations dans la colonne d'eau impactée et en particulier au voisinage du fond sont au maximum de 5 g/l à 150 m du rejet.

Dans le bouchon vaseux dont les concentrations moyennes sur la verticale sont proches de 5 g/l et atteignent 20 g/l près du fond, l'impact du refoulement sera minime au-dehors du champ proche du point de rejet.

Lorsque le refoulement de la mixture de dragage est pratiqué dans une zone non soumise à l'impact du bouchon vaseux, des concentrations de l'ordre de 5 g/l peuvent être parfaitement supportées par les organismes benthiques, la présence du bouchon vaseux dans l'estuaire les familiarisant avec des concentrations élevées en matières en suspension.

Les incidences décrites pour les poissons seront temporaires, en lien avec la durée des opérations de dragage.

#### **2.3.2.6. BILAN DES INCIDENCES**

Il apparaît que le dragage d'approfondissement de la souille du quai du Carnet n'aura pas d'incidences significatives sur le milieu estuarien. Il impactera directement des fonds pauvres en faune benthique et les refoulements des matériaux dragués interviendront dans un milieu caractérisé par de fortes turbidités dans la colonne d'eau et sur des fonds eux-mêmes quasiment dépourvus de benthos. Les poissons pouvant être concernés par l'ensemble de l'opération de dragage ont, d'une part, une capacité d'évitement et de fuite et, d'autre part, peuvent supporter des turbidités élevées.

L'ampleur et la durée de l'opération de dragage étant, de plus, limitées, ses incidences peuvent être considérées comme faibles.

#### **2.3.3. VIABILISATION DU SITE**

Des pollutions très localisées pourraient intervenir suite à des ruptures de flexibles sur des engins, ou à des renversements de produits polluants présents sur le chantier (peinture, huiles). Notons que la pollution engendrée serait alors réduite au maximum à l'équivalent d'un réservoir d'engin ou au volume du contenant, soit une centaine de litres environ.

Dans le cas de refoulement de matériaux issus de dragage dans l'estuaire de la Loire sur le site du Carnet, les matériaux seront déposés sur le site et s'égoutteront très rapidement. Les eaux de ressuyage s'écouleront en direction de la Loire via les exutoires existants sur le site du Carnet.

L'effet majeur concernant les eaux de surface résultera des risques de transfert de matières en suspension (lessivage des terrains remaniés) vers les eaux superficielles et en particulier la Loire. Cet effet doit être relativisé au vu des gammes de turbidité plutôt élevées qui existent dans la Loire. Cet effet sera néanmoins limité par l'existence et l'aménagement d'exutoires, qui sera réalisée au préalable de tout terrassement.

Conformément au schéma directeur d'assainissement des eaux pluviales (SDEP) de la commune de Frossay, pour éviter les atteintes aux milieux aquatiques susceptibles de survenir durant la période des travaux les mesures suivantes seront mises en œuvre :

- aménagement de bassins de décantation provisoires afin de stocker les eaux de ruissellement issues du chantier avec la mise en place de filtres pour retenir les fines au droit des zones de terrassement,
- confinement des sites de maintenance et de stationnement des engins de chantier,
- gestion des matériaux de déblais, effectuée de manière à ne pas engendrer de stockage sur des zones à enjeu environnemental (zone humide, zone d'intérêt pour les espèces protégées).

Aucun effet notable ne peut être décelé sur l'hydrogéologie. L'implantation des pieux ne peut modifier le sens et la nature des écoulements de la nappe, du fait de la faible emprise des pieux et de l'étendue du faciès de remplissage alluvial. Les rejets associés à la mise en place des pieux seront traités afin de limiter tout rejet pollué vers la Loire et donc vers la nappe associée.

Les effets sont considérés comme limités ; néanmoins, des mesures de réduction sont proposées pour atténuer le risque de pollution lié au déroulement du chantier.

## **2.4. EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE ET LES HABITATS EN PHASE TRAVAUX**

**L'approche développée dans l'étude d'impact est basée sur une évaluation maximalisée des impacts négatifs en considérant qu'il ne resterait plus de biodiversité sur 100% des 110ha du périmètre retenu.**

### **2.4.1. EFFETS SUR LA VEGETATION ET LA FLORE**

L'effet sur la flore concerne la disparition – temporaire ou définitive - d'espaces naturels permettant le libre développement de la flore, avec le morcellement de stations floristiques remarquables. La viabilisation du site avec le changement de nature du substrat empêche toute résilience du milieu. **L'effet en phase chantier pour ce groupe est comparable aux impacts permanents.**

L'impact en est considéré comme notable au vu de l'intérêt du site. Des mesures environnementales sont proposées :

- mise en défens des secteurs à préserver afin d'annihiler tous risques de manœuvre et d'intrusion par le biais de barrière hautes, (voir détail dans le chapitre 4).
- conservation de la banque de graines (substrat de surface) des secteurs patrimoniaux.

#### **2.4.1.1. EFFETS SUR LES HABITATS**

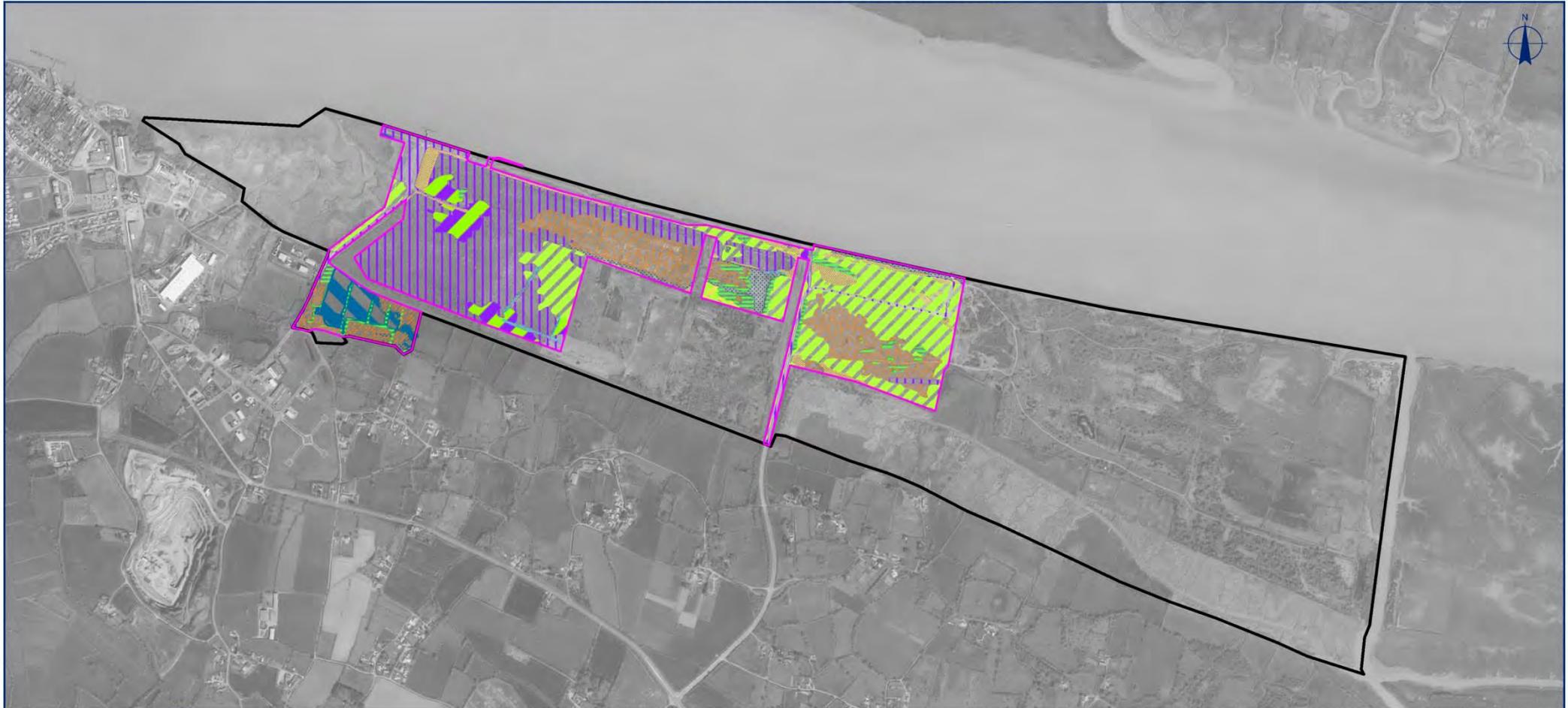
L'effet des terrassements sur les habitats est inévitable, du fait de la viabilisation du site. Les effets de la viabilisation du site correspondent à une destruction directe des habitats existants.

Selon la cartographie des habitats simplifiés réalisée lors de l'état initial, les habitats impactés et les surfaces associées sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tabl. 1 - Habitats simplifiés impactés par la viabilisation du site**

Typologie simplifiée		Surface actuelle (ha)	Surface impactée (ha)	Pourcentage
<b>1 Boisements et bocage</b>	1- Habitat homogène	17.42	4.02	23.08 %
	1-5 <i>Habitat mosaïque</i>	2.09	0	-
	1-6 <i>Habitat mosaïque</i>	0.32	0	-
<b>2 Etendues d'eau</b>	2-Habitat homogène	16.6	0.87	5.24 %
<b>3 Formations humides marécageuses</b>	3-Habitat homogène	124.86	3.4	2.72 %
	3-7 <i>Habitat mosaïque</i>	0.4	0	-
	3-8 <i>Habitat mosaïque</i>	4.27	0.06	1.41 %
<b>4 Fourrés et ronciers</b>	4-Habitat homogène	19.1	5.29	27.70 %
	4-5 <i>Habitat mosaïque</i>	3.57	0	-
	4-6 <i>Habitat mosaïque</i>	15.06	0.5	3.32 %
	4-6-7 <i>Habitat mosaïque</i>	0.49	0	-
	4-7 <i>Habitat mosaïque</i>	2.53	0	-
<b>5 Milieux anthropisés</b>	5-Habitat homogène	58.11	40.01	68.85 %
	5-6 <i>Habitat mosaïque</i>	13.41	4.95	36.91 %
	5-7 <i>Habitat mosaïque</i>	0.3	0	-
<b>6 Pelouses rases</b>	6- Habitat homogène	51.58	25.42	49.28 %
<b>7 Prairies et friches herbacées</b>	7-Habitat homogène	40.7	20.26	49.78 %
<b>8 Prairies et vases salées des rives de la Loire</b>	8- Habitat homogène	23.69	3.93	16.59 %
TOTAL		394.5 ha	108.71 ha	

HABITATS SIMPLIFIÉS IMPACTÉS PAR L'AMÉNAGEMENT



Zone d'étude      Périmètre du projet retenu

Habitats homogènes

-  1 - Boisements et bocages
-  2 - Etendues d'eau
-  3 - Formations humides marécageuses
-  4 - Fourrés et ronciers
-  5 - Milieux anthropisés
-  6 - Pelouses rases
-  7 - Prairies et friches herbacées
-  8 - Prés et vases salés des rives de la Loire

N°Habitat	Surface (ha)
1	4.02
2	0.87
3	3.4
4	5.29
5	40.01
6	25.42
7	20.26
8	3.93

Mosaïque d'habitats  
(numéro des habitats simplifiés)

-  3-8
-  4-6
-  5-6

N°Habitats	Surface (ha)
3-8	0.06
4-6	0.5
5-6	4.95

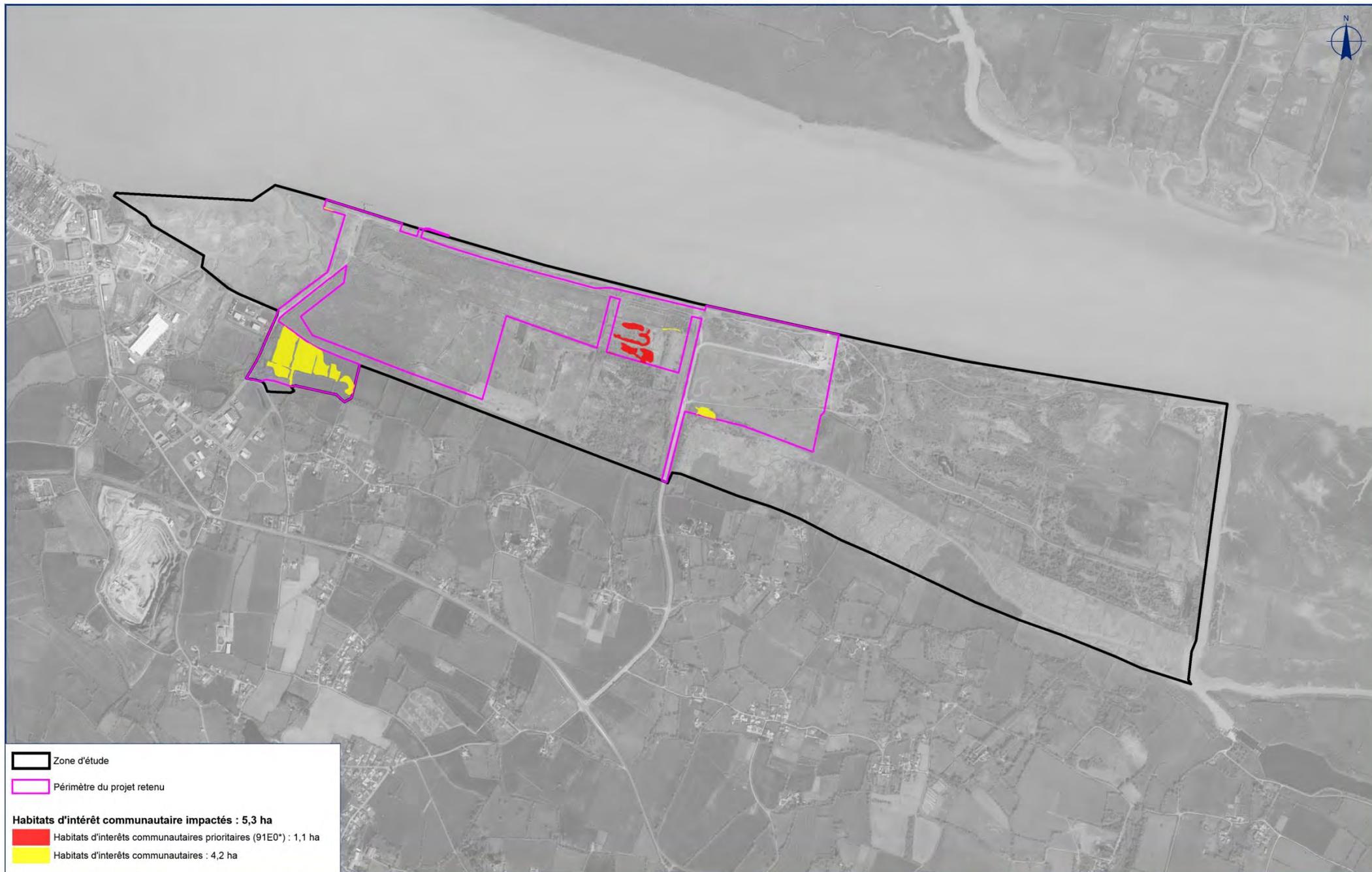
A l'intérieur de ces habitats simplifiés, des habitats d'intérêt communautaires sont présents. Les effets sur les habitats d'intérêt communautaires sont présentés dans le tableau ci-après.

**Tabl. 2 - Effets sur les habitats d'intérêt communautaires**

Habitat générique	Code Eur 27	Habitats déclinés (cahiers d'habitats)	Surface actuelle	Surface impactée
Estuaires	1130	1130-1 slikke en mer à marée - Façade atlantique	1.25 ha	-
Prés salés atlantiques ( <i>Glauco-Puccinellietalia maritima</i> )	1330	1330-2 - Prés salés du schorre moyen 1330-5 - Prairies hautes des niveaux supérieurs atteints par la marée	3.4 ha	0.06 ha
Prés salés méditerranéens ( <i>Juncetalia maritimi</i> )	1410	1410-3 - Prairies subhalophiles thermo-atlantiques	19.69 ha	3.79 ha
Eaux stagnantes oligotrophes à mésotrophes avec végétation du <i>Littorelletea uniflorae</i> et/ou du <i>Isoeto - Nanojuncetea</i>	3130	3130-5 - Communautés annuelles oligotrophiques à mésotrophiques, acidiphiles, de niveau topographique moyen, planitiaires à montagnardes, des Isoeto-Juncetea	0.11 ha	-
Lacs eutrophes naturels avec végétation du <i>Magnopotamion</i> ou <i>Hydrocharition</i>	3150	3150-2 - Plans d'eau eutrophes avec dominance de macrophytes libres submergés	0.73 ha	0.04 ha
Prairies à <i>Molinia</i> sur sols calcaires ou argilo-limoneux ( <i>Molinion caeruleae</i> )	6410	6410-8 - Prés humides acidiphiles atlantiques amphibies		
Prairies maigres de fauche de basse altitude	6510	6510-3 - Prairies fauchées mésophiles à méso-xérophiles thermo-atlantiques	0.65 ha	0.28 ha
Mégaphorbiaies hydrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	6430	6430-4 - Mégaphorbiaies eutrophes des eaux douces		
Forêts alluviales à <i>Alnus glutinosa</i> et <i>Fraxinus excelsior</i> ( <i>Alno-Padion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i> )	91EO*	Pas de correspondance (Saulaies blanches)	13.82 ha	1.11 ha
TOTAL			39.96 ha	5.28 ha

Au total 5,28 ha d'habitats d'intérêt communautaires seront impactés par la viabilisation du site, ce qui est inférieur à 5 % de la surface du projet et représente environ 13 % des habitats d'intérêt communautaire présents sur le site (39,96 ha).

HABITATS D'INTÉRÊTS COMMUNAUTAIRES IMPACTÉS



Zone d'étude  
 Périmètre du projet retenu

**Habitats d'intérêt communautaire impactés : 5,3 ha**

Habitats d'intérêts communautaires prioritaires (91E0\*) : 1,1 ha  
 Habitats d'intérêts communautaires : 4,2 ha

Sources : OUEST AM' (synthèse données 2008 à 2013), Orthophoto 2012



## 2.4.1.2. EFFETS SUR LA FLORE

### 2.4.1.2.1. FLORE PATRIMONIALE

Outre les espèces végétales protégées, abordées ci-après, parmi les espèces appartenant à la flore patrimoniale recensée par Ouest Am', les douze espèces végétales patrimoniales suivantes seront impactées par le projet de viabilisation :

- *Anacamptis laxiflora* - Orchis à fleurs lâches (LED<sup>9</sup>)
- *Medicago sativa subsp. falcata* - Luzerne à fruits en faux - (LED, LRD2<sup>10</sup>)
- *Poa palustris* - Pâturin des marais - (LED, LRR3<sup>11</sup>, LRD2)
- *Polypogon monspeliensis* - Polypogon de Montpellier - (LRR5<sup>12</sup>)
- *Ranunculus baudotii* - Renoncule de Baudot - (LRMA2<sup>13</sup>, LED)
- *Schoenoplectus tabernaemontani* - Jonc des chaisiers glauque - (LED)
- *Sedum rubens* - Orpin rougeâtre - (LRMA2, LED 44<sup>14</sup>, LRD2)
- *Spergularia marina* - Spergulaire marine - (LRR5)
- *Trifolium incarnatum subsp. molinerii* - Trèfle de Molineri - (LED 44)
- *Trifolium suffocatum* - Trèfle étranglé - (LED)
- *Verbascum densiflorum* - Molène faux-bouillon-blanc, Molène à fleurs denses - (LED)
- *Vulpia fasciculata* -Vulpie à une seule glume - (LED)

Ces espèces sont présentes dans les espaces floristiques patrimoniaux impactés à hauteur de 7 ha par les travaux de viabilisation. Cette surface représente environ 37,5 % des espaces floristiques patrimoniaux présents sur le site du Carnet (surface actuelle : 18.67 ha).

---

<sup>9</sup> Liste régionale indicative des espèces déterminantes en Pays-de-la-Loire.

<sup>10</sup> Liste rouge départementale

<sup>11</sup> Liste rouge régionale des plantes vasculaire et/ou menaces LRR3 : plantes en danger de disparition (EN)

<sup>12</sup> Liste rouge régionale des plantes vasculaire et/ou menaces LRR5Liste déterminante 44 : plantes quasi menacées (NT)

<sup>13</sup> Liste rouge du Massif Armoricaïn – Annexe 2

<sup>14</sup> Liste déterminante 44



**Fig. 3. Espaces floristiques patrimoniaux impactés par le projet**

#### 2.4.1.2.2. FLORE PROTEGEE

Deux espèces végétales protégées au niveau national sont situées dans l'aire d'emprise du projet : la **Renoncule à feuilles d'ophioglosse** (*Ranunculus ophioglossifolius*) et l'**Arroche stiptée** (*Atriplex longipes*).

La carte ci-avant illustre la localisation de ces plantes protégées.

#### **A. Renoncule à feuille d'ophioglosse**

Dans le cas de la Renoncule à feuille d'ophioglosse, des effets négatifs sont inévitables, deux secteurs de présence de cette espèce (sur les six recensés sur le site du Carnet) n'ont pu être évités et sont inclus dans le périmètre aménageable retenu. Un dossier de demande de dérogation relatif aux interdictions concernant la Renoncule à feuille d'ophioglosse a été monté.

Les éléments suivants sont extraits de ce rapport rédigé par Ouest Am' [Ouest Am', 2015].

##### a) Effets directs

La majorité des stations et celles abritant les plus fortes populations de Renoncule à feuilles d'ophioglosse sont situées hors des emprises des aménagements projetés [Ouest Am', 2015].

