

Néanmoins, la différence des effets sonores entre les situations actuelle et de référence est globalement imperceptible pour l'oreille humaine (différence de niveaux sonores inférieure à 2 dB(A)).

Aucun bâtiment n'est exposé à des niveaux sonores dépassant les seuils de définition d'un Point Noir du Bruit.

IV.2.1.4.5. Qualité de l'air

La qualité de l'air et l'exposition des populations (IPP) situées dans la bande d'étude s'améliorent significativement en lien avec la diminution des émissions routières du fait des améliorations technologiques (généralisation du pot catalytique, reformulation des carburants, etc.) et du renouvellement du parc automobile entre 2011 et 2035.

IV.2.2. Scénarios d'aménagement étudiés

Une fois le constat que le report modal sur les transports en commun et les modes actifs n'était pas suffisant pour satisfaire la demande de déplacement et permettre des conditions de circulation acceptables sur le périphérique nord à l'horizon 2035, notamment du fait de l'accroissement de la population, l'État a décidé d'étudier des solutions routières sur cette section.

Trois types d'aménagement du périphérique nord ont été envisagés au cours du temps, dans les deux sens de circulation :

- la création de collectrices entre les portes de Rennes et d'Orvault : les collectrices interdisent les entrecroisements entre les deux portes. Les échanges se produisent exclusivement à leur niveau. Ces dernières doivent par conséquent être modifiées pour permettre les échanges entre les portes et le périphérique.
- la création d'une voie auxiliaire d'entrecroisement : cette voie auxiliaire relie des dispositifs d'entrée et de sortie successifs soit les portes de Rennes et d'Orvault. Elle permet dans un même espace, aux véhicules de s'insérer ou de sortir de la circulation ;
- la création d'une bande d'arrêt d'urgence dynamique : ce dispositif permet d'ouvrir à la circulation la bande d'arrêt d'urgence en heure de pointe²⁴.

Au regard de la réponse partielle que la collectrice apportait en terme de fonctionnement mais également de ses impacts plus forts sur l'environnement et de son coût élevé, le projet de collectrice a été abandonné.

Deux types d'aménagement ont donc ensuite été détaillés :

- la voie auxiliaire d'entrecroisement ;
- la bande d'arrêt d'urgence dynamique.

Deux types de voies auxiliaires d'entrecroisement (VAE) ont été étudiés :

- VAE avec une bande dérasée de droite (BDD) de 1 m de large ;
- VAE avec une bande d'arrêt d'urgence (BAU) de 2,5 m de large.

²⁴ L'heure de pointe est la période de la journée pendant laquelle un trafic est le plus important. Elle correspond en général au moment où la majorité des gens se rendent à leur travail (entre 7 et 9 heures) et le soir lorsqu'ils en rentrent (entre 17 et 19 heures). La période creuse correspond au restant de la journée.

La différence entre ces deux variantes de VAE, pour l'utilisateur du périphérique, réside uniquement sur la largeur du dispositif d'arrêt d'urgence du périphérique nord qui est plus ou moins large.

Cette étude a été menée dans l'objectif de réduire l'emprise globale du périphérique nord sur le milieu naturel en réduisant le dispositif d'arrêt d'urgence.

À l'issue de l'analyse de ces deux variantes, il est ressorti que les deux emprises définitives étaient quasi identiques alors qu'il y avait une perte importante en terme de niveau de service pour l'utilisateur du périphérique, de sécurité mais également de facilité d'accès pour les services de secours.

La variante VAE avec BDD de 1 m de large a donc été abandonnée.

IV.2.3. Scénarios présentés à la concertation

IV.2.3.1. Scénario 1 : Création de voies auxiliaires d'entrecroisement

Références cartographiques : Scénario « Voies auxiliaires d'entrecroisement » ; Profils en travers type

- *Fonction d'une voie auxiliaire d'entrecroisement*

Une voie d'entrecroisement est une voie auxiliaire qui relie des dispositifs d'entrée et de sortie successifs.