Seuls deux secteurs sont impactés directement par les emprises des aménagements. Les autres secteurs ne sont pas directement affectés par les aménagements. Un secteur abrite une station ponctuelle, tandis que l'autre abrite plusieurs stations, avec de belles populations de Renoncule à feuilles d'Ophioglosse.

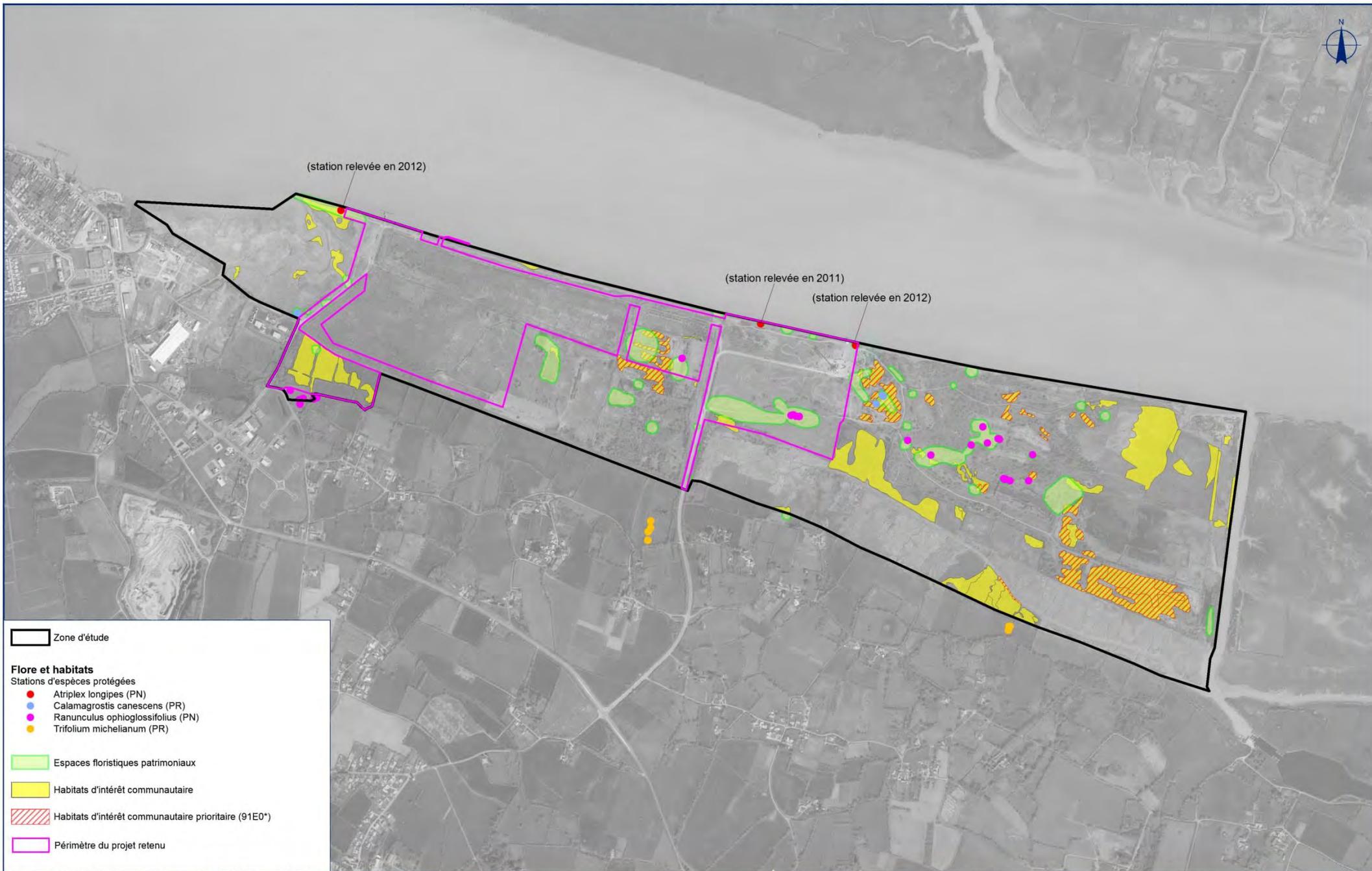
##### b) Effets indirects

Le secteur de présence de la Renoncule à feuilles d'ophioglosse situé le plus à l'ouest (côté Paimboeuf) abrite les populations les plus abondantes. Il est situé hors des emprises du projet.

Par conséquent, ce secteur ne sera pas impacté directement par le projet. Ces stations présentent la particularité de s'installer au sein de fossés ou de légères dépressions à la faveur d'écoulements temporaires.

**Il conviendra d'éviter tout impact indirect du projet et des emprises au sol sur ces stations.**

ENJEUX FLORISTIQUES IMPACTÉS



**Zone d'étude**

**Flores et habitats**

Stations d'espèces protégées

- *Atriplex longipes* (PN)
- *Calamagrostis canescens* (PR)
- *Ranunculus ophioglossifolius* (PN)
- *Trifolium michelianum* (PR)

■ Espaces floristiques patrimoniaux

■ Habitats d'intérêt communautaire

■ Habitats d'intérêt communautaire prioritaire (91E0\*)

■ Périmètre du projet retenu

## B. Arroche stipitée

Trois stations de cette plante protégée nationalement ont été répertoriées sur la zone d'étude. Une station en 2011 et deux stations en 2012. Ces trois stations sont situées en bordure de Loire, l'une sur l'extrême ouest de la zone d'étude (côté vasière de Paimboeuf), les deux autres répertoriées à l'Est de la route de la Ramée. L'emprise du projet concerne une des deux stations répertoriées en 2012, localisée sur la partie située à l'Est de la Ramée. Les éléments suivants sont extraits du rapport de Ouest Am' [Ouest Am', 2015].

*L'Arroche stipitée est une espèce annuelle cyclique de la famille des chénopodiacées. Les stations sont fugaces et mobiles d'une année sur l'autre, le long des grèves de la Loire sur le périmètre d'étude.*

*Ainsi, la station en 2011 observée par Dominique Chagneau et Cécile Mesnage à l'est du quai de la Ramée n'a pas été revue en 2012. En revanche, deux nouvelles stations ont été observées le 17 octobre 2012 au niveau de l'île du Carnet (à l'est du quai de la Ramée) et au Petit Carnet, au nord des bâtiments de la société SOREDI.*

*Aussi, en raison de sa biologie, la localisation des stations de l'espèce reste très relative et variable, puisque l'espèce est potentiellement présente tout le long des rives de l'estuaire de la Loire, sur les hauts de laisses d'estuaire maritime.*

*Pour rappel, cette espèce nitro-halophile est liée aux dépôts organiques des hauts niveaux du Beto maritimae-Agrophyretum pungentis (accumulation de débris végétaux : tiges de phragmites, végétaux divers, algues, amas de bois flotté, petits bois...).*

*En raison de la fugacité et de la répartition variable de l'espèce d'une année sur l'autre, de son caractère hybridogène avec *Atriplex glabruscula* et *A prostrata*, des difficultés des diagnostics, ..., l'évaluation des impacts du projet sur cette espèce est véritablement délicate à faire et à quantifier.*

*Au regard des deux stations répertoriées en 2012 où l'espèce était avérée, seule une des deux stations est réellement impactée par le projet.*

*Compte-tenu de la biologie et de l'écologie de l'espèce, sa protection stricte nécessite la préservation de l'habitat d'espèce, à savoir la préservation de toute la frange riveraine (haut de berme et roselière) bordant l'estuaire, frange le long de laquelle l'espèce peut potentiellement être présente d'une année sur l'autre.*

Des mesures d'évitement et de réduction sont présentées au chapitre 4 pour limiter les effets négatifs de l'aménagement sur cette espèce protégée.

*En tout état de cause, un dossier de dérogation paraît extrêmement délicat à mettre en œuvre du fait :*

- *en premier lieu, de la biologie, de l'écologie de l'espèce et de sa répartition locale (espèce annuelle, fugace et potentiellement présente sur l'ensemble des bermes et grèves des bords de Loire) ;*
- *et d'autre part, de la configuration spatiale des emprises qui reste aujourd'hui peu précise au niveau des rives proprement dites de l'estuaire, et ce en raison même de la nature du projet.*

## 2.4.2. EFFETS SUR LA FAUNE

Pendant la phase des travaux (fonçage de pieux, terrassements), la perturbation des espèces présentes sur le site sera provoquée par :

- le bruit et les vibrations : invertébrés, amphibiens, reptiles, poissons, oiseaux et mammifères ;
- le remaniement du substrat : amphibiens, reptiles et invertébrés essentiellement.

Les travaux causeront :

- une perte directe ou une modification des habitats naturels et des espèces,
- des perturbations conduisant à des dérangements des activités de repos et d'alimentation pour certaines d'entre elles. Cet effet est considéré comme notable, en particulier pour le battage des pieux et la présence d'engins sur site.

Les espèces présentes sur le site seront contraintes de réduire leur espace vital ou de se déplacer vers d'autres sites. C'est le cas des mammifères et de la faune piscicole qui, dès le début des travaux, fuiront le site à la recherche de nouveaux habitats. Les espèces dont les aires vitales sont plus réduites avec des capacités plus limitées à la fuite comme les amphibiens ou les invertébrés subiront des pertes.

Sur le même principe que pour les habitats et la flore, des mesures d'évitement et de réduction des effets probables ont été décrites au chapitre 4 :

- les secteurs préservés et les corridors feront l'objet d'une mise en défens dès les premiers aménagements afin de garantir des secteurs sans intervention et permettant le refuge des espèces avec des barrières hautes,
- les secteurs voués à être aménagés seront également ceinturés de barrières à petite faune. Ces barrières permettront d'assurer leur migration depuis les secteurs à viabiliser vers les secteurs préservés, tout en évitant leur retour (barrière semi-perméable). Ces barrières seront conservées (ou adaptées) en phase d'exploitation, notamment pour éviter la mortalité sur les voiries.
- la période de travaux est limitée dans le temps **en s'affranchissant de la période de début janvier à fin juillet pour :**
  - respecter les phases de migration et de reproduction des amphibiens,
  - éviter la période la plus sensible pour la nidification de l'avifaune,
  - éviter la période de développement maximal des végétations, en particulier les milieux sableux très précoces.

### 2.4.2.1. MAMMIFERES

#### 2.4.2.1.1. MAMMIFERES TERRESTRES

Le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*) possède, sur le site du Carnet, une densité exceptionnelle dans le département de Loire-Atlantique [Ouest Am', 2009]. La présence du Renard roux (*Vulpes vulpes*), de la fouine (*Martes foina*), de la belette (*Mustela rivalis*) et du putois (*Mustela putorius*), est avérée sur le site par des passages abondants. Les captures réalisées entre le 1<sup>er</sup> juillet 2013 et le 30 juin 2014 confirment ces données [ADDPRPD, 2014]. La présence sur le site de la genette (*Genetta genetta*) et de l'hermine (*Mustela erminea*), (cette dernière non observée directement) est plus irrégulière et discrète [Ouest Am', 2009].

Le Rat des moissons (*Micromys minutus*) est présent dans les roselières. Le Chevreuil (*Capreolus capreolus*) et le Sanglier (*Sus scrofa*) effectuent des passages très réguliers et des stationnements plus ou moins prolongés, selon le niveau de dérangement, sur l'ensemble de l'aire d'étude. Enfin, le Ragondin (*Myocastor coypus*) est très présent sur le site. L'impact est indéniable sur ce groupe d'espèces et, en particulier, sur les espèces prioritaires en Pays de la Loire (Lapin de Garenne, Putois d'Europe, Genette commune, Belette d'Europe, Hermine) qui utilisent l'ensemble du site pour assurer leur besoins vitaux (au moins sur la fonctionnalité de la recherche de nourriture).

Ces espèces vont perdre une large partie de leur espace vital sur le site du Carnet. L'effet est considéré comme notable localement et plus modéré sur le contexte régional. L'effet est probablement amplifié sur le Lapin de garenne et le Putois d'Europe. En effet, ce sont des populations actuellement en déclin, en partie lié à la destruction de mosaïques de milieux comportant des zones humides, leur habitat de prédilection.

Les mesures de réduction, décrites dans le chapitre précédent, sont liées à la création de corridors pour assurer le déplacement de la petite faune entre les zones préservées. Des mesures environnementales de compensation (travaux sur le ruisseau du Migron, création de mosaïques de milieux) pourront permettre de créer des habitats favorables à ce groupe. Les espèces protégées (hérisson et genette) n'ont pas été contactées récemment sur le site.

Ces espèces ne sont donc pas concernées par une demande de dérogation de destruction d'habitats d'espèces protégées ou d'espèces protégées.

#### 2.4.2.1.2. CHIROPTERES

D'après les études réalisées dans le cadre de l'implantation de l'éolienne ALSTOM, [Altech, 2011] le site est peu diversifié et l'intérêt du site réside dans les territoires de chasse et de transit. Pour rappel, aucun gîte n'a été découvert (ni de mise-bas, ni d'estivage, ni d'hibernation) sur le site d'étude. La population chiroptérologique va toutefois indéniablement subir des modifications dans sa composition, avec une accentuation des espèces plus banales associées aux milieux anthropiques. Il est difficile de statuer sur l'effet du projet sur la pipistrelle de Nathusius, espèce prioritaire en Pays de la Loire (considérée comme telle avec des données insuffisantes sur son autoécologie et sa répartition). L'effet est considéré comme modéré sur ce groupe faunistique sur l'ensemble du site et limité sur le plan régional.

Les mesures environnementales mise en place **avant le démarrage et lors des travaux** (planning de travaux), éviteront et réduiront les effets négatifs sur les mammifères.

Les chauves-souris, mammifères protégés, ne sont que peu ou pas concernées par le projet de viabilisation dans la mesure où, rapportés d'une part au contexte estuarien, et d'autre part aux réelles potentialités de la partie Est à vocation écologique (s'étendant de l'éolienne à la Percée du Carnet), les enjeux chiroptérologiques de la zone de viabilisation sont très modestes et très relatifs, notamment sur le plan trophique (cf. rapport Ouest Am' –GPMNSN : « Caractérisation des enjeux entomologiques et chiroptérologiques 2012-2013 »).

La localisation du site, au cœur de l'estuaire, c'est-à-dire dans une zone particulièrement et fréquemment ventée, explique peut-être en partie, la faible présence constatée des chauves-souris au niveau de l'île du Carnet.

L'impact du projet du Carnet sur les territoires de chasse et de transit des chauves-souris sera réduit et non significatif. De plus, en l'état actuel des connaissances et des prospections, il ne concerne aucun gîte de mise-bas, d'élevage, d'estivage ou d'hibernation.

En revanche, les mesures compensatoires et d'accompagnement prévues devraient permettre de renforcer, sur les secteurs non aménagés, la configuration favorable des habitats, en contrariant leur enrichissement et leur fermeture naturels. L'augmentation du confort de vol et de chasse au niveau des interfaces entre milieux, et celle des ressources alimentaires de ces vastes surfaces, deux conditions d'accueil particulièrement prisées des chauves-souris, seront ainsi favorisées.

#### 2.4.2.2. BATRACHOFAUNE

Le site présente un intérêt patrimonial très fort pour les amphibiens, qui est considéré comme départemental (et sans doute régional) a minima pour les trois espèces suivantes : Crapaud calamite, Pélodyte ponctué et Rainette verte.

Il est important de préciser ici que la matrice (c'est-à-dire l'ensemble des habitats utilisés par les amphibiens pour les phases terrestres de leur cycle biologique annuel : déplacements, migrations, estivage, hibernation) couvre l'ensemble de la zone d'étude, s'étendant de la Percée du Carnet à l'est, jusqu'à l'ancienne déchetterie de Paimboeuf à l'ouest. Le secteur à fonctionnalité avérée (reproduction, estivation, hibernation) de ce groupe atteint 43,7 ha environ dont 10,8 ha seront aménagés (soit moins de 25 %).

L'effet est donc considéré comme notable sur ce groupe que ce soit localement ou régionalement. Bien que les principaux sites de reproduction soient conservés, le projet conduit à une destruction directe partielle des aires d'estivage, d'hibernation et d'espaces liés aux migrations. Des mesures compensatoires sont nécessaires, au-delà des mesures de réduction qui visent à maintenir les corridors entre les différentes places conservées en l'état.

L'ensemble des espèces protégées contactées est visé dans une demande de destruction d'espèces et d'habitats d'espèces protégées (en raison des probables destructions directes en phase chantier et pour destruction partielle d'un habitat de ressource alimentaire, estivage, hivernage, déplacement et reproduction, ...).

Les mesures environnementales mise en place **avant le démarrage et lors des travaux** (planning de travaux), éviteront et réduiront les effets négatifs sur la batrachofaune présente sur le site.

Grâce à la sauvegarde de ces centaines d'hectares et aux aménagements écologiques prévus (cf. chapitre 6), il est estimé que le projet permettra la conservation des taxons protégés, et leur assurera une dynamique méta-populationnelle conforme à leurs patrons démographiques respectifs.

#### 2.4.2.3. HERPETOFAUNE

Le site révèle une densité herpétologique faible (quatre espèces contactées) avec une faiblesse notable du peuplement à l'est de la route de la Ramée. En revanche, il existe une présence importante de l'Orvet, du Lézard vert et du Lézard des murailles sur la partie à l'ouest du site. Le site présente un intérêt en particulier pour le Lézard vert dont les populations sont importantes en termes de densité. Par les mesures d'évitement et de réduction, les effets directs sur les habitats de cette espèce seront limités, notamment en bordure de Loire. Néanmoins, la création de la voirie lourde sur ce secteur entraînera un dérangement des populations présentes.

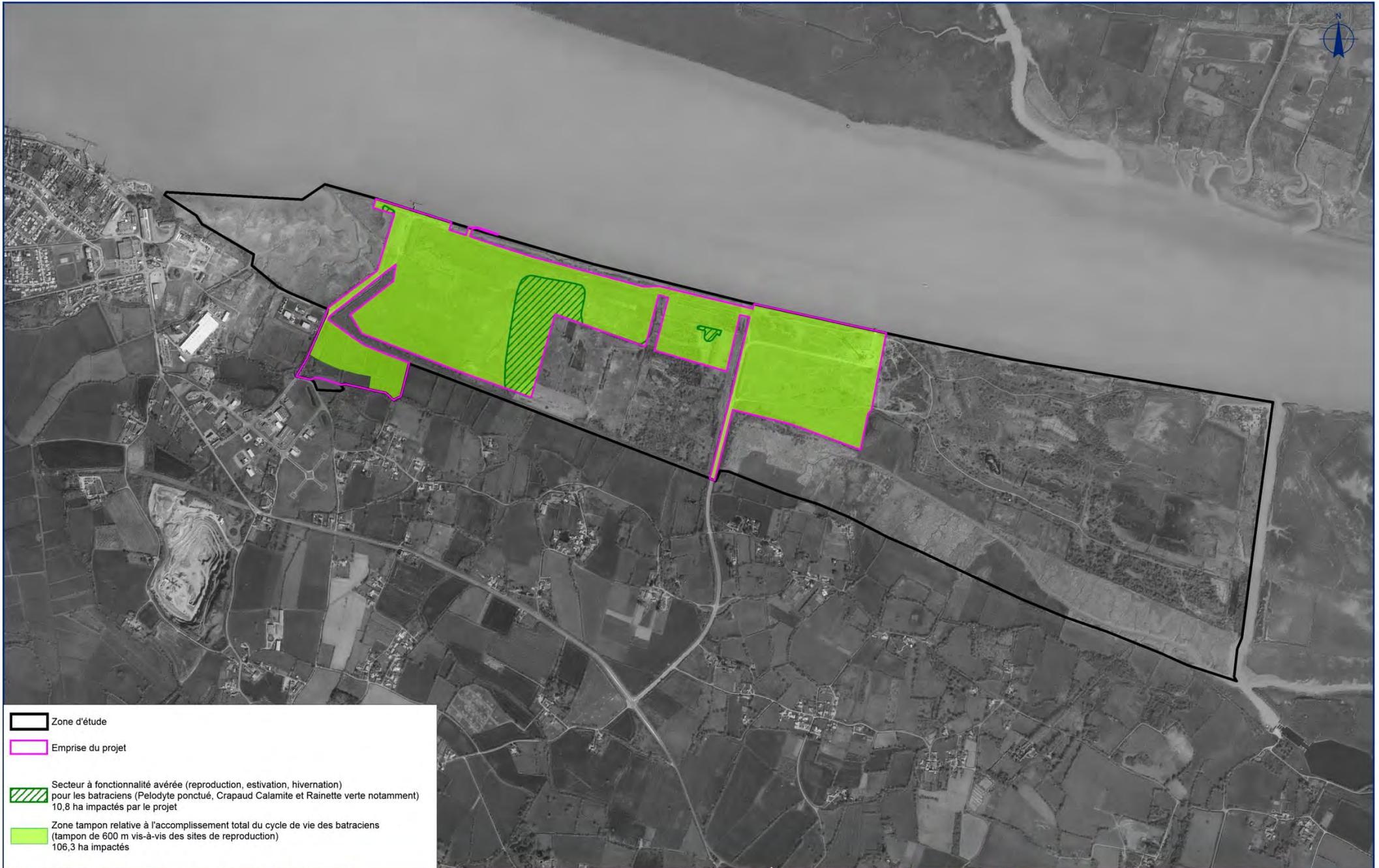
La présence de la Vipère aspic (espèce prioritaire en Pays de la Loire) n'est pas avérée sur le site. Elle est considérée comme absente au vu de l'absence de données récentes. En effet, au cours des neuf passages « reptiles » réalisés par Ouest Am' en 2013 dans le cadre du dossier « espèces protégées », un seul contact avec un ophidien (la couleuvre à collier) a été réalisé. Cependant, le milieu lui est favorable comme à bon nombre de reptiles avec des places d'ensoleillement nombreuses (pelouses sur sables à réchauffement précoce favorable à leurs exigences), sur des secteurs en partie en friche. Une hypothèse de prédation par le Faisan de chasse est avancée pour expliquer la faiblesse des peuplements sur la partie Est du site [Ouest Am', 2013]. L'ensemble des espèces contactées va subir une diminution et une fragmentation des aires vitales.

L'effet sur ce groupe est considéré comme notable localement et régionalement. Des mesures d'accompagnement sont proposées pour optimiser la gestion du site préservé sur ce groupe et notamment éviter l'enfrichement généralisé du site. Des passages à petite faune permettront de limiter les risques lors des franchissements des voiries et favoriseront la connexion entre les milieux préservés.

Une demande de destruction d'espèces et d'habitats d'espèces protégées est réalisée pour l'ensemble des espèces contactées en 2013 (en raison des probables destructions directes en phase chantier et pour destruction partielle d'un habitat de ressource alimentaire et potentiellement de reproduction, ...).

Les mesures environnementales mise en place **avant le démarrage et lors des travaux** (planning de travaux), éviteront et réduiront les effets négatifs sur l'herpétofaune présente sur le site.

FONCTIONNALITÉS POUR LES AMPHIBIENS IMPACTÉES PAR LE PROJET



- Zone d'étude
- Emprise du projet
- Secteur à fonctionnalité avérée (reproduction, estivation, hibernation) pour les batraciens (Pelodyte ponctué, Crapaud Calamite et Rainette verte notamment) 10,8 ha impactés par le projet
- Zone tampon relative à l'accomplissement total du cycle de vie des batraciens (tampon de 600 m vis-à-vis des sites de reproduction) 106,3 ha impactés

Sources : OUEST AM (synthèse données 2008 à 2014), Orthophoto 2012



**2.4.2.4. AVIFAUNE**

La synthèse des données sur le site porte à 144 espèces recensées sur le secteur d'étude (dont 105 espèces protégées et 33 prioritaires).

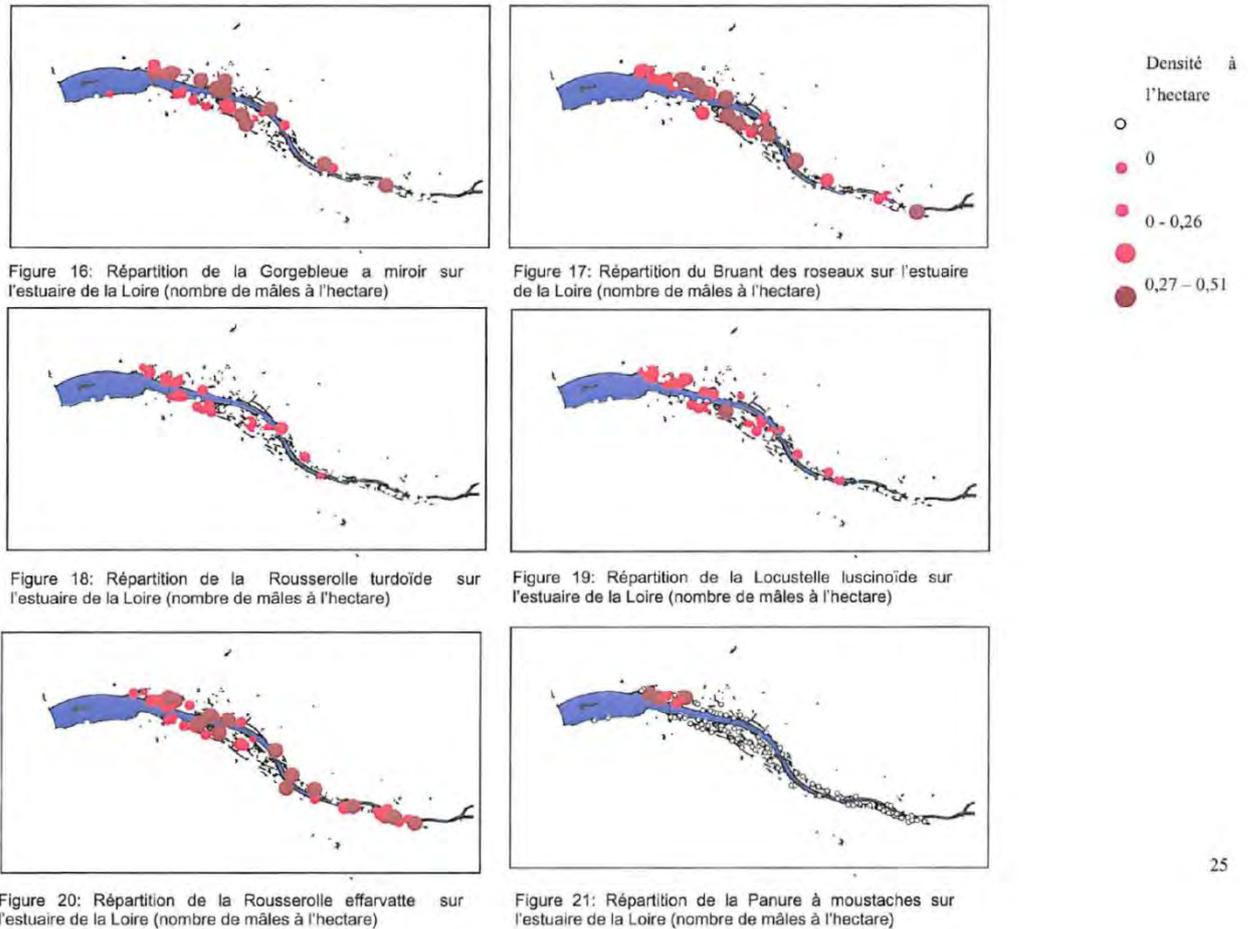
113 espèces sont régulières en période nuptiale et internuptiale (93 sont protégées au niveau national).

71 espèces sont présentes en période de reproduction (dont 55 protégées) avec des espèces paludicoles remarquables du site du Carnet telle que la Rousserolle turdoïde. Deux autres espèces sont remarquables de par leur rareté, la Pie-grièche écorcheur et la Gorgebleue à miroir dont les populations sont en déclin au niveau national. Notons, par ailleurs, 15 espèces recensées inscrites à la Directive « Oiseaux ».

Quatre espèces nicheuses emblématiques de l'estuaire (inscrites à la Directive « Oiseaux en Annexe 1 ») sont présentes sur le site du Carnet : la Gorgebleue (20 couples en 2000 et 60-70 couples en 2008), l'Echasse blanche (2 couples en 2008), la Cigogne blanche (1 couple en 2008) et la Pie Grièche écorcheur (12 couples en 2000, entre 2-10 couples en 2008 et reproduction confirmée sur le site). Tout en considérant les 71 espèces nicheuses du site, ces seules quatre espèces illustrent l'intérêt ornithologique majeur du site du Carnet au sein du complexe fonctionnel de l'estuaire de la Loire.

**Tabl. 3 - Intérêt du site du Carnet comparé à l'estuaire de la Loire pour certaines espèces remarquables nicheuses sur le site du Carnet**

Espèces remarquables	Données quantitatives sur le site du Carnet	Données quantitatives à l'échelle de l'estuaire de la Loire [Données ONCFS, F. LATRAUBE + Atlas 2014 des Oiseaux Nicheurs PdL]
Echasse blanche	2000 : nb indéterminé 2008 : 2 couples 2012 : 1 couple 2013 : 9 couples	50-100 couples (Données INPN 2006) 2012 : ? 2013 : ?
Cigogne blanche	2000 : 1 2008 : 1	Estimé à 57 couples en Loire Atlantique (Données ACROLA) - 66 nids et 169 cigogneaux en 2010 ; 122 nids en 2015 en Loire Atlantique
Pie Grièche écorcheur	2000 : 12 2008 : 2-10 2012-2014 : 3-5 couples 2013 : ?	200 couples estuaire
Gorgebleue à miroir	2000 : 20 2008 : 60-70 2012 -2014 ≤ 20 couples	2009 : 500-550 chanteurs ? 2014 : 100-180 couples estuaire
Rousserolle turdoïde	2000 : 5 2008 : 20 chanteurs 2014 : 3 chanteurs	2009 : 100 chanteurs estuaire 2014 : ≥ 100 chanteurs estuaire
Locustelle luscinoïde	2000 : 1 2008 : 10 chanteurs 2014 : 2 chanteurs	2009 : 100 chanteurs estuaire 2014 : 500-800 couples estuaire
Bruant des roseaux	2000 : 3 2008 : nb indéterminé 2012-2014 : 8-10 couples	2006 : 64 chanteurs ?



25

**Fig. 4. Indications sur la répartition spatiale de passereaux paludicoles dans l'estuaire de la Loire**

**[Données ONCFS, F. LATRAUBE, 2006]**

Les effets directs de l'aménagement sur le peuplement paludicole remarquable (nidification certaine d'au moins deux espèces de la liste régionale « Avifaune prioritaire » : Rousserolle turdoïde et Bruant des roseaux associés à la Rousserolle effarvate et au Phragmite des joncs) existant au sein de la zone d'étude peut être considéré comme modéré grâce aux mesures d'évitement et de réduction.

Ces mesures permettent de conserver, pour partie, les roselières du site et, notamment, les secteurs où les cantonnements sont les plus nombreux (roselière du Petit Carnet, roselière du Migron à l'est et frange de roselière en bord de Loire). Cet habitat subit néanmoins des destructions directes au sein du périmètre d'aménagement (environ 11.5 ha de roselières et mégaphorbiaies disparaissent). Les impacts sur les espèces inféodées à ces milieux sont indéniables. Par ailleurs, le dérangement (fréquentation du site - éclairage...) rapproché sur ces espaces constitue un effet indirect, en particulier en période de reproduction.

L'effet est considéré comme très limité pour les larvo-limicoles et anatidés hivernants au vu de la position des cantonnements situés en retrait des aménagements.

L'effet est notable sur les autres espèces nicheuses, dont les sites de reproduction sont pour partie détruits et/ou impactés indirectement par l'ensemble du dérangement occasionné par l'aménagement. C'est notamment le cas pour le Tadorne de Belon et l'Echasse blanche dont les habitats de reproduction sont touchés (18 % des habitats sont détruits : 3 ha sur 16,15 ha recensés). De même pour la Pie-grièche écorcheur dont deux sites de reproduction disparaissent (16,3 ha pour une surface actuelle de 29,55 ha, soit 55 %), ainsi que pour le Busard des roseaux dont un site de reproduction disparaît (9,7 ha détruits pour une surface actuelle de 50,67 ha, soit 19 %).

Enfin, la tranquillité du site est remise en question pour les espèces migratrices (migration journalière et saisonnière) et, plus largement dans le contexte estuarien, avec l'aménagement d'un site sur un couloir de migration d'une importance régionale.

En période de migration, le rôle fonctionnel du site du Carnet n'est pas avéré au vu des constats actuels pour l'avifaune.

**Il est nécessaire de viser l'ensemble des espèces protégées contactées dans une demande de destruction d'habitats d'espèces protégées (en raison de la destruction partielle d'un habitat de repos, de ressource alimentaire et de reproduction...).**

**Le détail des espèces prises en compte et de la nature de l'impact est présenté dans le dossier espèces protégées.**

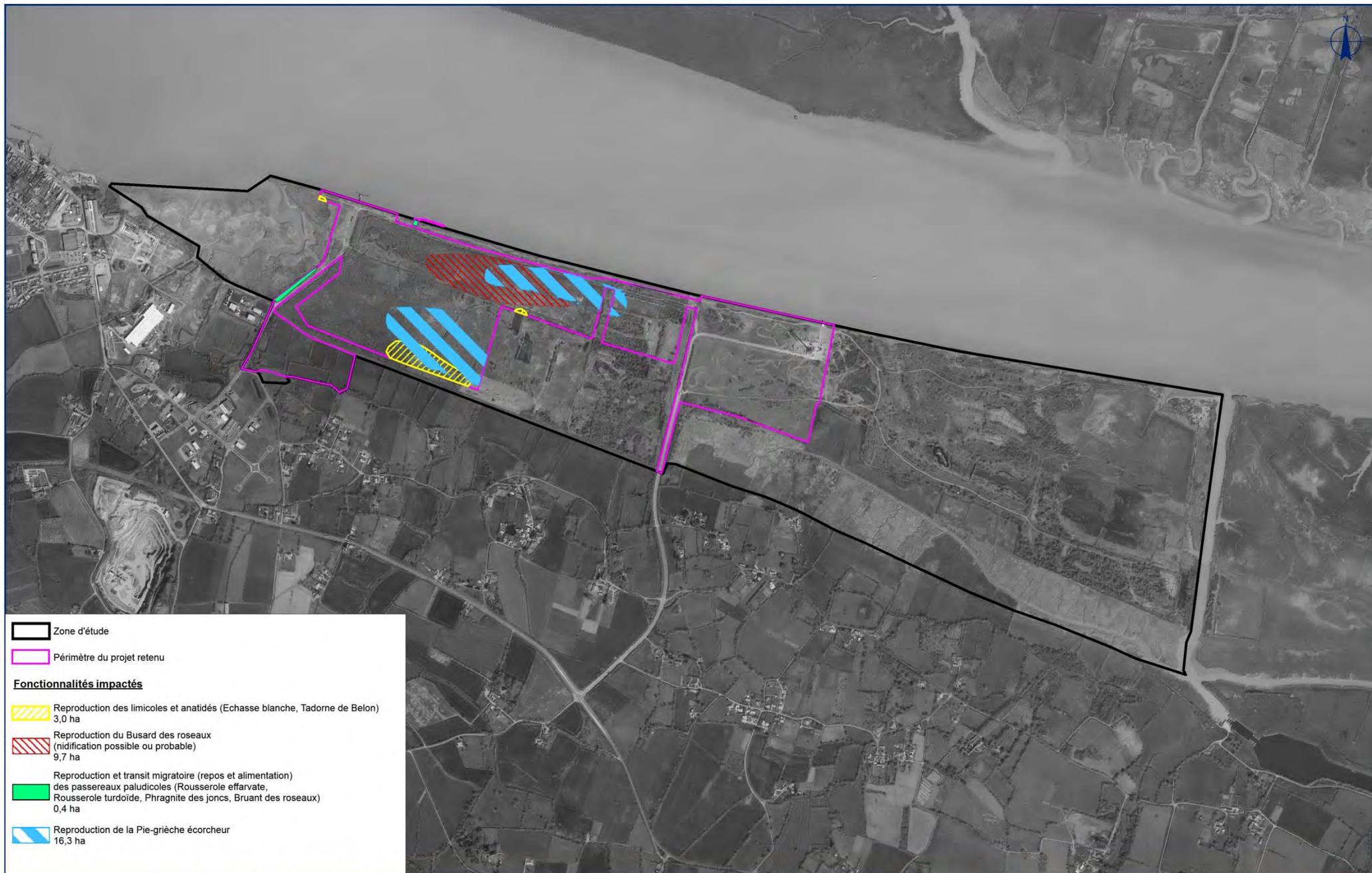
**En synthèse, les fonctionnalités impactées sur le site et importantes à l'échelle de l'estuaire de la Loire sont au nombre de quatre :**

- **la destruction de zones de reproduction de limicoles et anatidés (Echasse blanche, Tadorne de Belon),**
- **la destruction d'une zone de reproduction du Busard des roseaux (nidification possible ou probable),**
- **la destruction de zones de reproduction et de transit migratoire (repos et alimentation) des passereaux paludicoles,**
- **la destruction de zones de reproduction de la Pie-grièche écorcheur.**

**La carte ci-après illustre les zones impactées.**

Les mesures environnementales mise en place **avant le démarrage et lors des travaux** (planning de travaux), éviteront et réduiront les effets négatifs sur l'avifaune.

FONCTIONNALITÉS POUR LES OISEAUX IMPACTÉES



Zone d'étude

Périmètre du projet retenu

**Fonctionnalités impactées**

Reproduction des limicoles et anatidés (Echasse blanche, Tadorne de Belon)  
3,0 ha

Reproduction du Busard des roseaux  
(nidification possible ou probable)  
9,7 ha

Reproduction et transit migratoire (repos et alimentation)  
des passereaux paludicoles (Rousserole effarvate,  
Rousserole turdoïde, Phragmite des joncs, Bruant des roseaux)  
0,4 ha

Reproduction de la Pie-grièche écorcheur  
16,3 ha

#### 2.4.2.5. INVERTEBRES PATRIMONIAUX

L'enjeu lié aux invertébrés réside essentiellement dans le secteur des pelouses sableuses sèches situées à l'Est de la route de la Ramée (orthoptères et hyménoptères). Bien que ne bénéficiant pas d'une protection réglementaire, les peuplements présents sont patrimoniaux et participent à la richesse et à l'originalité du site du Carnet à l'échelle de l'estuaire de la Loire. Les mesures d'évitement permettent de conserver la majeure partie de ces habitats, en particulier sur la partie Est.

La présence d'activités n'est pas rédhibitoire même à proximité de ces populations qui, pour la plupart, peuvent se maintenir sur des mosaïques d'habitats de relativement faible emprise (orthoptères...). Néanmoins, 6,9 ha des secteurs considérés comme à fort enjeu (cf. carte page suivante) vont disparaître sur un total de 29,6 ha (soit 23 %). Les habitats considérés comme à fort enjeu pour les invertébrés aquatiques et péri-aquatiques sont quasiment préservés, même si la viabilisation du site vient en contact de ces habitats.

Les effets résident essentiellement sur le secteur ouest de la route de l'éolienne avec une station globale totalisant une dizaine d'espèces patrimoniales.

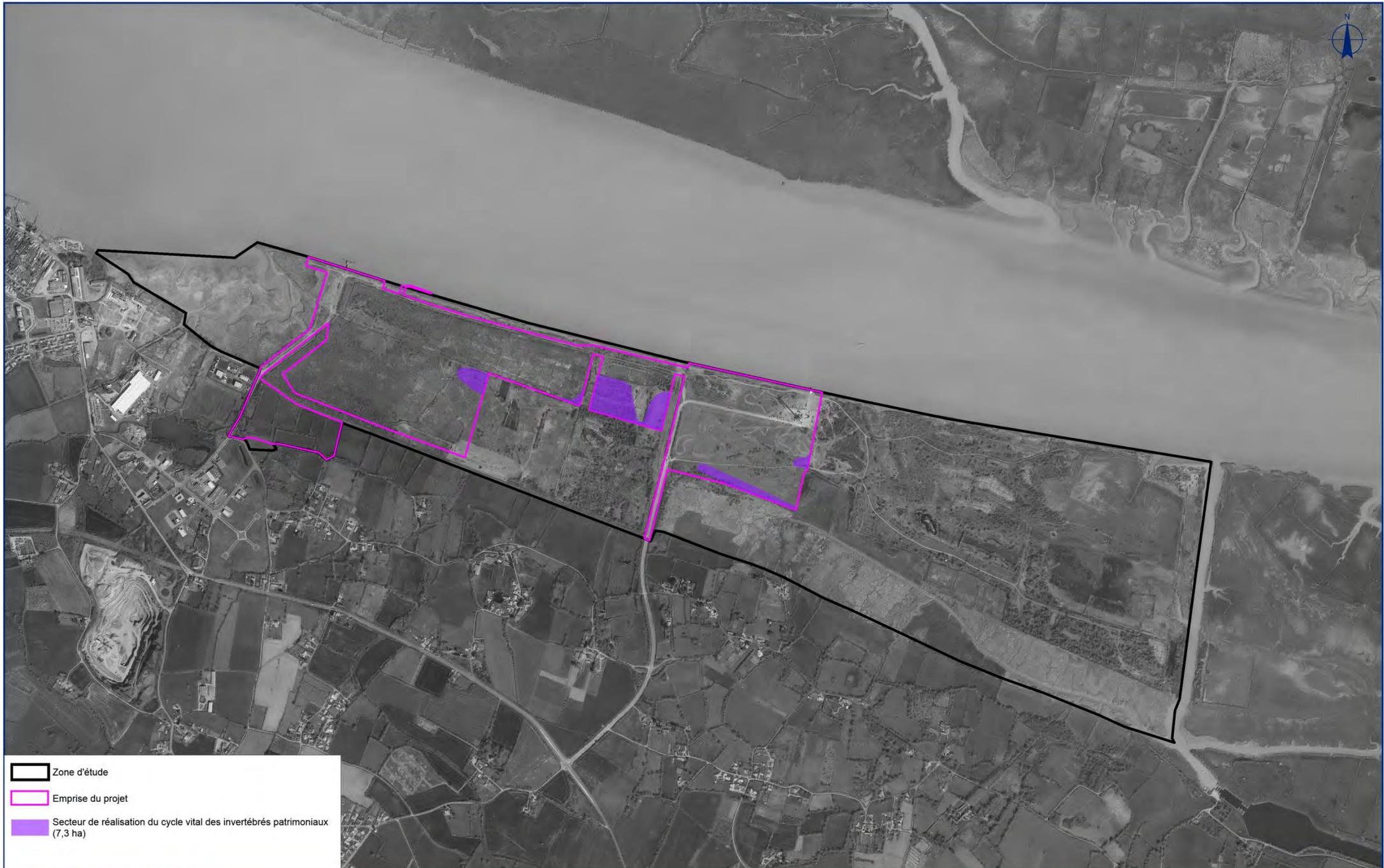
Les contacts sur ce secteur concernent des espèces retrouvées sur d'autres secteurs, sauf pour deux espèces néanmoins non déterminantes ZNIEFF (*Paramyrmosa brunripes* - *Physetopoda scutellaris* : première donnée en Loire-Atlantique).