Cette voie permet dans un même espace, aux véhicules de s'insérer ou de sortir de la circulation. Le marquage de la voie d'entrecroisement est constitué de traits plus épais.

Dans le cadre d'un entrecroisement dit « tangent » les manœuvres d'entrée ou de sorties ne nécessitent qu'un seul changement de voies.

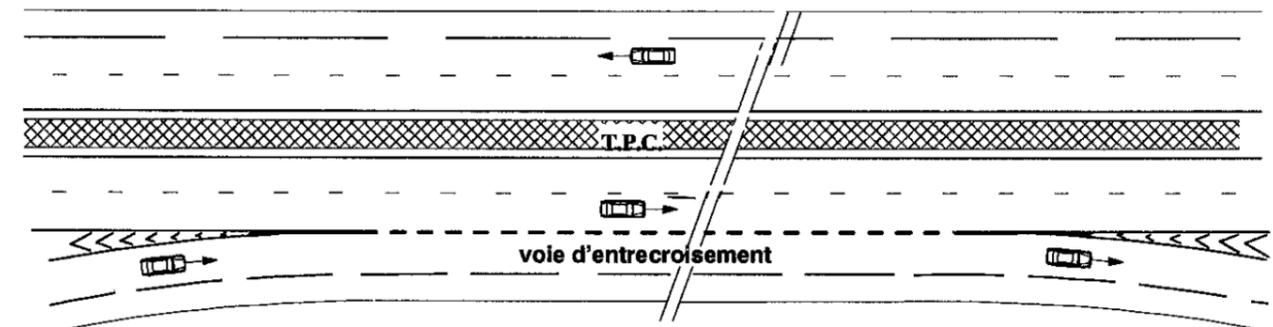


Figure 124 : Schéma de principe d'une voie d'entrecroisement

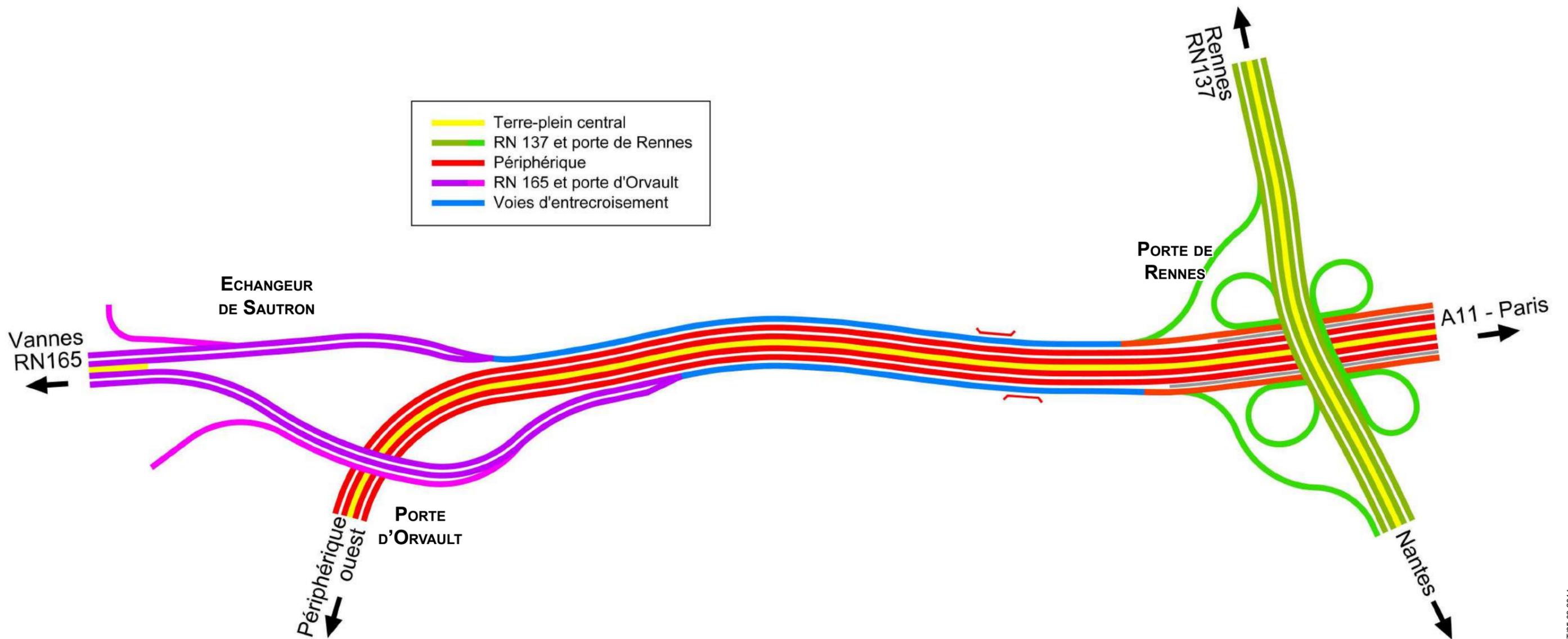
Source : SETRA, ICTAAL 2000

- *Profils en travers*

Le profil en travers « général » est composé, pour chaque sens de circulation, d'une chaussée à deux voies et d'une voie d'entrecroisement. Afin de minimiser l'emprise de la voie et limiter les effets sur l'environnement, la largeur de la BAU est fixée à 2,50 mètres ce qui est conforme aux normes de sécurité.

Le profil en travers type en section courante est illustré page 194.

Scénario «Voies d'entrecroisement»



Le nouvel aménagement devant être réalisé sur une section existante et en service, la largeur du terre-plein central (TPC) ne sera pas fixe sur l'ensemble du linéaire (en cohérence avec la situation existante et les raccordements à l'existant).

Les profils en travers types sont complétés par des dispositifs d'assainissement.

Pour la voie intérieure (sens Vannes vers Paris), le nouvel aménagement proposé maintient le principe existant du rabattement par la droite des deux voies en provenance de la RN165 sur une seule voie, et supprime le rabattement actuel par la gauche des deux voies en provenance du périphérique sur une seule voie (voie de gauche actuelle de la section courante). Le nouvel aménagement propose d'assurer une continuité en deux voies pour les usagers provenant du périphérique ouest (porte de Sautron).