L'impact est considéré comme modéré sur ce groupe, notamment en lien avec la mise en place des mesures d'évitement et de réduction.

Concernant les invertébrés aquatiques et, en particulier, les mollusques des étiers, cette faune est caractéristique de la Loire, avec une faune oligohaline. Les rejets d'eaux pluviales ruisselées peuvent contribuer à modifier ce peuplement vers une faune plus dulcicole, notamment sur les points de rejet. Les étiers conserveront leur contact avec la Loire d'où un impact évalué comme modéré. Les mollusques des milieux dulcicoles sont considérés comme épargnés des impacts grâce à la préservation des plans d'eau dans le secteur central.

CYCLE DE VIE DES INVERTÉBRÉS PATRIMONIAUX IMPACTÉ



#### 2.4.2.6. ORGANISMES AQUATIQUES

Les peuplements benthiques seront détruits sur la zone d'emprise des ouvrages. Les pontons seront construits sur pieux ; de ce fait, la superficie d'emprise sera très faible (quelques dizaines de m<sup>2</sup>). Les peuplements seront impactés ou directement détruits pour la réalisation des équipements d'accès à la Loire. L'emprise peut être estimée entre 3500 et 4000 m<sup>2</sup> environ.

Le peuplement intertidal présent est le peuplement commun de l'estuaire. Du fait de la faible emprise des travaux et de la reconnaissance d'espèces benthiques « classiques » sur la zone de projet, l'effet est considéré comme négligeable.

Le battage de pieux est une opération qui entraîne des nuisances sonores aériennes, mais également sous-marines. Ces nuisances viennent ainsi perturber le bruit de fond déjà observable sous l'eau.

La mise en place de chaque pieu comprend les opérations suivantes avec les ordres de grandeur suivants pour la durée des différentes phases :

- 1. Prise du pieu de la position horizontale à la verticale : 1h sans bruit,
- 2. Mise en position du pieu et réglage de la verticalité + manœuvre : 1h30 sans bruit,
- 3. Fichage du pieu : vibrations sur une période de 15 à 30 minutes,
- 4. Mise en place du marteau de battage : 1h sans bruit,
- 5. Battage au marteau : 30 minutes à 1h avec bruit,

On compte ainsi en moyenne 4h à 4h30 pour la mise en place d'un pieu.

Le battage de pieux impactant le milieu subaquatique (dispersion du bruit et des vibrations) sera réduit à environ 3h (deux fois 1h30) par jour.

D'après une étude menée par le Ministère du Développement Durable<sup>15</sup>, le bruit de fond des océans (pouvant être en partie repris dans le cadre du présent projet en milieu estuarien) résulte de nombreuses sources pouvant être naturelles et anthropiques : action du courant, du vent en surface, des activités biologiques et des activités anthropiques (navigation, ...), ...

Ce bruit ne se mesure pas uniquement en dB (décibels) équivalent au bruit aérien. Il dépend de la fréquence d'émission de ce bruit sous l'eau.

Le battage de pieux constituant l'opération la plus bruyante, il peut atteindre des valeurs maximales de niveaux de pressions sonores comprises dans une gamme de fréquence allant de 20 à 20 000 Hz, avec une amplitude majeure comprise entre 100 et 500 Hz.

Des fréquences entre 10 et 500 Hz sont dites « basses fréquences », la gamme allant de 500 Hz à 25 kHz est dite de « fréquences moyennes », les bruits « hautes fréquences » sont ceux de fréquence supérieure à 25 kHz. Les opérations de battage de pieux provoquent ainsi des bruits de fréquence basse à moyenne.

L'étude précitée indique que les « basses fréquences » sont celles qui subissent le moins d'atténuation et que ce sont celles qui sont susceptibles de se propager sur les distances les plus vastes.

---

<sup>15</sup> Synthèse des connaissances sur les impacts environnementaux des énergies marines renouvelables (EMR), Ministère du Développement Durable, 2012

Les bruits « moyennes fréquences » subissent une atténuation plus forte.

La diversité de capacité auditive pouvant être rencontrée chez les poissons est importante. La gamme moyenne d'audition se situerait entre environ 30 Hz et 1 kHz, mais certaines espèces présenteraient des capacités auditives s'étendant dans le domaine des infrasons (< 20 Hz) mais aussi des ultrasons (> 20 kHz) (Thomsen et al. 2006, repris par l'étude précitée). Globalement, l'amplitude majeure des bruits générés par le battage de pieux est comprise dans la gamme moyenne d'audition des poissons.

Les invertébrés ne font, quant à eux, a priori pas usage du bruit et ne possèdent pas d'organe auditif spécifique. Ils peuvent néanmoins être sensibles à certaines gammes de fréquences.

Les opérations de battage de pieux dont les nuisances sonores impacteront le milieu subaquatique et provoqueront une gêne potentielle pour les espèces aquatiques présentes dans l'estuaire puisqu'elles correspondent à des bruits de fréquence perceptible pour ces espèces (basse à moyenne fréquence). Les individus aquatiques se verront contraints de fuir les zones au sein desquelles ils ressentiront ce désagrément.

Dès lors que ces opérations de battage de pieux seront terminées, les nuisances sonores liées au chantier global seront fortement réduites.

### 2.4.3. EFFETS SUR LES ENJEUX ECOLOGIQUES IDENTIFIES

Au-delà des habitats, de la flore et de la faune, les effets du chantier doivent être décrits sur les enjeux écologiques du site du Carnet sous l'aspect fonctionnalités (cf. bioévaluation – chapitre 2).

Les secteurs considérés comme d'intérêt fonctionnel et patrimonial très fort et fort sont impactés sur une emprise de 45 ha sur les 110 ha du projet d'aménagement. Les bilans surfaciques par niveaux d'intérêt sont présentés dans le tableau ci-après.

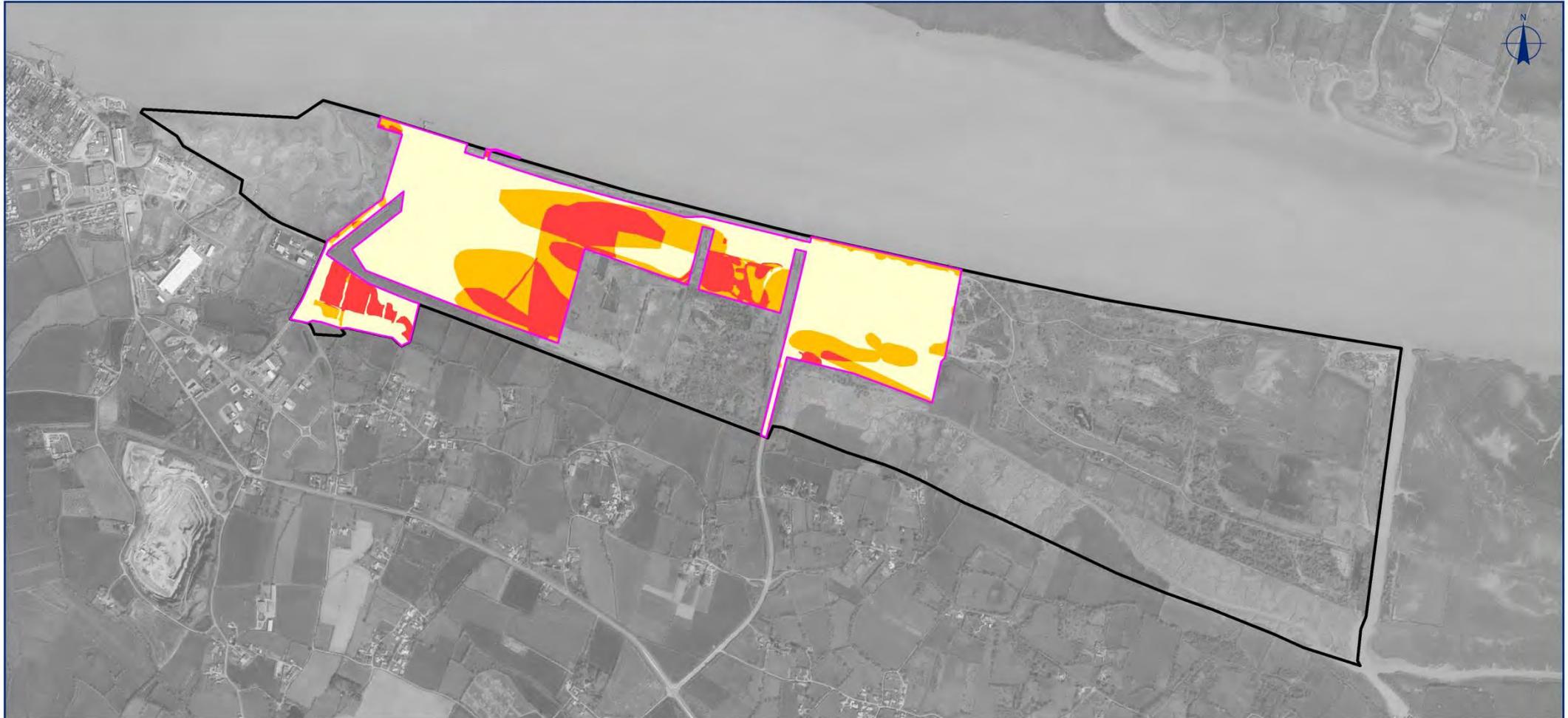
**Tabl. 4 - Bilans surfaciques des incidences du projet à l'échelle de l'ensemble du site du Carnet (surface totale : 395 ha)**

SECTEUR GLOBAL TOUS MILIEUX CONFONDUS	TOTAL - ha	Secteur impacté - ha	Hors projet - ha
Secteur d'intérêt TRES FORT	149	20	129
Secteur d'intérêt FORT	109	25	84
Secteur d'intérêt MODERE	137	65	72
total	395	110	285

La carte page suivante illustre ces résultats.

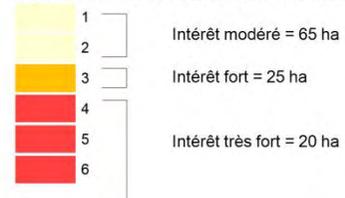
Malgré les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, les effets sont considérés comme notables et nécessitent l'élaboration de mesures de compensation (cf. Chapitre 6).

PÉRIMÈTRE D'AMÉNAGEMENT ET NIVEAUX D'INTÉRÊT ÉCOLOGIQUE CONCERNÉS



 Zone d'étude  
 Périmètre du projet retenu

**Naturalité et fonctionnalités biologiques impactées**  
**Note attribuée (Habitats et fonctionnalité biologique)**



**2.4.4. EFFETS SUR LES ZONES HUMIDES**

Les remblais de la zone humide historique du bras du Carnet ont fait l'objet d'une régularisation vis-à-vis du Code de l'environnement par un arrêté préfectoral du 8 novembre 2007. Le faciès « zone humide » caractérisé sur la synthèse des critères végétation et pédologie représente 250 ha du secteur d'étude.

Après la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, la viabilisation du site conduit au remblaiement d'une emprise totale de zones humides de 51 ha, soit 20 % de la superficie des zones humides présentes sur le site du Carnet.

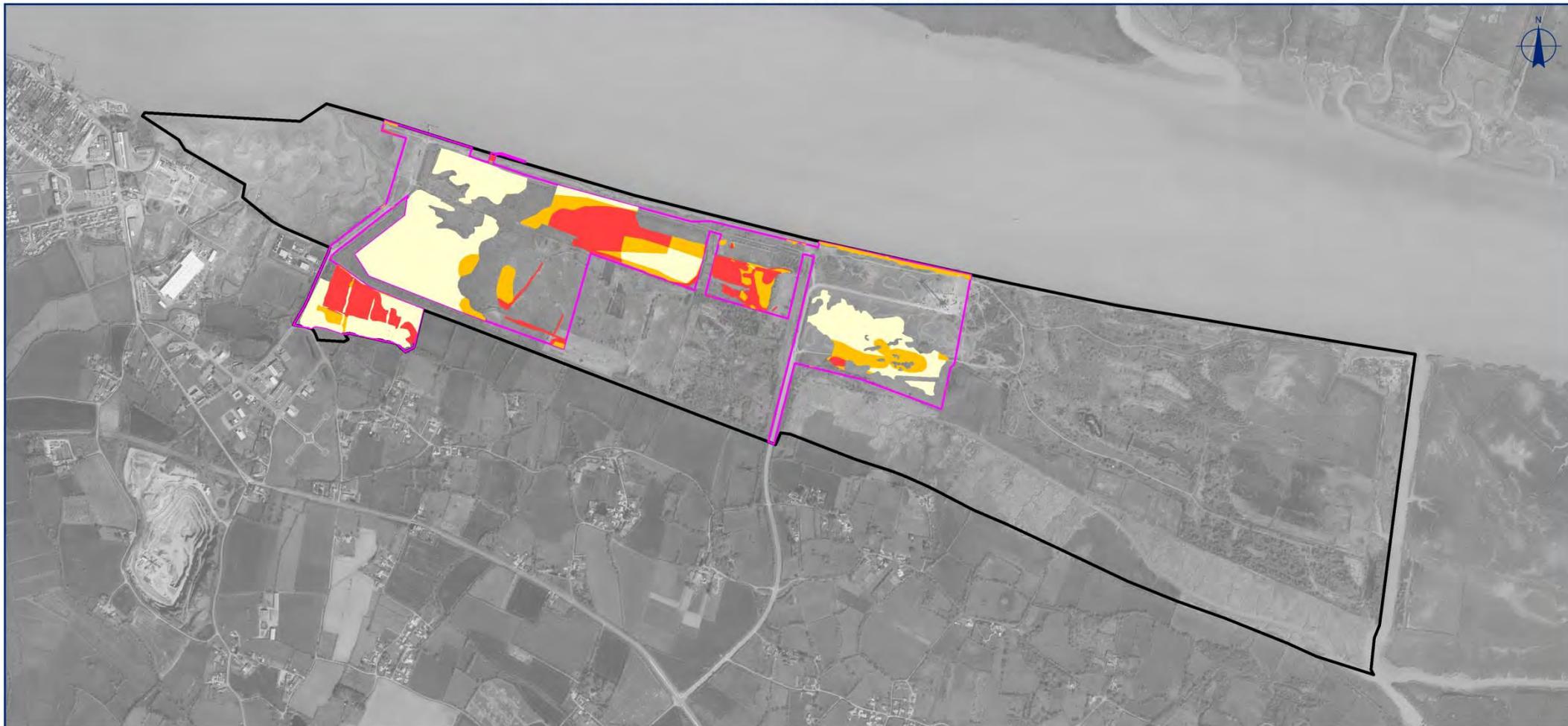
Les effets sur les enjeux associés aux zones humides sont déclinés dans le tableau ci-après et représentés par la carte associée selon la méthodologie de bioévaluation développée pour le site du Carnet.

**Tabl. 5 - Bilans surfaciques des incidences du projet sur les zones humides présentes sur le site du Carnet (surface totale : 250 ha)**

Périmètre zones humides	TOTAL ZH - ha	ZH impactée - ha	ZH Hors projet - ha
Secteur d'intérêt TRES FORT	<b>127</b>	<b>12 (9%)</b>	<b>115 (91%)</b>
Secteur d'intérêt FORT	<b>65</b>	<b>10 (15%)</b>	<b>55 (85%)</b>
Secteur d'intérêt MODERE	<b>58</b>	<b>29 (50%)</b>	<b>29 (50%)</b>
<b>total</b>	<b>250</b>	<b>51 (20%)</b>	<b>199 (80%)</b>

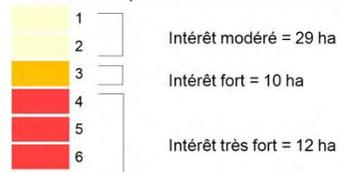
Malgré les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, les effets sont considérés comme notables et nécessitent l'élaboration de mesures de compensation (cf. Chapitre 6).

INTÉRÊT DES ZONES HUMIDES IMPACTÉES PAR LE PROJET



-  Zone d'étude
-  Périmètre du projet retenu

**Intérêt des zones humides impactées par le projet**  
Note attribuée (Habitats et fonctionnalité biologique)



---

## **2.5. EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE EN PHASE TRAVAUX**

### **2.5.1. EFFETS SOCIO-ECONOMIQUES**

Le chantier va contribuer au développement économique local et à la création d'emplois, notamment temporaires (entreprises et artisans locaux). Parallèlement, un impact positif sera à noter sur les activités de service locales (restauration, hébergement, ...).

### **2.5.2. EFFETS SUR LES RESEAUX EXISTANTS**

Le programme de travaux prendra toutes les précautions nécessaires vis-à-vis des réseaux en place. Les travaux de construction seront conçus afin d'éviter toute perturbation sur les réseaux existants. Le raccordement de la zone aux différents réseaux pourra entraîner des interruptions temporaires de la distribution de ces services dans les secteurs environnants.

Le risque est très limité au vu du faible développement des réseaux sur le site et ses accès en l'état actuel.

### **2.5.3. EFFETS SUR LES ACTIVITES DE LOISIR, DE CHASSE ET AGRICOLES**

Les activités de loisir, (promenade, sports mécaniques...) sont interdites sur le site du Carnet.

Préalablement à l'installation du chantier, les surfaces utilisées pour la chasse et les pratiques agricoles seront délimitées. L'effet du chantier aura un impact modéré sur ces pratiques.

La présence des engins sur le site aura une incidence sur le gibier qui quittera la zone faisant l'objet de travaux et se réfugiera sur la partie Est.

### **2.5.4. EFFETS SUR L'URBANISATION ET LE PATRIMOINE BATI EXISTANT**

En lien avec les pratiques agricoles et la chasse sur le site du Carnet, une installation existe sur la partie est du site. Cette partie n'est pas concernée par le projet de viabilisation.

Le « moulin de la Ramée », situé sur la commune de Saint-Viaud, est classé Monument Historique et fait l'objet d'un périmètre de protection de 500 mètres (servitude inscrite au document d'urbanisme local) qui jouxte l'entrée du site au niveau de la route de l'Eolienne (accès Est au site).

Le projet de viabilisation (zones aménageables, ouvrages en Loire et zones fonctionnelles) ne sont concernés par aucun site classé ou inscrit (au sens du Code de l'environnement), par aucune Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) ou aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP) et n'interfère avec aucun périmètre de protection défini autour de monuments historiques.

Seul l'ouvrage du Migron, situé en entrée de site, sous la route départementale 177 menant à la route de l'Eolienne, est situé à la limite nord du périmètre de protection de 500 mètres du monument historique « Le Moulin de la Ramée ». Cet ouvrage hydraulique doit être repris dans le cadre des travaux.

Les travaux situés dans le périmètre de protection devront obtenir l'accord préalable de l'Architecte des Bâtiments de France.

---

## 2.5.5. EFFETS SUR LE CADRE DE VIE ET LA COMMODITE DU VOISINAGE

### 2.5.5.1. ENVIRONNEMENT SONORE

Dans le cadre de l'état initial, des mesures de bruit ont été réalisées en octobre 2014.

La phase travaux de terrassements générera des nuisances sonores. Le chapitre sur la santé développe ces aspects.

### 2.5.5.2. EMISSIONS LUMINEUSES

Les phases de travaux nécessiteront la mise en place de sources lumineuses pour assurer la sécurité des installations. La mise en place d'un éclairage directionnel, limité au strict nécessaire, visera à minimiser les effets négatifs associés aux émissions lumineuses lors des phases de chantier. Des mesures d'accompagnement sont proposées sur cette thématique dans le chapitre suivant.

### 2.5.5.3. PRODUCTION DE DECHETS

Durant la période des travaux, des déchets seront produits par les installations et engins de travaux.

Des déchets industriels banals seront liés à la fois à la présence du personnel de chantier (emballages de repas et déchets assimilables à des ordures ménagères) et aux travaux (contenants divers non toxiques, plastiques d'emballage, ...). Ces volumes sont difficiles à évaluer mais ils ne devraient pas dépasser une dizaine de m<sup>3</sup>.

### 2.5.5.4. EFFETS SUR LE RESEAU DE TRANSPORT ET SUR LES DEPLACEMENTS

Les phases de travaux vont engendrer une augmentation de la circulation de camions et d'autres engins de chantier sur les principales voies d'accès au site du Carnet. La diffusion de cette circulation touchera un périmètre plus large que le parc d'activités concerné par les travaux. De plus, les perturbations pendant les travaux se traduiront par une moins bonne fluidité de la circulation aux abords immédiats des sites.

Malgré le phasage mis en place dans les opérations, la période de travaux sera une source de trafic supplémentaire.

Cette hausse de trafic se fera principalement sentir :

- sur la route départementale 723, qui relie Paimboeuf à Vue,
- sur la route de la Ramée (route de l'Eolienne),
- sur la rue de la Loire, accès existant à l'entreprise SOREDI et au Port à sec.

Parmi les autres nuisances qui pourraient être engendrées, notons le risque d'avoir des dépôts de poussières ou de boues sur les routes d'accès aux chantiers pendant la période des travaux.

L'organisation des accès de chantier passe par l'identification de la voie principale d'accès au site. Dans le cas présent la route de la Ramée (route de l'Eolienne) sera privilégiée pour l'accès au site.

## 2.6. EFFETS SUR LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS EN PHASE TRAVAUX

Au vu des risques technologiques et naturels identifiés sur les deux communes d'intervention, les travaux ne constitueront pas une problématique particulière.

Les principaux risques concernent le risque inondation sur le chantier lui-même.

Des mesures préventives en phase travaux seront mises en place avec le suivi des débits de la Loire, en particulier via le site <http://www.vigicrues.ecologie.gouv.fr/>.

## 2.7. EFFETS SUR LE PAYSAGE EN PHASE TRAVAUX

Durant la phase des travaux, un indéniable impact visuel sera généré sur le secteur. Cet impact sera dû essentiellement à la présence :

- des engins de chantier ;
- des stocks de matériaux de chantier ;
- des aires de vie du chantier ;
- aux travaux de terrassement et d'aménagement de berge.

Ces paysages intermédiaires seront, à terme, à nouveau modifiés avec la viabilisation qui sera développée sur une partie du site.

Une large partie du secteur d'étude est toutefois préservée (environ les 2/3).

Le phasage des travaux, et les perceptions visuelles limitées du site permettront de réduire considérablement les effets temporaires liés à la présence des engins de chantier, que ce soit depuis la Loire, grâce au rideau de roselière situé en bord de Loire, ou depuis les secteurs urbanisés situés au Sud grâce au maillage bocager et aux merlons édifiés sur les franges du site.

Des impacts visuels sont toutefois attendus depuis la rive Nord, notamment depuis l'observatoire de Lavau-sur-Loire.

**L'effet sur le paysage est considéré comme modéré en phase travaux.**

## 2.8. EFFETS SUR LE PATRIMOINE CULTUREL ET ARCHEOLOGIQUE EN PHASE TRAVAUX

Lors de l'instruction administrative, le projet fait l'objet d'une analyse par les services administratifs de l'archéologie. Cette analyse peut conduire à la prescription de mesures d'archéologie préventive préalables aux opérations dans le but de s'assurer que les travaux de pose n'affecteront pas, de par leur nature ou leur localisation, les éléments du patrimoine archéologique.

Lors des travaux, toute découverte fortuite de vestiges pouvant intéresser l'archéologie, devra être déclarée sans délai au Service Régional des Affaires Culturelles et une déclaration devra être faite en mairie de la commune, conformément à la législation en vigueur. Celui-ci prendra les mesures nécessaires (notamment l'arrêt des travaux si nécessaire) pour la conservation des vestiges, en attendant la visite des spécialistes compétents mandatés.

**Les effets sur le patrimoine culturel et archéologique en phase travaux sont considérés comme limités.**

---

## **2.9. EFFETS SUR L'HYGIENE, LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE EN PHASE TRAVAUX**

### **2.9.1. PREAMBULE**

Ce chapitre ainsi que le chapitre dédié à la santé en phase post-travaux, s'inscrit dans le cadre de la circulaire du 17/02/1998 relative à l'application de l'article 19 de la loi sur l'air et à l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996.

Cette circulaire s'applique lors de l'instruction des dossiers de demande d'autorisation ou de mise à l'enquête des projets d'aménagement assujettis à étude d'impact.

Conformément à la circulaire du 17/02/1998, ce chapitre portera plus spécifiquement sur les risques encourus pour la santé et sur l'analyse des mesures qui ont été prises ou seront prises pour réduire et/ou compenser les éventuelles conséquences dommageables des aménagements projetés sur les différents types de milieux susceptibles d'être concernés : l'air, l'eau et le sol. Il est à noter cependant que l'étude des effets sur la santé ne concerne pas le personnel intervenant lors de la période de chantier qui relève d'une autre législation (Code du Travail).

### **2.9.2. OBJECTIFS ET PRINCIPES**

L'objectif de ce chapitre est d'évaluer les conséquences sanitaires pouvant découler des travaux considérés. Il s'agit donc d'identifier les sources de dangers, leurs conséquences potentielles sur la santé, la manière dont ces conséquences peuvent s'exprimer dans le contexte du projet et les risques sanitaires prévisibles sur la base de ces éléments. Pour évaluer les risques sur la santé humaine liés à l'activité, il est nécessaire de bien cerner :

- le danger (D) des sources de polluants et leurs caractéristiques physiques et toxicologiques ;
- le transfert (T) des polluants, les voies de migration et l'exposition des cibles aux pollutions ;
- les cibles (C) de pollution, notamment l'homme, qui peut être exposé directement ou indirectement ;
- le risque (R) qu'apporte une pollution sur un site donné est fonction de ces trois facteurs :  
 $R = f(D, T, C)$

Classiquement, quatre étapes sont décrites dans la méthodologie d'Evaluation des Risques sur la Santé (ERS) :

- l'identification du potentiel dangereux ou identification des dangers. C'est l'identification des effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer ;
- la recherche des indices toxicologiques de relation dose-effet, c'est à dire choisir dans les bases toxicologiques les paramètres les plus récents et les plus appropriés sur la relation entre la dose ou le niveau d'exposition à une substance et l'incidence et la gravité de cet effet ;
- l'évaluation de l'exposition qui consiste à déterminer le devenir du polluant (transfert et dégradation) et de calculer les concentrations/doses auxquelles les populations humaines sont exposées ou susceptibles de l'être ;
- la caractérisation des risques, c'est à dire une quantification des effets indésirables sur une population humaine en raison de l'exposition, réelle ou prévisible, des polluants.

### 2.9.3. IDENTIFICATION DES DANGERS INDUITS PAR LES TRAVAUX

Les différents types de dangers présents sur le site étudié sont dans un premier temps inventoriés en fonction de leurs effets potentiels sur la santé. Ils sont généralement classés en plusieurs catégories :

- effets liés à la pollution de l'air,
- effets liés à la pollution des sols,
- effets liés à la pollution de l'eau,
- effets liés au bruit,
- effets liés au stockage de produits et déchets,
- autres effets liés à l'exploitation du site et aux diverses activités connexes, notamment le transport et la circulation des véhicules.

La réalisation des travaux liés au projet de viabilisation du site du Carnet induit les dangers ci-après, lors de la phase travaux.

Les substances présentes identifiées sont :

- les produits dangereux nécessaires au chantier en faible quantité,
- les hydrocarbures de type gazole contenus dans les réservoirs des engins présents,
- les eaux sanitaires des baraquements de chantier.

Les émissions sont :

- les MES via les terrassements sur site, le ressuyage des sédiments dans le cas où des matériaux issus de dragage sont utilisés,
- le bruit en phase travaux,
- les envols de poussières,
- les gaz d'échappement des véhicules et engins.

L'ensemble des sources de risques pour la santé et les milieux concernés est synthétisé dans le tableau suivant.

**Tabl. 6 - Identification et localisation des sources de risque sanitaire en phase travaux**

N°	NATURE DES EMISSIONS	MILIEU RECEPTEUR POTENTIEL	ETAT	QUANTITE	IDENTIFICATION DE LA SOURCE	MODE D'ELIMINATION	NATURE DU RISQUE SANITAIRE
1	Produits dangereux	Plutôt sol et eau	Plutôt liquide	Indéterminée	Diverses (lubrifiants)	Usage et élimination en centre agréé des contenants vides et des chiffons souillés	Indéterminée, selon les produits qu'il sera nécessaire d'utiliser
2	Gasoil	Sol - eau	Liquide	Au maximum 100 litres correspondant à un réservoir d'engin	Réservoir des véhicules et engins	Absorption, pompage par une entreprise spécialisée	Pollution du sol et des eaux en cas de déversement. Nocif par voie respiratoire et ingestion
3	Eaux sanitaires	Sol - eau	Liquide	5 m <sup>3</sup> / semaine	Utilisation des sanitaires chimiques	Pompage par une société spécialisée	Pollution du sol et des eaux en cas de dysfonctionnement. Risque de pathologie en cas d'ingestion.
4	Poussières	air	Pulvérulent	Indéfinie	Déplacement des véhicules en période travaux Interventions sur des matériaux contenant de l'amiante	Arrosage des pistes en période sèche Respect de la réglementation pour les chantiers de désamiantage	Atteinte du cadre de vie, éventuelle gêne respiratoire. A très long terme, pathologie pulmonaire possible
5	Gaz d'échappement des véhicules)	Atmosphère	Gazeux	Non déterminée	Véhicules	Dispersion dans le milieu	Irritation des voies respiratoires
6	Bruit	Atmosphère	Sans objet	Sans objet	En phase travaux. Lié au passage et au fonctionnement des engins	Dispersion dans les milieux physiques	Atteinte des capacités auditives, troubles du voisinage.

### 2.9.3.1. LES PRODUITS DANGEREUX EN FAIBLES QUANTITES

Tout chantier ou presque implique la présence en faible quantité de quelques produits ayant des caractéristiques de dangerosité. Ce seront par exemple des hydrocarbures tels que des lubrifiants... Il ne nous est pas possible de connaître à ce jour la nature exacte des produits qu'utilisera l'entreprise de travaux en ce domaine. Toutefois, rappelons que ces produits, quelle que soit finalement leur nature, d'une part représenteront un volume faible et d'autre part seront stockés sur rétention (en fonction de la compatibilité des produits, une ou plusieurs rétentions seront mises en place).

### 2.9.3.2. LE GAZOLE

Il n'y a pas de stocks de gazole prévus sur le site pendant ou après les travaux. En revanche, durant la période de travaux, un déversement accidentel de carburant des engins peut toujours arriver, par exemple en cas de rupture de flexible d'alimentation. Les quantités susceptibles de se déverser dans l'environnement sont donc faibles (environ 100 litres au maximum).

Le personnel de chantier aura à sa disposition un kit antipollution comprenant des matériaux absorbants, de sorte qu'un maximum d'hydrocarbures puisse être récupéré en cas d'écoulement. Enfin, les consignes opératoires en cas de déversement comprendront les mesures de récupération et d'élimination des sols pollués par écoulement d'hydrocarbures.

### 2.9.3.3. LES EAUX SANITAIRES

Les eaux sanitaires n'existeront que pendant les travaux. Le risque qui leur est lié est essentiellement bactériologique. Toutefois, les sanitaires chimiques, classiquement retenus pour les aires de vie des chantiers n'entraînent, en fonctionnement normal, aucun écoulement dans les milieux.

### 2.9.3.4. LE DEGAGEMENT DE POUSSIERES

Le dégagement de poussière induit un risque sanitaire faible lié à l'irritation des voies respiratoires et, à très long terme, peut induire le développement de pathologies du type silicose. En cas de travaux en période sèche, un arrosage des pistes sera réalisé si les envols sont significatifs.

### 2.9.3.5. LES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DES VEHICULES

Les gaz d'échappements des véhicules et engins ont un impact sanitaire reconnu, notamment lié à la présence de Composés Organiques Volatiles (COV), de NOx et donc indirectement d'ozone.

Ces dégagements seront circonscrits à la période de chantier.

### 2.9.3.6. LE BRUIT

Selon la bibliographie, le niveau maximal compatible avec la protection de l'ouïe est de :

- 85 dB(A) pour le niveau d'exposition quotidienne,
- 135 dB(A) pour le niveau de pression acoustique de crête.

Les fréquences de plus grande fragilité de l'ouïe se situent aux alentours de 4000 Hertz. L'exposition prolongée à des bruits potentiellement lésionnels étend progressivement cette surdité aux autres fréquences audibles.

Pendant les travaux de viabilisation du site, les effets sur le voisinage seront dus :

- à l'augmentation des niveaux sonores du fait des engins de chantier,
- au battage des pieux,
- à l'augmentation de la circulation des engins approvisionnant le chantier.

Les engins devront être conformes à la réglementation en vigueur. Par ailleurs, les travaux devront être effectués de jour et aux heures normales de travail. L'ensemble du matériel présent sur les chantiers sera conforme à la réglementation en vigueur.

En plein air, sans surface verticale, ni sol réfléchissant proche, l'énergie des ondes sonores (et donc l'intensité sonore) diminue avec le carré de la distance à la source du son.

Ainsi, en doublant la distance, le niveau en dB(A) sera donc réduit de 6 dB(A) :

$$L(d) = L_0 - 10 \text{ Log} (4 \pi d^2)$$

Où :  $L_0$  est le niveau sonore à la source (en dB(A)),  
 $d$  est la distance entre l'observateur et la source (en mètres),  
 $L(d)$  est le niveau sonore à une distance  $d$  de la source.

A titre indicatif, le tableau ci-après reprend les niveaux sonores susceptibles d'être générés par les opérations de travaux.

**Tabl. 7 - Impacts sonores aériens du chantier (Ordres de grandeur)**

	Niveau sonore à la source (dans l'air)	Niveau sonore théorique à 100 mètres	Niveau sonore théorique à 500 mètres	Niveau sonore théorique à 1 000 mètres
Passage des camions	95 dB(A)	44 dB(A)	30 dB(A)	24 dB(A)
Chantier – Terrassement	100 dB(A)	49 dB(A)	35 dB(A)	29 dB(A)
Passage de navires	90 dB(A)	39 dB(A)	25 dB(A)	19 dB(A)
Chantier portuaire (battage, forage ...)	120 dB(A)	69 dB(A)	55 dB(A)	49 dB(A)

Pour comparaison, rappelons que le bruit ambiant à terre est généralement supérieur à 30 dB(A) :

- 100 dB(A) : marteau piqueur à 5 mètres ;
- 90 dB(A) : bruit de circulation ;
- 60 dB(A) : conversation courante ;
- 40 dB(A) : extérieur calme ;
- 20 dB(A) : extérieur très silencieux ;
- 0 dB(A) : seuil d'audibilité de l'oreille humaine.

Les nuisances sonores autres que celles liées aux opérations de battage de pieux, correspondent à un bruit ambiant de chantier de déconstruction et/ou de construction. Par ailleurs, il est rappelé que les engins utilisés lors de la phase travaux devront impérativement respecter les normes d'homologation prévues par la réglementation.

D'après les indications de niveaux sonores aériens de chantier portuaire, le bruit causé à la source par les travaux de battage, de forage et autre opération s'en rapprochant, est important (aux environs de 120 dB), mais s'atténue rapidement pour atteindre, dès 500 m de distance par rapport à la source, un niveau de bruit de conversation courante inférieur à 60 dB.

Pour rappel, les mesures de bruit réalisées lors de l'état initial ont permis de constater des niveaux sonores résiduels en dB(A) compris entre 34,5 et 51 en période diurne.

Compte-tenu des valeurs mesurées lors de l'état initial, les habitations situées à moins de 500 mètres seront susceptibles de percevoir une augmentation du niveau sonore du milieu. Au-delà de 500 m, l'impact des travaux sur le milieu sonore sera négligeable.

L'activité du chantier doit respecter la réglementation « bruit de voisinage », à savoir le décret du 31 août 2006. Ce décret précise les circonstances pour lesquelles une gêne induite par un chantier de travaux est caractérisée. Aucun bruit ne doit porter atteinte à la tranquillité du voisinage ou à la santé de l'homme.

L'analyse des mesures effectuées in situ pourra permettre de fixer les « doses de bruit » maximales au niveau des riverains pendant les phases de chantier, en tenant compte de la durée d'apparition du bruit perturbateur.

Le niveau de bruit maximum admissible peut-être calculé sur la base du niveau sonore moyen LAeq sur la journée de travail (et non sur une valeur maximale « ponctuelle » à ne pas dépasser).

Pour rappel, les émergences maximales issues du décret du 31 août 2006 sont les suivantes :

Emergence globale<sup>16</sup>

Période considérée	Période diurne (7h-22h)	Période nocturne (22h-7h)
Emergence maximale autorisée	+5 dB(A)	+3 dB(A)

Les valeurs maximales de l'émergence globale sont à pondérer en fonction de la durée d'apparition du bruit perturbateur :

Durée cumulée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif en dB(A)
$T \leq 1$ minute	+6
1 minute < $T \leq 5$ minutes	+5
5 minutes < $T \leq 20$ minutes	+4
20 minutes < $T \leq 2$ heures	+3
2 heures < $T \leq 4$ heures	+2
4 heures < $T \leq 8$ heures	+1
8 heures > $T$	+0

Ainsi, le niveau de bruit maximum admissible pourra être égal au niveau de bruit ambiant moyen LAeq de la situation initiale + émergence maximale.

La carte suivante rappelle les résultats des mesures LAeq jour et nuit en dB(A).

<sup>16</sup> L'émergence globale dans un lieu donné est définie par la différence entre le niveau de bruit ambiant, comportant le bruit particulier en cause, et le niveau du bruit résiduel constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements, en l'absence du bruit particulier en cause.

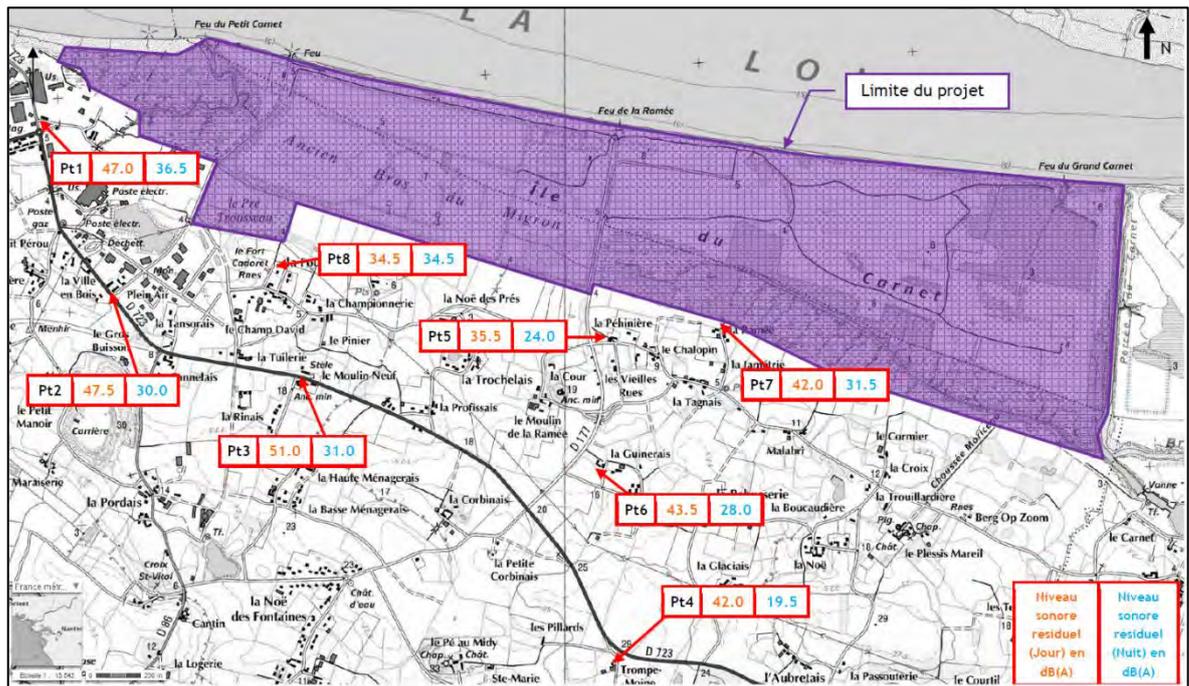


Fig. 5. Résultats des mesures LAeq jour et nuit en dB(A) [ALHYANGE, 2014]

Des mesures de bruit seront effectuées tout au long de la phase de chantier pour assurer le respect de la réglementation. Des dispositifs adaptés permettront de réduire les niveaux sonores, le cas échéant.

Dans ces conditions, les nuisances acoustiques engendrées par le chantier ne constituent pas une source de danger pouvant entraîner un risque sanitaire pour les populations les plus proches ; l'effet est considéré comme mineur.

#### 2.9.4. SELECTION DES SUBSTANCES DANGEREUSES A ETUDIER

- **Les produits étiquetés « dangereux » (au sens large : très toxique, toxique...)** : compte tenu des faibles volumes en jeu et des mesures préventives et correctives mises en place, ces produits ne nous apparaissent pas comme des éléments à étudier dans la suite de ce volet sanitaire.
- **Le gazole** : là encore, les faibles volumes en jeu et les mesures préventives et correctives proposées nous semblent adéquates et suffisantes pour maîtriser le risque sanitaire, la probabilité de dispersion dans l'environnement étant très faible et la récupération et l'élimination des sols contaminés étant prévue (compte tenu de leur nature agricole notamment). En effet, l'enlèvement et l'élimination des sols pollués permet de supprimer le vecteur de transfert vers les cibles (élevage, culture, population humaine). En conséquence, il ne nous semble pas adapté de retenir ce danger dans la suite de l'étude.
- **Les eaux sanitaires** : les eaux sanitaires sont une source potentielle de danger bactériologique. Toutefois, le système retenu pour le chantier, transitoire et sans rejets, ne peut conduire à aucune contamination des populations avoisinantes. En conséquence, il ne nous semble pas adéquat de retenir ce danger dans la suite de l'étude sanitaire.

- **Les poussières** : le dégagement de poussière peut avoir des conséquences sanitaires, en cas d'exposition à long terme. Ici, le dégagement de poussière ne se produira que pendant la période de travaux et si celle-ci a lieu en période sèche. Or, en cas de travaux réalisés en période sèche, un système d'arrosage des pistes sera mis en place si les dégagements de poussières deviennent significatifs. En conséquence, ce danger ne sera pas retenu dans la suite du volet sanitaire.
- Concernant les émissions des **gaz d'échappements** des véhicules et des engins, celles-ci, compte tenu de l'origine des matériaux utilisés (cf. mesures compensatoires chapitre 6), seront limités et ne nécessitent pas de calcul spécifique, le trafic engendré étant faible lors du déroulement des travaux au regard du trafic de la route départementale voisine (723) dont le trafic journalier en 2014 a été évalué à 2 000 véhicules/jour au niveau de l'accès de la route de la Ramée (route de l'Eolienne). De fait, il y aura de courtes périodes avec un trafic important lors de la fin du chantier en fonction des quantités de matériaux nécessaires.
- Le **bruit**, compte tenu des niveaux sonores attendus à hauteur des premières habitations (cf. cartographie précédente) et de l'obligation du respect de la réglementation en vigueur, ne constitue pas un danger sanitaire.