- *Profils en long*

Le tracé de la voie présente des différences de dénivelé (entre la route et le terrain naturel) induisant des angles rentrants et des angles saillants, liés au passage d'obstacles, d'infrastructures existantes et à la nécessité de créer des pentes pour évacuer les eaux de ruissellement.

Le profil en long proposé se base d'une manière générale sur le profil en long existant.

- *Ouvrages d'art*

Les ouvrages d'art permettant d'assurer le franchissement de la RD42 représentent le point le plus critique de la section par rapport à la largeur utile disponible.

La largeur utile disponible sur l'ouvrage extérieur ne permet pas de maintenir le profil en travers-type proposé et nécessite une suppression temporaire sur l'ouvrage de la bande d'arrêt d'urgence (remplacée par une bande dérasée de droite de 1,20 m).

La largeur utile disponible sur l'ouvrage intérieur ne permet pas non plus de maintenir le profil en travers-type proposé et nécessite une diminution de la largeur de la bande d'arrêt d'urgence à une valeur de 2,25 m, qui demeure toutefois conforme à l'appellation « bande d'arrêt d'urgence ».

L'ouvrage intérieur de la Bigeottière ne fait pas l'objet d'un réaménagement dans le cadre de l'opération.

- *Équipements*

En dehors des équipements liés à l'exploitation normale du périphérique, la voie d'entrecroisement ne nécessite pas d'équipement dynamique spécifique.

- *Conditions d'exploitation*

La voie d'entrecroisement est ouverte à la circulation 24 h / 24 h.

La vitesse maximum autorisée est de 90 km/h. Sur le périphérique intérieur, en raison de la structure du passage inférieur de la RD42, la circulation des poids-lourds sera interdite sur la voie de gauche.