De ce fait, le peu de sources de danger sanitaire existantes sur le site étant bien maîtrisées par les mesures préventives et correctives lors de la phase travaux, il n'apparaît pas nécessaire de poursuivre la démarche d'évaluation des risques sanitaires telle que décrite en début de chapitre et conformément à l'esprit des guides de mise en œuvre.

Toutefois, dans un souci d'exhaustivité, la sensibilité des populations avoisinantes est évaluée.

#### 2.9.4.1. CARACTERISATION DES POPULATIONS EXPOSEES

Dans ce chapitre, il s'agit d'évaluer la sensibilité humaine environnante lors de la phase travaux. Pour cela, des critères ont été définis. Il s'agit notamment de la distance des premières habitations, de la densité des populations à proximité du site et de l'existence ou non d'activités humaines aux environs.

PARAMETRES	SITE DU CARNET
Proximité des populations	L'habitation la plus proche se trouve à 230 m (Lieu-dit la Ramée)
Densité de la population	Le centre de concentration humaine le plus proche se trouve à Paimboeuf, à 2 km
Populations sensibles (établissement recevant du public)	Port à sec Site du Carnet
Zone de loisirs	Parc de loisirs Défi Nature à 4,8 km Le Sentier des Daims à 5,8 km Camping du Grand Fay à Saint-Père-en-Retz à 9 km
Zone à vocation agricole	Les espaces situés en bordure du site correspondent à des terres agricoles.
Captage d'alimentation en eau potable	Concernant l'AEP sur le secteur, la ressource provient de Basse-Goulaine, de la Loire et ponctuellement de Frossay. Concernant la distribution, la structure responsable est la Communauté de Communes du Sud Estuaire (adhérente au SDAEP). Les périmètres de protection du captage de Frossay se situent à plus de 6 km de l'emprise du projet.

D'une manière générale, le site se trouve donc dans une zone moyennement sensible.

**2.9.4.2. L'EXPOSITION DES POPULATIONS**

Comme nous l'avons vu précédemment, les mesures proposées dans le présent dossier, qu'elles soient correctives ou préventives, permettent de maîtriser l'exposition des populations aux sources de danger identifiées. Ainsi, le danger existant du fait de la présence d'un polluant ne peut être retranscrit en terme de risque, en l'absence de vecteur de transfert.

**2.9.4.3. CUMUL AVEC LES DANGERS EXISTANTS**

Il n'y a pas de cumul avec des risques sanitaires externes recensés, à l'exception de ceux liés à la circulation.

**2.9.4.4. CONCLUSION DU VOLET SANITAIRE EN PHASE TRAVAUX**

Au terme de cette analyse, il ne subsiste pas de voie d'exposition résiduelle.

Les moyens de prévention, de maîtrise des pollutions mis en place sur le site sont autant de garanties pour la protection sanitaire des riverains.

---

## 3. EFFETS RESIDUELS EN PHASE EXPLOITATION

### 3.1. EFFETS SUR LE MILIEU PHYSIQUE EN PHASE EXPLOITATION

#### 3.1.1. EFFETS SUR LE CLIMAT

Le projet n'est pas de nature à modifier directement le climat à l'échelle locale ou régionale. Des variations d'ordre microclimatique sont toutefois possibles du fait des modifications du bilan énergétique au voisinage du sol entraîné par les remblais, la modification des substrats de surface, l'imperméabilisation des sols, la modification des écoulements.

Cet effet est considéré comme négligeable sur le climat local et régional.

Néanmoins, l'aménagement de bâtiments sur le site et l'artificialisation des substrats vont conduire à la modification des écoulements et à celle des ombres portées au sol. Au vu de l'ouverture du site et de la nature des substrats en place (habitats précoces sur sables, en lien avec un réchauffement rapide du substrat), cet effet peut remettre en cause des habitats et donc des communautés biologiques préservés.

Le plan d'aménagement qui sera produit devra :

- considérer les ombres portées au sol,
- orienter la position et la hauteur des bâtiments en particulier en périphérie des secteurs préservés.

#### 3.1.2. EFFETS SUR L'ENERGIE ET LES GAZ A EFFET DE SERRE

L'aménagement du site du Carnet va induire une augmentation de la dépense d'énergie. Les choix d'aménagement devront s'attacher à viser une sobriété énergétique.

La réduction des consommations passera par une organisation fonctionnelle, en particulier via une valorisation maximale des apports énergétiques naturels, notamment solaires.

La création de pôles d'activité et des postes associés induit des déplacements quotidiens domicile-travail à l'origine de rejets de gaz à effets de serre. En l'état actuel, les données sont insuffisantes pour permettre la caractérisation de ces émissions.

Toutefois, dans le cadre du projet d'aménagement, une **voie dédiée exclusivement aux mobilités douces** sera étudiée afin de relier efficacement la zone d'activité aux centralités urbaines, notamment Paimbœuf.

Le développement du covoiturage et de modes alternatifs à la voiture, comme les transports en commun ou le vélo, feront partie des leviers déployés pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux déplacements pendulaires.

### 3.1.3. EFFETS SUR LE SOL ET LE SOUS-SOL

La modification par remblai et les décaissements vont contribuer à modifier l'ensemble de la structure de surface. L'imperméabilisation du site va définitivement modifier le faciès sableux actuellement majoritaire vers une structure bitumineuse.

En dehors de l'impact direct généré sur le contexte biologique et hydraulique, cet effet est jugé comme limité au vu de la nature récente des sols (dépôt de dragage).

Des pieux pourraient être nécessaires à la réalisation de bâtiments. Toutefois, l'effet sur la nature du sous-sol est considéré comme négligeable.

L'effet sur le sol et le sous-sol est considéré comme négligeable.

## 3.2. EFFETS SUR LA RESSOURCE EN EAU EN PHASE EXPLOITATION

### 3.2.1. EFFETS SUR L'HYDROLOGIE LOCALE

Les impacts hydrodynamiques sont liés à l'aménagement des ouvrages (quai, appontements et poste roulier) qui vont forcer l'hydrodynamique locale. Les pieux de guidage des ouvrages peuvent avoir une interaction sur les processus hydrodynamiques.

Lorsqu'un courant rencontre un obstacle de type pieu vertical, les lignes de courant sont modifiées en amont et en aval de l'obstacle. En amont, les lignes de courant divergent, tandis qu'elles ont tendance à converger en aval. Les gradients de vitesse associés à la déformation des lignes de courant sont à l'origine d'écoulements turbulents de différents types, dont l'intensité dépend principalement des caractéristiques de l'écoulement (avant modification par l'obstacle), de la géométrie et des dimensions de l'obstacle.

La partie de la Loire où est situé le site du Carnet est soumise à la combinaison du débit du fleuve et de la marée. Pour des conditions hydrodynamiques moyennes (débit de la Loire de 850 m<sup>3</sup>/s), les vitesses du courant sont plus importantes au jusant qu'au flot. En effet à marée montante, le débit de la Loire s'oppose au courant de marée et le ralentit alors que, à marée descendante, il l'accélère. Pour une crue de la Loire à 3.100 m<sup>3</sup>/s, les courants générés par la Loire sont pratiquement équivalents aux courants de marée et les vitesses au diminuent très fortement.

Le tableau ci-dessous présente la synthèse des intensités des courants à PM-3h et PM+5h (autour des maximums de flot et de jusant) pour une marée de coefficient 94 et les trois débits de Loire (200, 850 et 3100 m<sup>3</sup>/s) dans le chenal de navigation au droit du Carnet [ARTELIA, 2013].

**Tabl. 8 - Valeur des intensités de courants au droit du Carnet dans le chenal de navigation (m/s) [ARTELIA, 2013]**

Débit de Loire considéré (m <sup>3</sup> /s)		200	850	3 100
Marée de coefficient 94	PM-3h (flot)	~ 1,5 - 2 m/s	~ 1 m/s	~ 0.25 - 0,5 m/s
	PM+5h (jusant)	~ 1 - 1,5m/s	~ 1,5 m/s	~ 2 - 2,5 m/s

Lors du jusant, en période de crue, les courants de marée dans le chenal en face de la zone du Carnet, peuvent atteindre 2 à 2,5 m/s. Ces courants sont légèrement inférieurs en étiage estuarien (1 à 1,5 m/s). Par expansion sur les zones latérales, les vitesses sont plus faibles.

L'emplacement final du quai n'est pas encore totalement fixé à ce jour. De même, les besoins en dragage en phase travaux et en entretien ne sont donc pas définis à ce stade.

Les pieux seront alignés parallèlement au rivage. Les courants de marée sont orientés selon l'axe du chenal, et suivent la même orientation que celle des pieux. La présence des pieux induira localement un effet de trainée, qui dépend de la vitesse instantanée du courant et un effet d'inertie qui dépend à la fois de cette vitesse et de l'accélération.

Du fait du diamètre des pieux, de leur implantation et de l'espacement entre chaque unité (5 m), le champ des vitesses sera localement modifié sans avoir d'incidence notable sur l'hydrologie locale.

La réalisation d'une souille parallèle au chenal de la Loire, aura pour conséquence de créer une zone où les écoulements seront moins intenses que dans la situation actuelle.

Si l'aménagement réalisé conduit à un remblaiement dans le lit majeur du cours d'eau qui dépasse 10 000 m<sup>2</sup>, seuil d'autorisation de la rubrique 3.2.2.0 de l'article R.214-1 du code de l'environnement, la perte d'espaces pour l'écoulement des crues n'est pas de nature à avoir une incidence sensible sur les vitesses d'écoulement et les niveaux d'eau en Loire, et notamment autour du site du Carnet, comme en attestent les éléments fournis au chapitre 2 (§5.4.6.1).

### **3.2.2. EFFETS HYDROSEDIMENTAIRES**

#### **3.2.2.1. PROCESSUS D'AFFOUILLEMENT**

La présence de pieux sur des fonds meubles, où se manifestent des transports sédimentaires importants, peut conduire à des phénomènes d'affouillement locaux, au pied des ouvrages. Ces phénomènes sont liés :

- à l'accélération de l'écoulement à proximité de l'obstacle du fait de la convergence des courants ;
- à l'accroissement de l'énergie turbulente de l'écoulement, due à la génération de tourbillons à proximité de la structure.

En l'absence de données précises sur les vitesses des courants au pied des ouvrages, il n'est pas possible d'évaluer localement les problèmes d'affouillement autour des fondations.

Néanmoins, le nombre de pieux sera limité pour les appontements. Du fait de ces caractéristiques, l'effet local sera faible. Sur la base des données disponibles, les éventuels processus d'affouillement en pied d'ouvrage ne seront pas notables. Cet effet sera plus important sur l'ouvrage du quai qui totalise un linéaire de 200 m avec une multiplication des pieux (de l'ordre de 280) et leur densification locale.

#### **3.2.2.2. HYDROSEDIMENTAIRE DANS LES SOUILLES**

Aucune étude hydrosédimentaire spécifique destinée à quantifier précisément les potentiels dépôts n'a été réalisée dans le cadre du projet. Les données générales de l'estuaire et les études disponibles dans celui-ci sont utilisées pour l'évaluation des effets. Sur cette section de l'estuaire, les vitesses observées sont comprises entre :

- 0.25 à 0.5 m/s au flot (lors de forts débits et des coefficients importants),
- et 2 à 2.5 m/s au jusant (forts débits et coefficients importants).

Concernant l'hydrodynamisme, la mise en place d'un quai va se traduire par un empiètement sur le lit mineur de la Loire. Cette emprise est cependant très réduite, le quai atteignant une largeur de 33 m à la cote +8 m CM. Elle correspond ainsi à une réduction de la section d'écoulement de l'ordre de 1 % sur le fleuve, au nord de la route de l'éolienne (section d'écoulement à la cote 6 m CM estimée à 6900 m<sup>2</sup>). Les pieux correspondent à environ 65 m<sup>2</sup> de réduction de la section d'écoulement.

Cela sera donc sans effet général sur les vitesses de courants au droit du site. Des effets localisés au droit immédiat des pieux seront observés (turbulences à l'aval immédiat des pieux) mais sans aucun effet sur les écoulements généraux.

Concernant l'hydrosédimentaire, il convient de préciser tout d'abord que, malgré une présence récurrente du bouchon vaseux dans ce secteur de l'estuaire, les phénomènes de sédimentation dans le chenal y sont limités du fait des fortes vitesses et d'un « auto-dragage » naturel des fonds. Cette section n'est d'ailleurs pas draguée.

Le projet ne modifiant pas les vitesses d'écoulement et ne créant pas de zone de calme hydrodynamique, il n'aura pas d'effet spécifique sur les conditions d'envasement et les équilibres hydrosédimentaires en place.

### 3.2.2.3. EFFETS DES DRAGAGES D'ENTRETIEN

Au-delà des opérations de dragage d'approfondissement, la souille devra être entretenue afin de maintenir une cote d'exploitation, fonction des nécessités d'accueil des navires. Le volume de dragage d'entretien annuel est estimé à 10 000 m<sup>3</sup>. Les opérations de dragage seront réalisées avec les moyens d'entretien des accès du Port, et a priori de manière privilégiée avec la DAS<sup>17</sup> Gendre ou avec la DIE<sup>18</sup> Milouin.

En effet, l'utilisation de la DAM Champlain n'est a priori pas envisageable dans les souilles, compte tenu de son gabarit rendant très risquées les manœuvres en proximité des quais et de son inadéquation pour intervenir sur le talus de la souille côté berge. Cet engin n'est d'ailleurs pas utilisé sur les autres souilles des quais des terminaux de Montoir-Donges. Si une plus petite DAM était mobilisée par le GPM, elle pourrait réaliser une partie du travail, mais dans des conditions limites. Sauf obligation absolue liée à un besoin urgent d'intervention et à l'absence de disponibilité des autres engins de dragage, l'entretien des souilles du Carnet ne sera donc pas réalisé par une DAM.

En cas de refoulement dans le chenal, les matériaux déposés sur les fonds du chenal seront repris par la DAM<sup>19</sup> Champlain avant immersion sur le site de La Lambarde.

Les souilles sont des zones relativement marginalisées écologiquement. La population benthique y est régulièrement détruite par les opérations de dragages. La zone sur laquelle la souille sera implantée au Carnet étant déjà actuellement très pauvre, sa valeur écologique ne sera pas modifiée par les dragages d'entretien.

Parmi les deux engins de dragage susceptibles d'être utilisés pour l'entretien des souilles du Carnet, c'est la DAS qui présentera les impacts les plus importants pour le milieu ; afin d'évaluer les incidences maximales des opérations de dragage, c'est l'usage de cette drague qui est examiné dans la suite.

Les volumes dragués annuellement dans la souille pour son entretien représentent environ 10% des quantités draguées par DAS dans la section 7 du chenal, en moyenne sur la période 2012-2014. En intégrant aussi les quantités draguées par injection d'eau (DIE), le volume d'entretien de

<sup>17</sup> *Drague aspiratrice stationnaire*

<sup>18</sup> *Dragage par injection d'eau*

<sup>19</sup> *Drague Aspiratrice en Marche*

la souille du Carnet ne représente plus que 2,4% de l'ensemble DAS-DIE (moyenne 2012-2014) dans la section 7. Ces valeurs faibles à l'échelle de la section de dragage le sont encore davantage à l'échelle de l'estuaire aval où le rejet par DAS issu du dragage de la souille du Carnet ne représente plus que 1,5 % des quantités draguées par DAS, de Saint-Nazaire au Carnet, en moyenne entre 2012 et 2014.

Le dragage d'entretien de la souille du Carnet aura un effet marginal sur les turbidités dans le chenal de navigation, comparativement aux turbidités naturelles du système bouchon vaseux – crème de vase et également à celles, bien moindres, induites par les dragages par DAS et DIE dans l'estuaire aval. Il en sera donc de même des incidences sur la faune benthique de ce secteur, dont la richesse est essentiellement rencontrée sur les vasières intertidales.

### **3.2.3. EFFETS SUR L'HYDROGEOLOGIE ET L'USAGE AEP**

L'imperméabilisation (80 % maximum sur le périmètre à viabiliser) va supprimer le potentiel d'infiltration des eaux pluviales. Cependant, le secteur d'étude est caractérisé par un fonctionnement intégrant la présence de la nappe alluviale de la Loire et une infiltration limitée.

Le fonctionnement hydrogéologique du secteur d'étude n'interfère aucunement avec le captage de Frossay. Par ailleurs, il est probable que quelques riverains utilisent des puits privés pour divers usages.

Les installations liées à la gestion des eaux dans le périmètre de viabilisation proposeront des mesures contre les pollutions permettant de limiter les pollutions de la nappe (ex : décanteurs en sortie de parcelles avec vanne d'isolement, noues de collecte faiblement perméables, exutoires munis de vannes d'isolement).

L'imperméabilisation des sols ne modifiera pas la circulation des eaux souterraines, largement déterminée par le fonctionnement de la nappe alluviale. La mise en place de pieux dans le cadre d'aménagements lourds, comme il est préconisé au niveau géotechnique, est susceptible d'impacter ponctuellement les circulations, sans toutefois remettre en cause le fonctionnement global de la nappe alluviale.

L'effet réduit du projet sur le fonctionnement hydrogéologique et sur l'usage AEP ne nécessite pas la mise en place de mesures spécifiques.

Par ailleurs, en fonction du type d'installation et des activités présentes, la consommation en eau potable sera plus ou moins forte (la quantification de ces besoins n'a pas été étudiée à ce stade). Les maîtres d'ouvrages veilleront à encourager les investisseurs à mettre en place des systèmes de rétention des eaux pluviales pour l'arrosage, le nettoyage, ...

### **3.2.4. EFFETS SUR LE RUISSELLEMENT ET LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE DE L'EAU**

#### **3.2.4.1. EFFETS SUR LE RUISSELLEMENT – GESTION QUANTITATIVE**

L'urbanisation du site va entraîner une augmentation des superficies imperméabilisées. Une superficie d'environ 110 ha sera urbanisée avec un taux d'imperméabilisation maximum de 80% à l'échelle globale du site.

L'imperméabilisation des surfaces se traduira par :

- une baisse de la proportion infiltrée et du temps de concentration (par augmentation des vitesses en lien avec la baisse de la rugosité) ;
- une augmentation des écoulements et des volumes des eaux de ruissellement.

Au vu de la situation géographique de l'aménagement, du rejet en milieu marin, et l'absence de risque vis-à-vis des eaux pluviales pour des secteurs urbanisés, le dimensionnement sur un événement centennal n'est pas justifié. Le **schéma d'assainissement pluvial (chapitre 3)** détaille la gestion des eaux pluviales prévues sur le site.

Le rejet des eaux pluviales est réalisé en milieu marin, avec les contraintes de marnage associées.

Le débit décennal engendré par l'imperméabilisation du projet (110 ha avec un taux d'imperméabilisation maximum de 80 %, soit une surface active de 88 ha) correspond à 0,15 % de la crue décennale à Montjean-sur-Loire. De plus, le rôle des eaux continentales sur ce secteur apparaît comme très peu déterminant dans le fonctionnement de l'estuaire pour lequel les eaux marines représentent environ 80 % des apports (oscillants) moyens.

L'effet hydraulique des aménagements paraît donc très faible (même lors d'événements exceptionnels du type orage d'été sur marée basse et étiage sévère).

Pour des rejets en milieu marin, le risque d'inondation est essentiellement lié aux surcotes marines et non aux apports d'eau douces. Dans ces conditions, la création d'ouvrage de rétention des eaux pluviales sur le site du Carnet, pour une pluie décennale, avec un débit de fuite limité à 3 l/s/ha apparaît disproportionné.

Les points de rejets peuvent toutefois impacter localement les processus hydro-géomorphologiques (érosion). Cet impact est considéré comme faible. L'effet est considéré comme faible au niveau purement hydraulique au vu du contexte estuarien.

#### 3.2.4.2. EFFETS SUR LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE

##### A. Pollution chronique

La pollution engendrée sur les espaces de voirie et de roulement est caractéristique des eaux de ruissellement urbaines.

A titre indicatif les apports de pollution retenus pour un événement pluvieux de période de retour 6 mois à 1 an, par hectare imperméabilisé sont les suivants :

- MES : 65 kg/ha ;
- Hydrocarbures : 0,7 kg/ha ;
- Pb : 0,04 kg/ha.

L'impact n'est pas négligeable au vu de la superficie de la zone ; des mesures de réduction sont donc proposées à ce titre. Elles intègrent le **schéma d'assainissement pluvial (chapitre 3)** et la capacité des systèmes mis en place à la décantation des ruissellements.

##### B. Pollution saisonnière

Il peut s'agir de l'utilisation très localisée de fondants chimiques répandus sur les voiries (chlorure de sodium par exemple). Sur le site du Carnet, ces emplois seront très occasionnels au vu du climat local doux. Cette pollution peut également être liée à l'emploi d'engrais et de pesticides utilisés pour l'entretien des espaces verts.

Les effets saisonniers sont considérés comme faibles. Et ne nécessitent pas la mise en place de mesures spécifiques.

### C. Pollution accidentelle

Les pollutions accidentelles sur la zone sont difficiles à apprécier. Il peut s'agir d'un déversement accidentel d'hydrocarbures ou de matières dangereuses liées au trafic de véhicules par exemple. Notons par ailleurs que le site est voué à l'implantation de filières industrielles sur lesquels des matériaux dangereux peuvent être mis en œuvre.

Il est nécessaire de disposer de volumes de rétention suffisants à terre, en particulier pour les voiries, en dehors des installations qui nécessiteront des équipements propres à leurs activités.

Le système de gestion des eaux pluviales à l'échelle de la zone à viabiliser et à l'échelle de la parcelle sera équipé de vannes d'isolement afin de confiner toute pollution accidentelle.