L'aménagement permet :

- la mise en œuvre d'une BAU de 2,50 m utilisée par les services de secours et d'exploitation en cas d'intervention ;
- l'entretien par les services d'exploitation dans des conditions de sécurité acceptables ;
- l'intervention des forces de l'ordre et de sécurité en cas d'incident ;
- l'arrêt des usagers en détresse en toute sécurité sur la BAU.

IV.2.3.2. Scénario 2 : bandes d'arrêt d'urgence dynamiques²⁵

Références cartographiques : Scénario « Bandes d'arrêt d'urgence dynamiques » ; Profils en travers type

- *Fonction d'une bande d'arrêt d'urgence dynamique*

Une bande d'arrêt d'urgence (BAU) dynamique est un dispositif permettant d'ouvrir à la circulation la BAU en heure de pointe. L'objectif est donc de permettre une augmentation temporaire de la capacité du périphérique (capacité de la section courante) pour limiter la congestion, offrir un niveau de service plus important et faciliter les entrecroisements.

Ce scénario permet d'adapter l'infrastructure en fonction des besoins.

- *Profils en travers*

Le profil en travers « général » est composé, pour chaque sens de circulation, d'une chaussée à deux voies et d'une voie dynamique.

Le profil en travers type en section courante est illustré page 194.

Le nouvel aménagement devant être réalisé sur une section existante et en service, la largeur du terre-plein central (TPC) ne sera pas fixe sur l'ensemble du linéaire (en cohérence avec la situation existante et les raccordements à l'existant).

Les profils en travers types sont complétés par des dispositifs d'assainissement.

- *Profils en long*

Le profil en long du scénario 2 est identique au profil en long du scénario 1.

- *Ouvrages d'art*

La largeur utile disponible sur l'ouvrage extérieur et sur l'ouvrage intérieur franchissant la RD42 permet de maintenir le profil en travers-type proposé pour ce scénario.

L'ouvrage intérieur de la Bigeottière ne fait pas l'objet d'un réaménagement dans le cadre de l'opération.

- *Équipements*

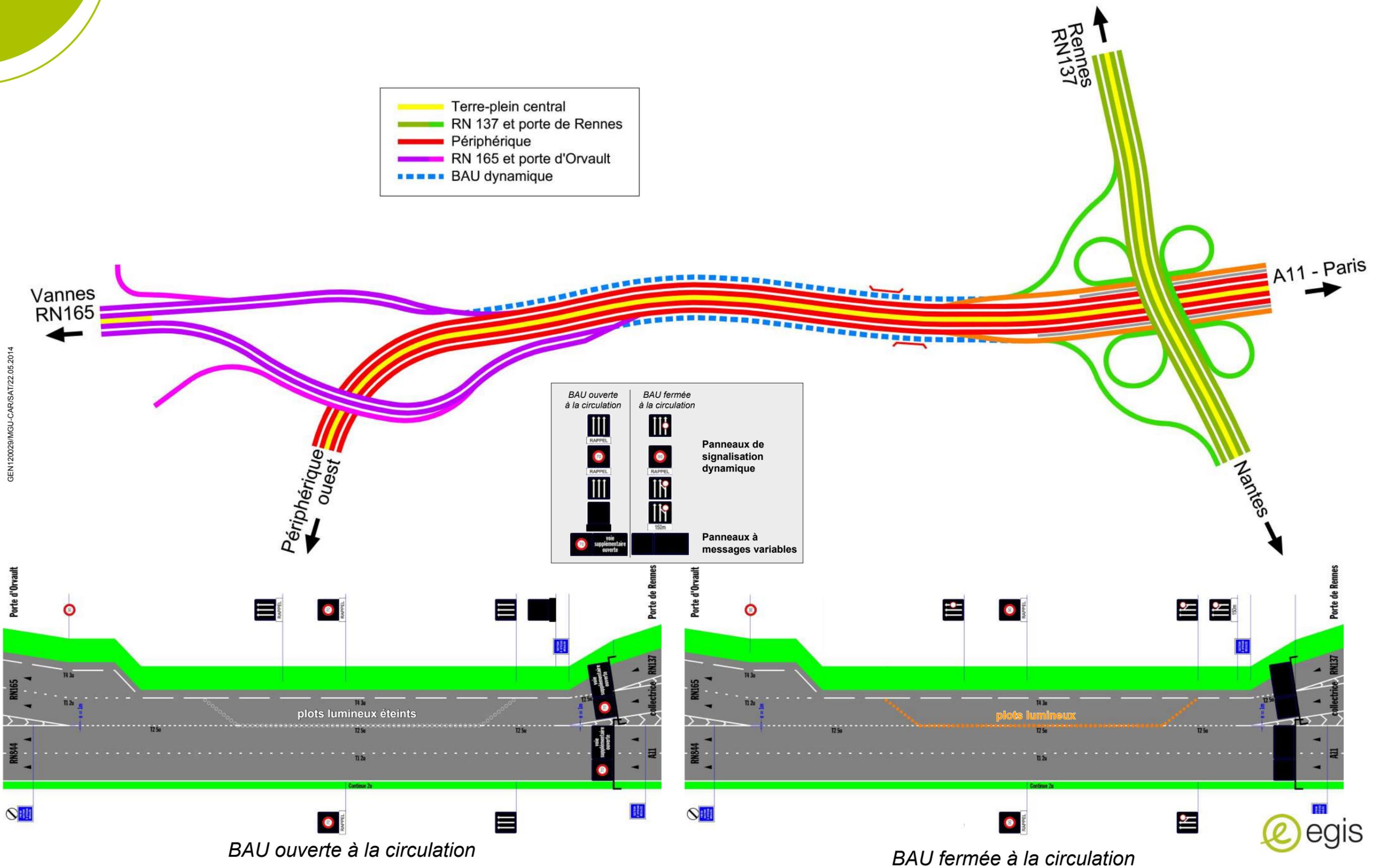
La BAU est gérée dynamiquement avec comme équipements :

- des plots lumineux, délimitant la BAU, de couleur rouge, qui seront allumés lorsque la BAU est fermée à la circulation, (phénomène de barrière ou ligne rouge continue) ou éteints lorsque la BAU est ouverte à la circulation ;

²⁵ En France, ce dispositif a été mis en œuvre sur le barreau de liaison A4/A86 en région parisienne. Un impact favorable net sur la congestion a été observé. Une présentation réalisée par l'IFSTTAR lors du séminaire Optima du 16 avril 2014, montre les résultats de cette mise en œuvre :

http://www.idrim.com/ressources/documents/4/2295.05.IFSTTAR-Optima_16_avril_2014.pdf

S cénario «Bandes d'arrêt d'urgence dynamiques»



GEN12029/MGU-CAR/SAT/22.05.2014

Porte d'Orvault
RN165
RN844

Porte de Rennes
RN137
A11

Porte d'Orvault
RN165
RN844

Porte de Rennes
RN137
A11

- des panneaux de signalisation dynamique (caissons dynamiques à diodes), allumés ou éteints, dans l'esprit de ce qui existe en cas de fermeture du pont de Cheviré lors des épisodes de vent fort ;
- 3 panneaux à messages variables (PMV) en entrée de section et des panneaux à prismes directionnels incitant l'utilisateur à circuler ou non sur la BAU.

- *Conditions d'exploitation*

La BAU sera ouverte lors des périodes de pointe du matin et du soir :

- De 7h00 à 9h00 ;
- De 17h00 à 19h00.

Les périodes d'ouverture et de fermeture de la BAU pourront être adaptées ultérieurement en fonction de l'évolution des conditions de circulation et des événements particuliers.

Le mode « BAU fermée » est considéré comme le fonctionnement normal.

La vitesse de 90 km/h sera réduite à 70 km/h lors de l'ouverture de la BAU. Sur le périphérique intérieur, en raison de la structure du passage inférieur de la RD42, la circulation des poids-lourds sera interdite sur la voie de gauche lors de l'ouverture de la BAU.

Ce profil en travers permet, lorsque la BAU est ouverte :

- de maintenir la possibilité pour les forces de l'ordre et de sécurité d'intervenir en condition dégradé en cas d'incident ;
- à l'utilisateur en détresse de s'arrêter dans la cunette en condition dégradée compte tenu de sa pente transversale faible.