#### 3.2.4.3. PRODUCTION DE CHARGES ORGANIQUES – EAUX USEES

En situation actuelle, la zone du Carnet n'est pas desservie par un réseau d'assainissement. Toutefois, un réseau d'assainissement est présent en limite du site, au niveau de SOREDI. 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.

Un réseau d'assainissement est présent au niveau du hameau de La Foucauderie, sur la commune de Saint-Viaud. Ce réseau permet le transfert des effluents de La Foucauderie vers la station d'épuration de Paimboeuf.

Le **schéma d'assainissement des eaux usées (cf. chapitre 3)** présente la gestion des eaux usées prévues sur le site. 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).

### **3.3. EFFETS SUR LE MILIEU BIOLOGIQUE, LES HABITATS ET LES ZONES HUMIDES EN PHASE EXPLOITATION**

Les effets liés à l'exploitation du projet seront similaires à ceux décrits lors de la phase travaux, les effets sur le périmètre viabilisés, sur les habitats et sur les espèces étant permanents.

#### **3.3.1. EFFETS SUR LA FLORE ET LA VEGETATION**

La viabilisation du périmètre va entraîner une destruction durable de la flore et des habitats présents sur les 110 ha. Les effets ont été décrits dans la partie « travaux ».

Dans le cahier des charges pour la mise à disposition des terrains, une attention toute particulière devra être portée en particulier vis-à-vis des milieux adjacents sur les sujets suivants :

- modifications locales des conditions d'hygrométrie,
- ensoleillement,
- ombrage liés à la disposition des bâtiments,
- éclairage artificiel (nature, intensité, composition du spectre lumineux, durée et fréquence),
- conserver le fonctionnement naturel des secteurs à fort intérêt végétal patrimonial, aucun rejet d'eaux pluviales ne se fera sur ces secteurs bien identifiés.

#### **3.3.2. EFFETS SUR LA FAUNE**

La viabilisation du périmètre va entraîner une destruction durable des habitats favorables à la faune présente actuellement sur le site. Les effets ont été décrits dans la partie « travaux ».

Dans le cahier des charges pour la mise à disposition des terrains, une attention toute particulière devra être portée en particulier vis-à-vis des milieux adjacents sur les sujets suivants :

- modifications locales des conditions d'hygrométrie,
- dérangements liés à la présence humaine sur site,
- ombrage liés à la disposition des bâtiments,
- éclairage artificiel (nature, intensité, composition du spectre lumineux, durée et fréquence).

#### **3.3.3. EFFETS SUR LES ZONES HUMIDES**

Les effets sur les zones humides ont également été décrits en phase travaux.

Sur le périmètre de viabilisation, malgré les mesures d'évitement et de réduction mises en œuvre, les effets sont durables et sont liés à la destruction des zones humides à hauteur de 51 ha, soit 20 % des zones humides existantes sur le site du Carnet (250 ha recensées sur le périmètre de 395 ha).

Les effets sont notables et doivent faire l'objet de mesures de compensation (cf. chapitre 6).

### 3.4. EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE EN PHASE EXPLOITATION

#### 3.4.1. EFFETS SUR LE MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

La présence d'activités sur le site du Carnet va induire un dynamisme nouveau sur le Sud Loire.

Aucune donnée n'est actuellement disponible. Toutefois, une estimation sur la base du ratio communément utilisé sur des zones industrielles (entre 2,5 et 20 emplois/ha selon le type d'activité) conduit à une population active de l'ordre de 1 000 emplois à terme sur l'ensemble du périmètre aménageable (110 ha). Cet accroissement de la population sur le secteur nécessite notamment la création d'un pôle de services (restauration...) intégré au projet.

L'arrivée de cette population bénéficiera donc directement aux commerces et activités de services, présents sur la commune et confortera, notamment, le commerce de proximité.

L'aménagement du site du Carnet va entraîner une croissance du trafic de plaisance et du fret par navire sur ce secteur.

La plaisance pourrait, à terme, entraîner un trafic de 1 à 5 bateaux jours. L'activité en lien avec le développement des éco-technologies marines sur le site pourrait, quant à elle, engendrer des trafics plus soutenus (éolien off-shore, ...).

Au vu du trafic actuel (578 navires comptabilisés en 2014 à destination de NANTES), le trafic engendré par cette nouvelle implantation industrielle sera négligeable.

#### 3.4.2. EFFETS SUR LES DEPLACEMENTS ET LES NIVEAUX SONORES

##### 3.4.2.1. EFFETS SUR LES DEPLACEMENTS

###### A. Estimation des flux routiers générés par la future zone d'activité

La viabilisation du site ne va pas modifier les voies de circulation et les accès au site existants. Néanmoins, la création d'une zone d'activité va induire de nouveaux déplacements quotidiens (domicile-travail) sur la zone.

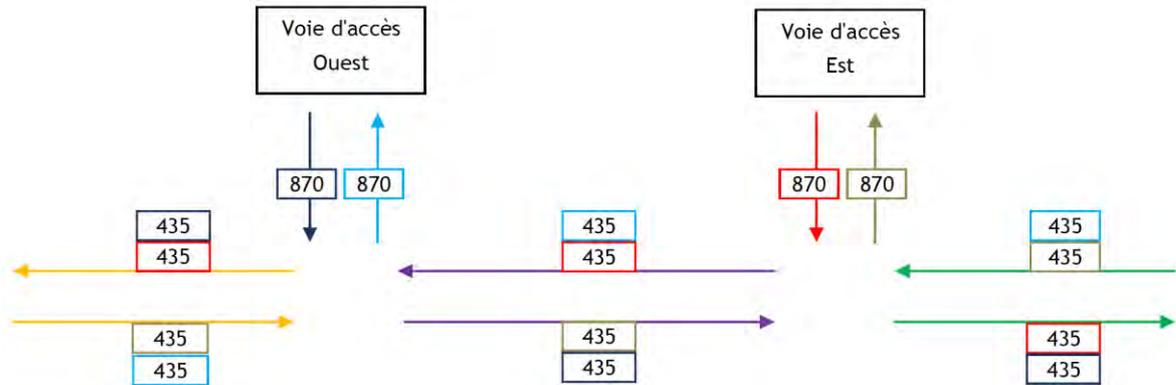
Dans le cadre de l'étude d'aménagement du parc éco-technologique du site du CARNET, les flux routiers susceptibles d'être générés à terme par le projet ont été estimés<sup>20</sup> :

- Véhicules légers : hypothèse 2,5 déplacements par jour par salarié, soit 2 900 VL/jour tous sens cumulés,
- Poids lourds : hypothèse 5 PL/jour/ha tous sens cumulés, soit 550 PL/ jour.

Activité	Surface (Ha)	Nb de salariés
Logistique /stockage	40	2,5/ha = 100
Petites et moyennes industries	35	10/ha = 350
Industries	35	20/ha = 700

<sup>20</sup> Sur la base des hypothèses suivantes :

La répartition future est envisagée comme homogène sur les deux accès du site du Carnet, soit 870 véhicules/jour/sens et par accès, répartis en 730 VL et 140 PL. Sur la base d'une répartition homogène sur la RD 723, cela induit également 870 VL vers Nantes et 870 vers Saint-Nazaire dont 70 PL. Le schéma ci-après illustre les hypothèses de répartition de la circulation prises en considération.



**Fig. 6. Hypothèses de répartition du trafic prises en compte [ALHYANGE, 2015]**

En résumé, la zone génère 870 véhicules /jour /sens pour chaque voie d'accès et pour chaque sens de portion de la RD 723.

Les hypothèses d'augmentation du trafic à horizon 20 ans (2034) sont présentées dans le tableau ci-après.

**Tabl. 9 - Estimation du trafic à 20 ans**

	accès ouest				accès est			
	RD	RD	rue de la Loire	rue de la Loire	RD	RD	accès zone	accès zone
	véhicules /jour/sens	dont PL /jour/sens						
trafic 2014	3000	200	400	60	2000	140	220	5
trafic 2034								
hyp 2 %/an sur 20 ans	4458	297	594	89	2972	208	327	7
trafic généré par la zone	435	70	870	140	435	70	870	140
total à terme	4893	367	1464	229	3407	278	1197	147

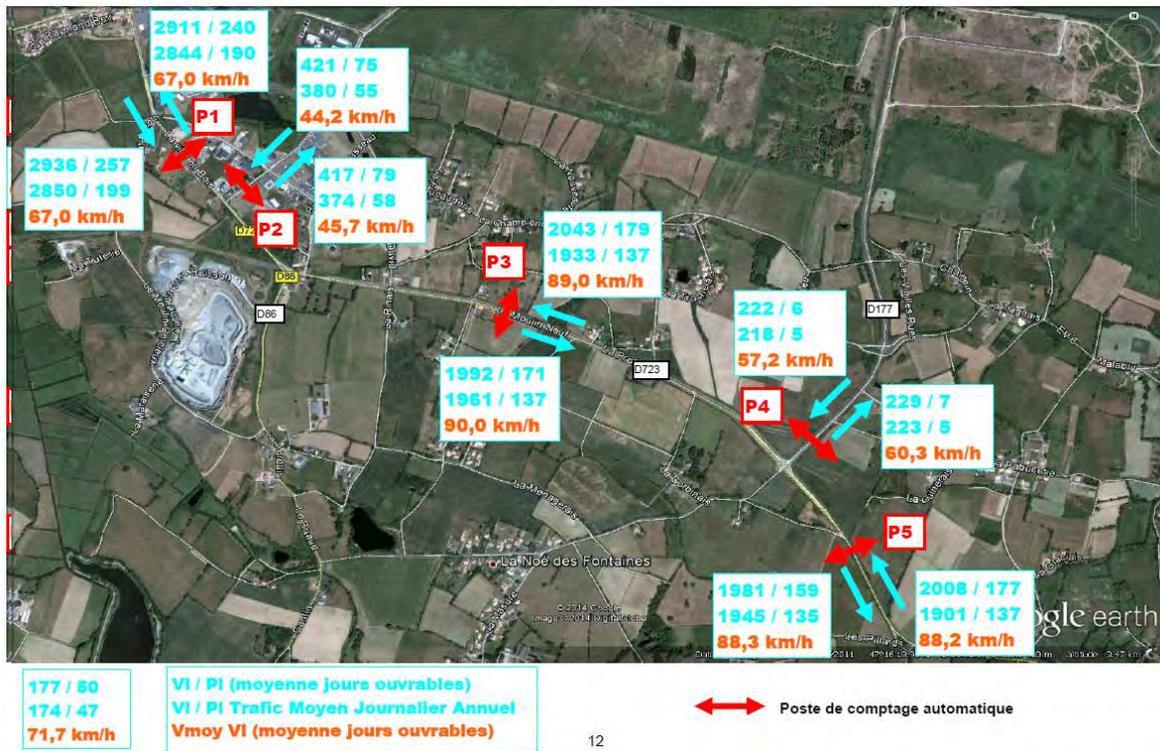
## B. Approche qualitative sur le trafic au droit du site du Carnet

Pour rappel, les estimations du Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA)<sup>21</sup> pour la route départementale 723, en 2014, sont comprises entre 1901 et 2850 véhicules par jour.

A noter que les données de trafic routier disponibles auprès du département indiquent des ordres de grandeur supérieurs sur cette RD 723 (3772 pour l'année 2009 et 3898 pour 2011).

A terme, pour une zone aménagée sur les 110 ha, les flux routiers susceptibles d'être générés par les activités présentes au Carnet représentent entre 30 et 45 % d'accroissement du trafic au droit du site, par rapport aux estimations basées sur 7 jours et entre 22 et 23% pour les chiffres du département.

<sup>21</sup> Réalisées sur la base d'un comptage trafic sur 7 jours.



**Fig. 7. Données trafic 2014 sur le secteur d'étude [Api]**

### C. Approche qualitative à une échelle globale

Les données de trafic routier disponibles (2009 et 2011) montrent un trafic routier plus important entre Saint-Brévin-les-Pins et Paimboeuf (RD 77), qu'entre Paimboeuf et Vue (RD723).

Les ordres de grandeur du trafic sur les routes départementales entourant le site du Carnet sont les suivants :

- RD 723 entre Vue et Frossay : 3732, les flux générés à terme par le Carnet en représentent environ 23 % ;
- RD 77 entre Corsept et Saint-Nazaire : 8274, les flux générés à terme par le Carnet en représentent environ 10 % ;
- RD 213 entrée Sud du Pont de Saint-Nazaire : 28 853, les flux générés à terme par le Carnet en représentent environ 3 %.

**3.4.2.2. EFFETS SUR LES NIVEAUX SONORES EN LIEN AVEC L'AUGMENTATION DU TRAFIC GENERE PAR LE CARNET**

L'évolution des niveaux sonores engendrés par l'augmentation du trafic liée à l'aménagement du site du Carnet, a été spécifiquement étudié par ALHYANGE (2015). Les éléments suivants sont extraits de cette étude. L'étude complète est disponible en annexe de l'étude d'impact.

**A. Rappel des textes réglementaires applicables dans le cadre du projet sur le site du Carnet****a) Impact maximum autorisé pour une nouvelle infrastructure**

Une zone est d'ambiance sonore modérée si le niveau de bruit ambiant mesuré avant la construction de la voie nouvelle est inférieur à 65 dB(A) en période diurne et inférieur à 60 dB(A) en période nocturne. En découlent des critères d'impact sonore maximum autorisés en façade :

Usage et nature des locaux	LAeq Diurne (6h-22h)	LAeq Nocturne (22h-6h)
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

**b) Impact maximum autorisé pour une infrastructure existante transformée**

Pour le cas de transformation significative d'une route (augmentation de la contribution sonore de l'infrastructure d'au moins 2 dB(A) à terme) et pour la période diurne (6h – 22h), les niveaux sonores maximums à respecter en façade sont présentés dans le tableau suivant (pour la période nocturne, les valeurs sont diminuées de 5 dB(A)) :

Nature de locaux	Contribution actuelle de la route existante	Niveau sonore ambiant initial de jour (avant transformation)	Seuil à respecter pour la seule route après transformation
Logements	≤ 60 dB(A)	< 65 dB(A)	60 dB(A)
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
	> 60 et ≤ 65 dB(A)	< 65 dB(A)	Valeur de la contribution actuelle de la route
		≥ 65 dB(A)	65 dB(A)
> 65 dB(A)	≥ 65 dB(A)	65 dB(A)	

**c) Isolement acoustique des façades**

Il n'y a pas de voie classée à proximité du projet ; l'isolement minimal  $D_{nT,A} > 30$  dB est donc à appliquer aux bâtiments du projet.

**d) Impact des équipements techniques des futurs aménagements sur le voisinage**

Les émergences globales et spectrales ne sont recherchées que lorsque le niveau de bruit ambiant comportant le bruit particulier est supérieur à 25 dB(A) que la mesure soit effectuée à l'intérieur ou à l'extérieur d'un logement d'habitation.

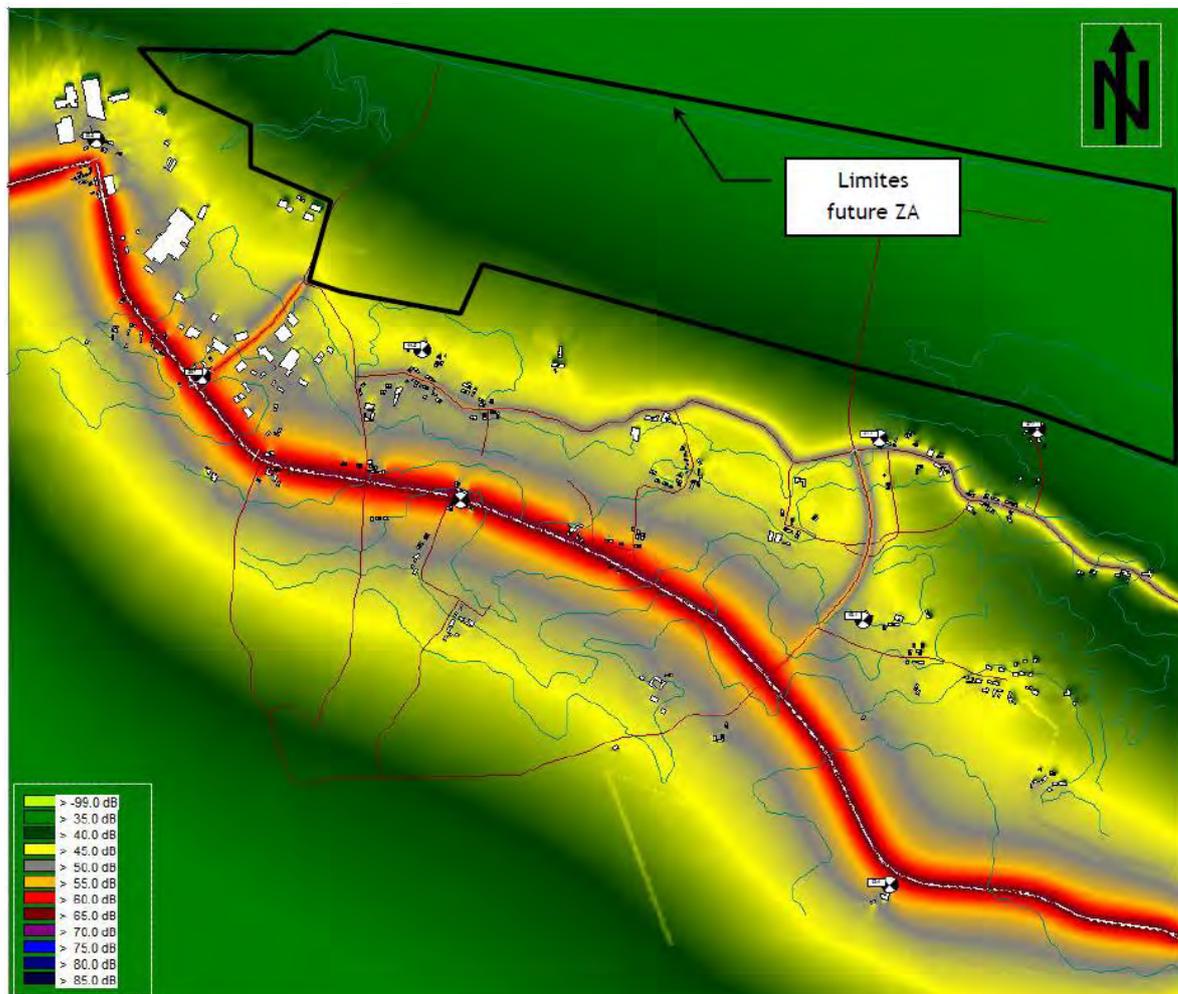
Les valeurs maximales de l'émergence globale (différence entre le niveau sonore ambiant comprenant le bruit perturbateur et le niveau sonore résiduel dans chaque bande d'octaves) sont les suivantes (à pondérer en fonction de la durée d'apparition du bruit perturbateur) : 7 dB de 125 à 250 Hz et 5 dB de 500 à 4000 Hz.

## B. Modélisation des impacts acoustiques

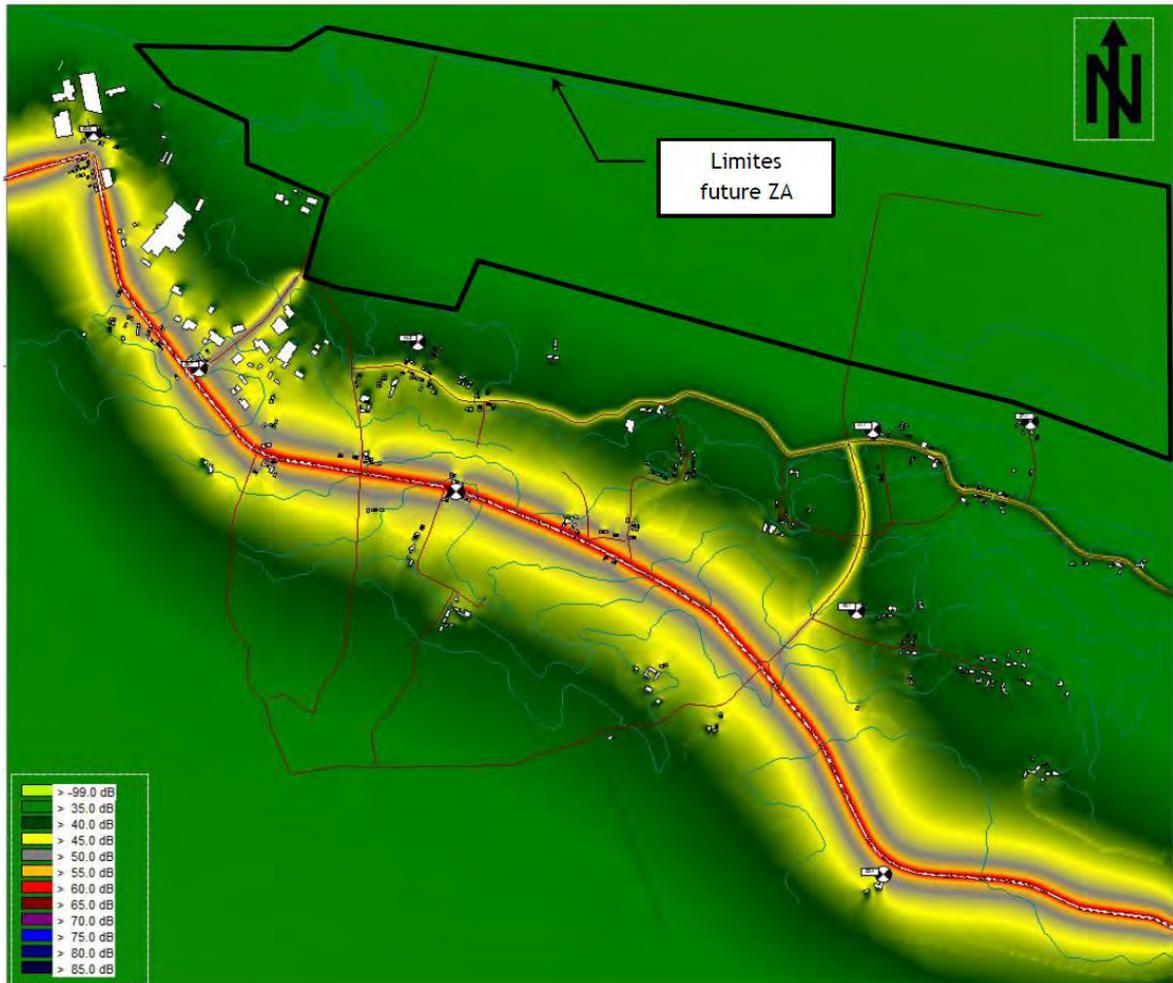
### a) Situation initiale

Un modèle informatique a été réalisé à partir du plan topographique de cartes IGN de la zone et des observations sur site pendant les mesures, à l'aide du logiciel de calculs prévisionnels CADNAA.