Lorsque la BAU est fermée, le profil de la voie permet de maintenir des conditions de sécurité confortables.

Les équipements dynamiques nécessitent un entretien approprié et une adaptation du CIGT (Centre d'Ingénierie et de Gestion du Trafic) pour intégrer ces nouveaux aménagements.

En cas d'incident lorsque la BAU dynamique est ouverte, une intervention sur les frontaux (serveur informatique qui assure le contrôle et la commande des équipements (caméras et panneaux à messages variables par exemple)) permettra la fermeture anticipée de la BAU dynamique.

IV.2.3.3. Assainissement

Actuellement, trois bassins de traitement sont recensés (volume global d'environ 5 515 m³) qui récupèrent environ 80% des surfaces de chaussée. Ces trois bassins sont, d'après les calculs, largement sous-dimensionnés.

Trois zones de rejets sans traitement ont été identifiées, dont une concerne un cours d'eau à enjeux fort, le Cens.

Les deux scénarios intègrent la mise en place d'un réseau de collecte complet et l'aménagement de trois bassins étanchés par géomembrane pour un volume global de 8 500 m³, avec mise en place de filtres à sable en sortie de chacun d'entre eux.

Ces trois bassins sont localisés aux points bas, à l'emplacement des bassins déjà existants afin de limiter les emprises nécessaires :

- bassin en rive droite du Cens (Cens Ouest) : récupération des eaux de ruissellement de la voie intérieure de la section ouest (Volume du bassin initial = 4 980 m³, Volume du nouveau bassin = 3 050 m³) ;
- bassin en rive gauche du Cens (Cens Est) : récupération des eaux de la voie extérieure de la section ouest et de la zone centrale (voies extérieure et intérieure) (Volume du bassin initial = 340 m³, Volume du nouveau bassin = 3 050 m³) ;
- bassin de la Jallière : récupération des eaux de la section est (dont la moitié de la porte de Rennes) (Volume du bassin initial = 195 m³, Volume du nouveau bassin = 2 600 m³).

Les bassins de traitements prévus dans les deux scénarios d'aménagement couplés à un réseau de collecte performant permettent une amélioration significative de la qualité des rejets par rapport à la situation actuelle. Ils permettent en effet, contrairement aux bassins actuels, de collecter les eaux pluviales pour une pluie de période de retour décennale, de traiter la pollution chronique avec des taux d'abattement (pour les matières en suspension, les hydrocarbures, le cuivre, le cadmium, etc.) de l'ordre de 98 % et de stocker les effluents lors de pollutions accidentelles.

Les pollutions accidentelles sont consécutives à un accident de circulation au cours duquel des matières polluantes sont déversées. Les ouvrages de traitement ont été dimensionnés pour contenir une pollution de 50 m³ dans le cas d'une pluie quinquennale.

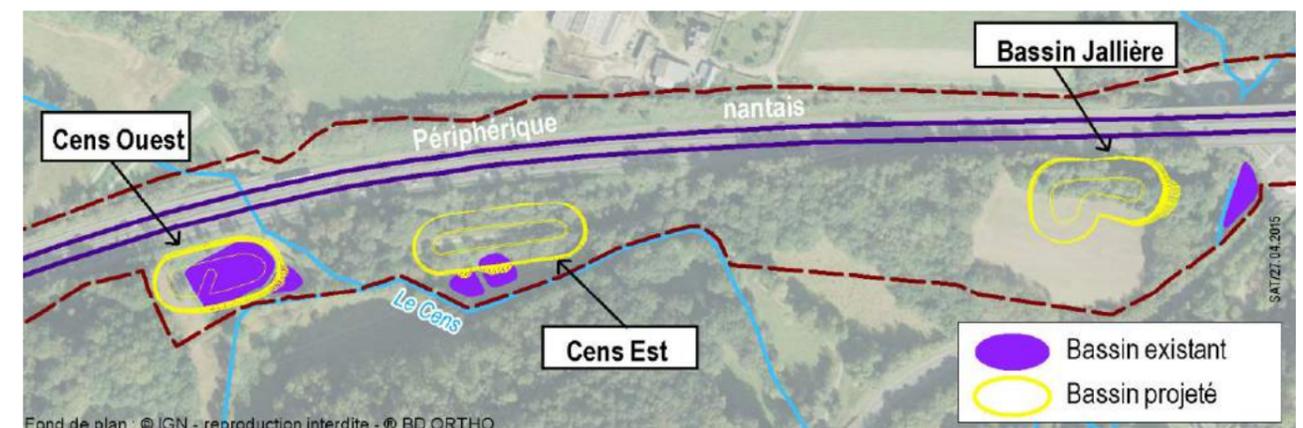
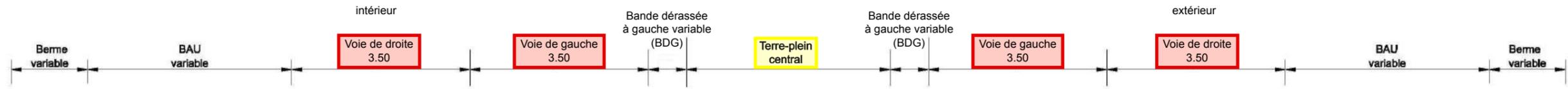


Figure 127 : Implantation des bassins de traitement pour les deux scénarios d'aménagement

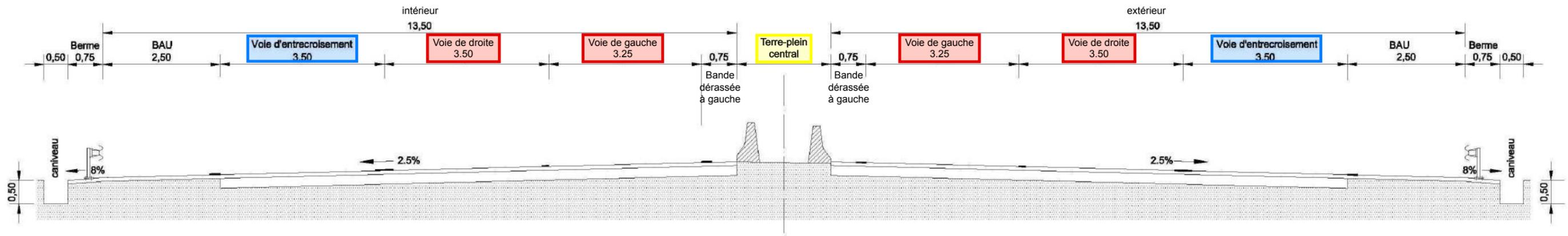
P Profil en travers type

Profil en travers type : situation actuelle

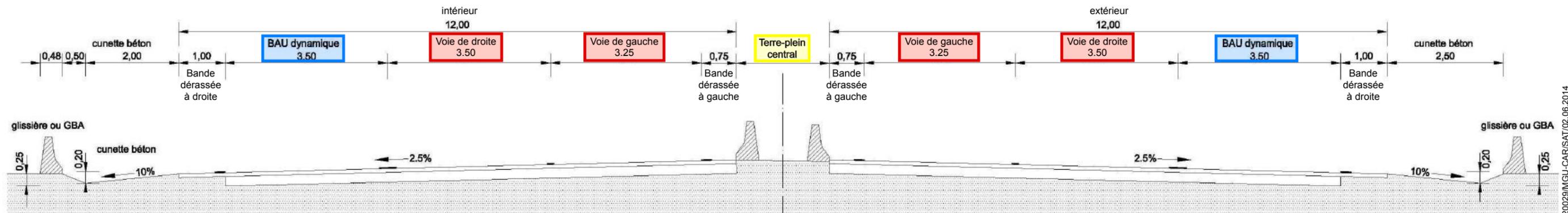


Dispositif d'assainissement existant - cunette

Profil en travers type voies d'entrecroisement



Profil en travers type BAU dynamique



Source : SIROA-DIRO - Décembre 2013

IV.2.3.4. Aménagement de l'ouvrage du Cens

Pour les deux scénarios d'aménagement, la mise en place d'un aménagement consistant en une recharge en granulat pour relever la ligne d'eau a été retenue pour rétablir la continuité piscicole dans l'ouvrage du Cens. L'ouvrage permettra :

- de maintenir 30 cm d'eau dans l'ouvrage ;
- de réduire les vitesses au sein des buses.