Sur la base des données acquises en 2014, des cartographies couleur ont été réalisées à l'aide du logiciel précité. Elles représentent les niveaux sonores LAeq générés par les axes de transport terrestre en situation initiale, à une altitude de 4 mètres au-dessus du sol, en périodes diurne et nocturne.



**Fig. 8. Carte de bruit des LAeq en dB(A) de la zone étudiée à une hauteur de 4m par rapport au sol Situation initiale en période diurne [ALYHANGE, 2015]**



**Fig. 9. Carte de bruit des L<sub>Aeq</sub> en dB(A) de la zone étudiée à une hauteur de 4m par rapport au sol Situation initiale en période nocturne [ALHYANGE, 2015]**

Sur la base de la modélisation de la situation initiale, l'étude prévisionnelle acoustique de la ZA permet de caractériser l'impact acoustique du trafic routier sur l'ensemble du secteur d'étude existant, à l'horizon 2034 (horizon d'étude 20 ans pour lequel des données de trafics ont été estimées).

En situation initiale (2014), l'ensemble du secteur d'étude est en zone d'ambiance sonore modérée, hormis le long de la RD 723 qui est situé en zone d'ambiance sonore non modérée, à 10 m de part et d'autre de la voie.

b) Réseau viaire pris en compte dans la modélisation

Le plan ci-après présente le principe d'aménagement sur le site du Carnet.

Parmi les simulations effectuées les voies créées sont distinguées des voies transformées. Une voie est dite « transformée » lorsque le projet engendre un impact sur le trafic routier de cette voie (ici, les voies transformées considérées sont les accès Ouest et Est à la ZA et la RD 723).



**Fig. 10. Transformation et création du réseau viaire sur la zone d'étude**

La nouvelle voirie créée en bordure de Loire ne sera pas accessible à une circulation « publique ». Elle sera utilisée uniquement dans le cadre des activités présentes sur la zone viabilisée.

Concernant les futurs bâtiments de la ZA, en l'absence d'information sur l'implantation exacte des bâtiments, l'impact acoustique du projet concerne uniquement celui des voies créées et transformées sur le bâti existant.

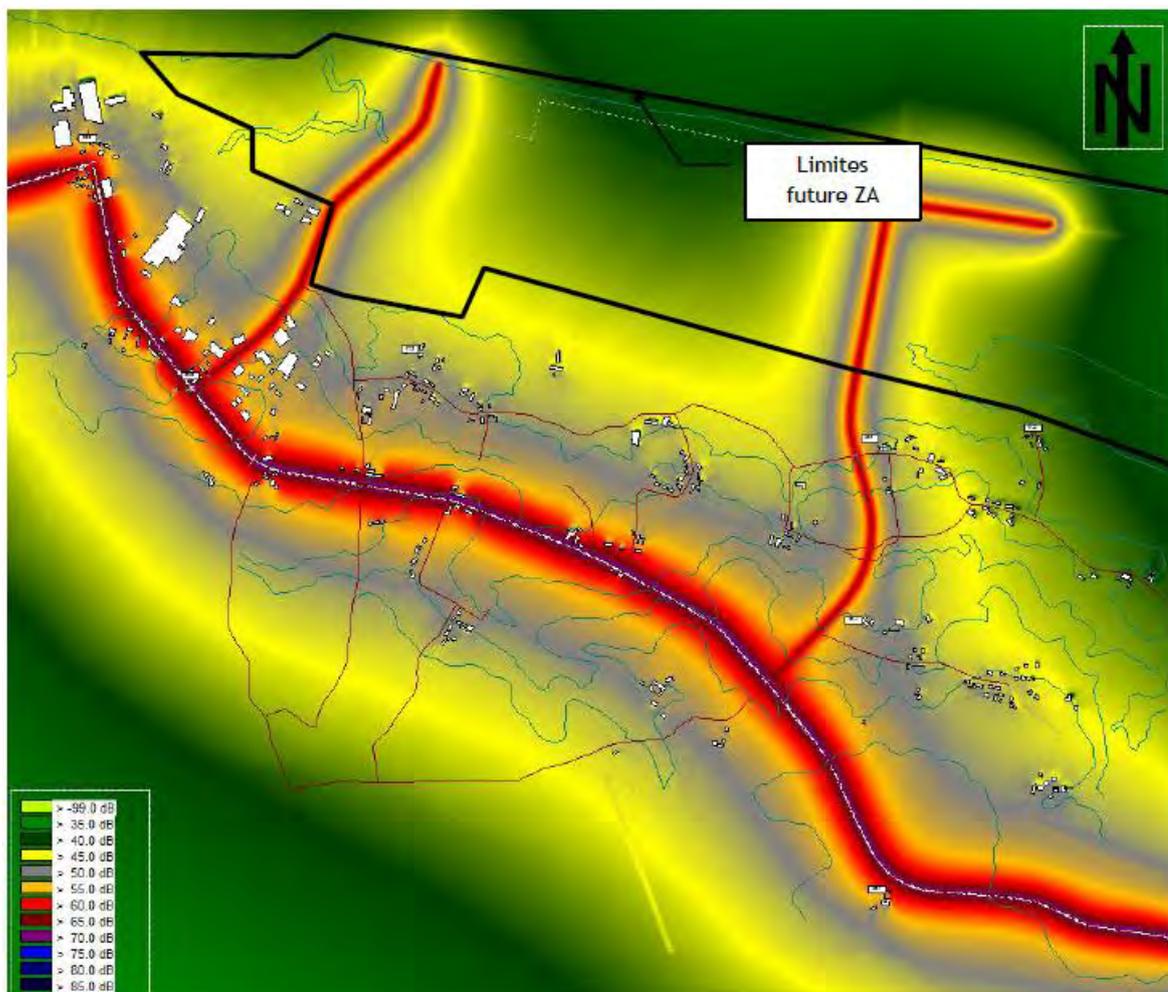
Les quatre situations modélisées visent à estimer l'impact acoustique lié au trafic sur le bâti existant :

- situation A : des voies créées seules – Horizon 2034 ;
- situation B : de toutes les voies existantes (« Fil de l'eau », c'est-à-dire sans le projet) – Horizon 2034 ;
- situation C : des voies transformées seules – Horizon 2034 ;
- situation D : des voies à transformer seules (« Fil de l'eau », c'est-à-dire sans le projet) – Horizon 2034.

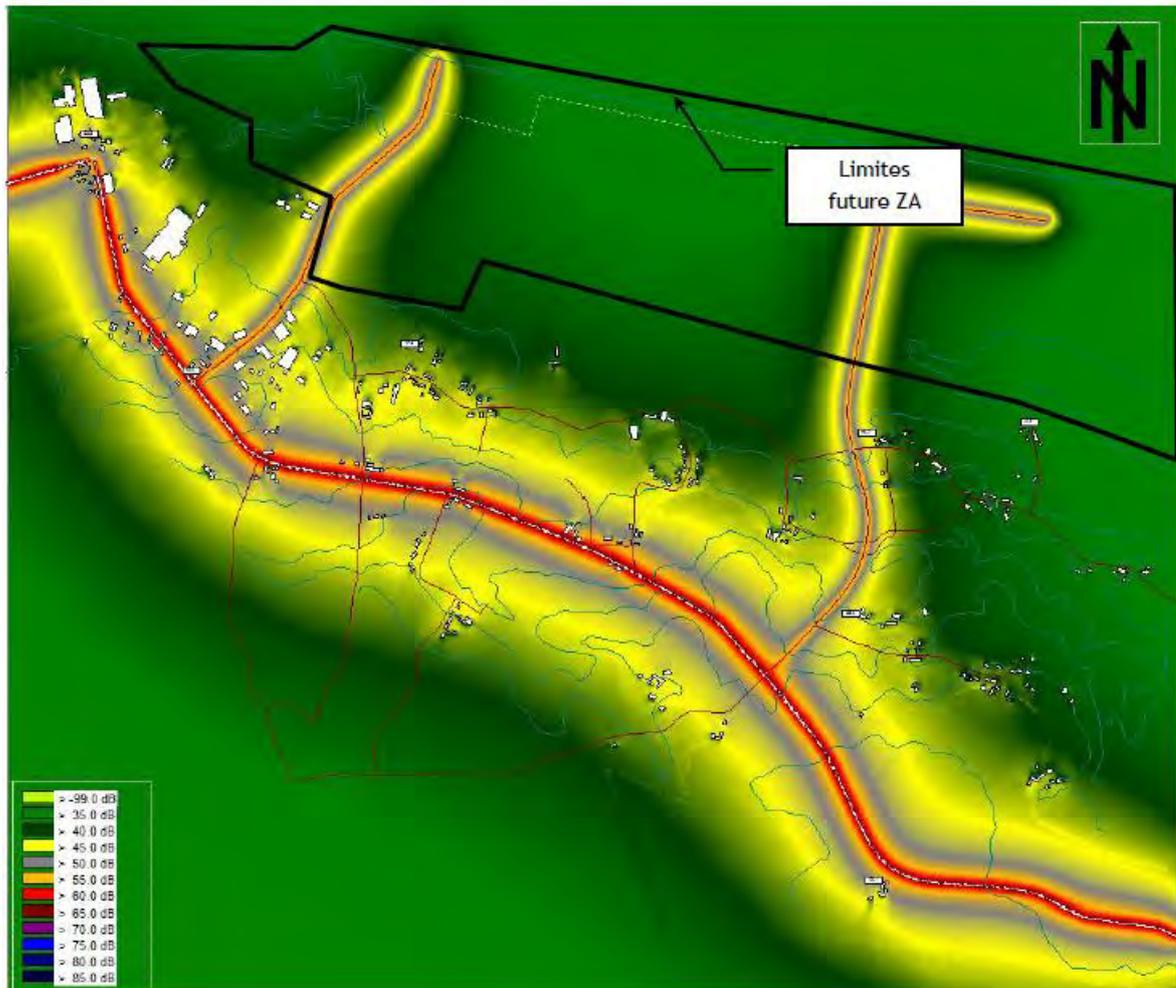
c) Cartes de bruit

Les cartes de bruit suivantes présentent, à titre d'exemple, l'impact acoustique des voies routières transformées en situation projet, en période diurne et nocturne (situation C).

Ces cartes sont calculées à une hauteur de 4m.



**Fig. 11. Carte de bruit LAeq 6h-22h en dB(A) - Situation C [ALHYANGE, 2015]**



**Fig. 12. Carte de bruit LAeq 22h-6h en dB(A) - Situation C [ALHYANGE, 2015]**

A partir des cartes de bruit du projet, nous constatons qu'après réalisation du projet global d'aménagement :

- l'ensemble de la ZA est dans une ambiance sonore modérée,
- le niveau sonore moyen global résultant des axes routiers :
  - est de l'ordre de 40 dB(A) à 45dB(A) le jour et entre 35 et 40 dB(A) la nuit au sein de la ZA ;
  - est de l'ordre de 55 à 60 dB(A) le long des axes routiers les plus bruyants.

L'évolution du niveau de bruit généré par les axes routier est globalement maîtrisée ; il n'y a pas de hausse significative du LAeq.

### C. Analyse sur le bâti existant

Une comparaison des résultats des situations A et B (création de voies) et C et D (transformation de voies existantes) permet d'identifier les bâtiments existants nécessitant ou non des protections acoustiques.

Les calculs ont été réalisés pour 159 bâtiments d'habitation existants. Les bâtiments pris en considération sont détaillés dans le rapport complet d'ALHYANGE, disponible en annexe.

Synthèse des résultats pour les situations A et B (création de voies)

Zone d'ambiance sonore "Fil de l'eau toutes voies"	Objectif de contribution sonore max de l'infrastructure nouvelle en dB(A)		Niveaux sonores calculés en dB(A) de la situation A "Projet voies créées seules"		Nécessité de protection acoustique
	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)	
Modérée	60	55	18.0 à 34.5	11.5 à 28.0	NON
Non modérée	65	60	24.0 à 28.5	17.5 à 23.5	

Synthèse des résultats pour les situations C et D (transformation de voies)

Nombre de récepteurs	Niveaux sonores calculés en dB(A)				Différence "C-D"	Transformation significative de la voie ("C-D" > 2 dB(A))	Objectif de niveaux sonores max après aménagement de la ZA pour la situation C		Nécessité de protection acoustique		
	Situation C "Projet voies transformées seules"		Situation D "Fil de l'eau voies transformées seules"				Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)		Nuit (22h-6h)	
	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)	Jour (6h-22h)	Nuit (22h-6h)							
133	42.5 à 74.5	36.0 à 67.0	42.0 à 73.0	35.0 à 66.0	0 à 2	0 à 2	NON	NON	-	-	NON
3	51.5	44.5	49.0	42.5	2.5	2	OUI	NON	LAeq <sub>6h-22h</sub> ≤ 60 dB(A)	-	NON
1	62.5	56.0	60.5	53.5	2	2.5	NON	OUI	-	LAeq <sub>22h-6h</sub> ≤ 55 dB(A)	NON
22	42.5 à 54.0	36.5 à 47.5	40.0 à 51.5	33.0 à 44.5	2.5 à 5.5	2.5 à 6.0	OUI	OUI	LAeq <sub>6h-22h</sub> ≤ 60 dB(A)	LAeq <sub>22h-6h</sub> ≤ 55 dB(A)	NON

Synthèse globale des résultats

Nous constatons donc qu'après la réalisation du projet global d'aménagement sur l'ensemble du secteur d'étude :

- pour les voies créées : aucun bâtiment d'habitation ne nécessite de protection acoustique,
- la transformation des voies :
  - n'a pas d'incidence significative d'un point de vue acoustique pour 133 habitations,
  - a une incidence significative d'un point de vue acoustique, le jour, pour 3 habitations. Mais, au vu des niveaux sonores calculés en façade de ces habitations en situation projet, aucune ne nécessite de protection acoustique,
  - a une incidence significative d'un point de vue acoustique, la nuit, pour 1 habitation. Néanmoins, au vu des niveaux sonores calculés en façade de cette habitation en situation projet, celle-ci ne nécessite pas de protection acoustique,
  - a une incidence significative d'un point de vue acoustique, le jour et la nuit, pour 22 habitations. Toutefois, au vu des niveaux sonores calculés en façade de ces habitations en situation projet, aucune ne nécessite de protection acoustique.

## D. Conclusion

L'ensemble du secteur est en zone d'ambiance sonore préexistante modérée.

En l'état actuel, l'ambiance sonore moyenne globale au cœur de la future ZA est de l'ordre 40 à 45 d(A) le jour et entre 35 et 40 dB(A) la nuit.

Après réalisation du projet global d'aménagement, le constat est le suivant :

- l'ensemble de la ZA est dans une ambiance sonore modérée,
- l'évolution du niveau de bruit généré par les axes routier est globalement maîtrisée : pas de hausse significative du LAeq,
- aucune habitation existante ne nécessite de protections acoustiques.

## 3.5. EFFETS SUR LES RISQUES NATURELS ET INDUSTRIELS EN PHASE EXPLOITATION

Au vu des risques technologiques et naturels identifiés sur les deux communes, la destination du site, et les mesures compensatoires réalisées (chapitre 6), le projet de viabilisation ne constitue pas une problématique particulière vis-à-vis des risques naturels et industriels.

## 3.6. EFFETS SUR LE PAYSAGE EN PHASE EXPLOITATION

L'effet direct principal sera le changement d'affectation du site : le paysage actuel qui est perçu comme une friche se substituera pour partie au profit d'un espace industriel « nouvelle génération », en lien avec l'objet de cet aménagement, les énergies renouvelables.

Même si l'objet de cette étude d'impact est uniquement ciblé sur la viabilisation du site et la création des ouvrages maritimes, les effets paysagers minimes sur cette opération induisent toutefois une artificialisation forte du site (constructions hautes, architecture industrielle, multiplication de panneaux, de mâts d'éclairage, etc.).

Le site peut être déjà perçu comme une discontinuité au vu du paysage type de bord de Loire (prairies inondables, mégaphorbiaies, roselières), de l'ouverture du milieu et du substrat sableux qui domine.

Néanmoins, le site est relativement confiné par des merlons périphériques et par la roselière de bord de Loire qui masquent l'intérieur du site. Le rôle de la roselière linéaire qui s'est développée sur les enrochements correspond à un élément du paysage fort en lien avec la valeur emblématique de ce paysage en bord de Loire. Cette frange peut contribuer à masquer en partie les aménagements (pour les moins élevés).

L'aménagement du site renforcera le paysage industriel déjà existant au sud sur la commune de Paimboeuf (parc d'activités) et à l'est avec la présence de l'usine de Cordemais.

Depuis le sud, au niveau des premières habitations situées à environ 500 m, l'aménagement du site créera des contrastes d'échelle au vu de la platitude du site en termes de volumes (bâtiments industriels) et de quiétude. La fréquentation sur cet espace sera largement développée, impliquant un paysage artificialisé en mouvement.

L'identité paysagère propre du secteur évolue depuis quelques décennies. Depuis un milieu fluvial estuarien, la mise en place des remblais a largement modifié le paysage.

Cette évolution s'est traduite par la suppression des masses d'eau pour un remblai dominé par les sables et une végétation associée plus rudérale.

La programmation, le type d'entreprise et leurs besoins en volume de bâtiments n'étant pas à ce jour connu, 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.



L'évolution projetée va entraîner de nouvelles modifications lourdes qui « finalisent » cette évolution déjà engagée vers une présence de l'homme accentuée et une artificialisation prononcée sur la partie viabilisée du site. La verticalité des bâtiments permettra de répondre aux paysages industriels situés sur la berge au nord de la Loire.

Ce projet se doit d'être exemplaire sur la plan paysager au vu des enjeux en terme de représentation du territoire Sud Loire, d'association à l'estuaire de la Loire, de vitrine sur les Pays-de-la-Loire, en complémentarité avec les installations récemment implantées en rive Nord (usines ALSTOM inaugurées en décembre 2014).

Les mesures proposées pour limiter cet impact sont de garantir une qualité architecturale dans la conception des bâtiments et dans l'organisation des installations et des volumétries. Dans ce sens, un plan de composition sur la position et la volumétrie des bâtiments sera intégré à un cahier des prescriptions des règles architecturales (matériaux, hauteur d'implantation et de faîtage, alignement, orientations, ...).

Une attention toute particulière sera portée sur l'agencement, la forme des bâtiments sur le site, en particulier sur les aspects bioclimatiques (ensoleillement, ombres portées).

### **3.7. EFFETS SUR LE PATRIMOINE CULTUREL EN PHASE EXPLOITATION**

Le site du Carnet est limitrophe du périmètre de protection de 500 mètres (servitude inscrite au document d'urbanisme local) d'un Monument Historique « Le moulin de la Ramée ». Le classement de ce monument correspond à une « déclinaison de la loi de 1930 ». Toutefois, contrairement aux sites, ce classement est régi par le code du patrimoine (décret du 30 mars 2007).

Le projet de viabilisation (zones aménageables, ouvrages en Loire et zones fonctionnelles) ne sont concernés par aucun site classé ou inscrit (au sens du Code de l'environnement), par aucune Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager (ZPPAUP) ou aires de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (AVAP) et n'interfèrent aucun périmètre de protection défini autour de monuments historiques.

Seul l'ouvrage du Migron, situé en entrée de site, sous la route départementale 177 menant à la route de l'Eolienne, est situé à la limite nord du périmètre de protection de 500 mètres du monument historique « Le Moulin de la Ramée ». Cet ouvrage hydraulique doit être repris dans le cadre des travaux. Les travaux devront obtenir l'accord préalable de l'Architecte des Bâtiments de France.

A l'intérieur de ce périmètre de 500 m, toute modification de l'existant devra obtenir l'accord préalable de l'Architecte des Bâtiments de France.

Aucun site archéologique n'est recensé actuellement sur le site. Lors de l'instruction administrative, le projet fait l'objet d'une analyse par les services administratifs de l'archéologie.

### **3.8. EFFETS SUR L'HYGIENE, LA SANTE, LA SECURITE ET LA SALUBRITE PUBLIQUE EN PHASE EXPLOITATION**

L'objectif de ce chapitre est de compléter l'évaluation des effets sur la santé par la prise en compte de la phase exploitation.

En l'absence de données précises sur les caractéristiques des futures implantations à ce stade, les effets sur l'hygiène, la santé, la sécurité et la salubrité publique ne peuvent être exhaustifs.

Dans le cas où les futures activités relèvent d'une procédure ICPE, un dossier spécifique sera produit avant leur mise en œuvre.