Ainsi, cette mesure volontaire d'accompagnement permettra le rétablissement de la continuité piscicole et une mise en conformité de l'ouvrage du Cens avec la réglementation, ce qui constitue une amélioration significative par rapport à la situation actuelle.

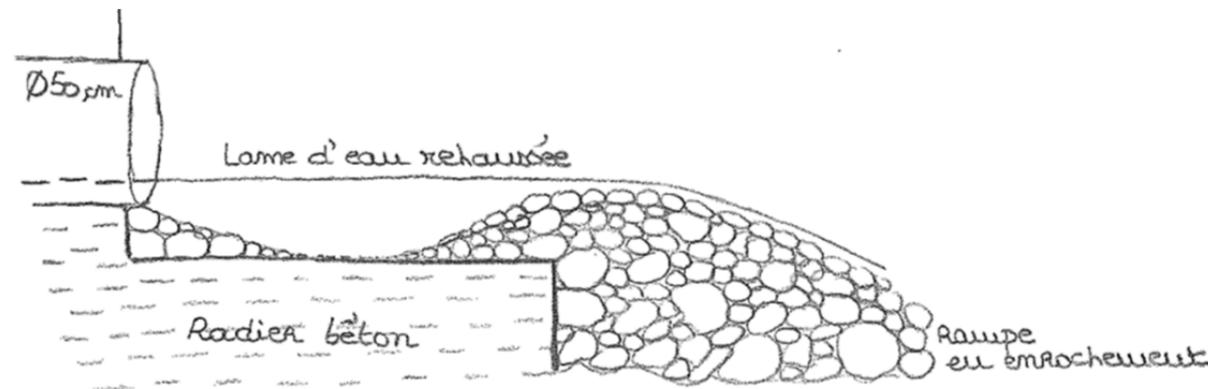


Figure 129 : Coupe type de l'ouvrage prévu pour la franchissabilité piscicole

Source : Egis Eau

IV.2.3.5. Emprise totale des scénarios d'aménagement

Les emprises permanentes des scénarios d'aménagement s'ajoutant à l'emprise actuelle du périphérique sont :

- scénario voie auxiliaire d'entrecroisement : 0,60 ha de voiries et 1,50 ha pour les bassins, soit un total de 2,1 ha ;
- scénario BAU dynamique : 0,82 ha de voiries et 1,50 ha pour les bassins, soit un total de 2,30 ha.

L'emprise en phase chantier est la même pour les deux scénarios d'aménagement : 3,4 ha.

IV.3. Analyse comparative des scénarios d'aménagement

L'analyse multicritère proposée permet la comparaison des deux scénarios d'aménagement par rapport à la situation de référence 2035 sans aménagement. Elle intègre à la fois les enjeux environnementaux, socio-économiques, techniques et de fonctionnement.

Pour chaque thématique, les éléments différenciant les scénarios sont rappelés. Ces éléments sont ensuite comparés entre eux par l'intermédiaire d'un code couleur :

	Effet très positif
	Effet positif
	Effet neutre
	Effet négatif
	Effet très négatif

IV.3.1. Milieu aquatique

- *Qualité physique et chimique des cours d'eau et écosystèmes aquatiques*

Les deux scénarios contribuent à l'amélioration de la qualité globale des cours d'eau par une amélioration du traitement des eaux de ruissellement de chaussée avant rejet dans le milieu naturel (mise en place de 3 bassins de traitement des eaux de ruissellement de chaussée).

- *Continuités piscicoles sédimentaires des cours d'eau*

Les deux scénarios intègrent le rétablissement de la continuité écologique du Cens par la mise en place d'un aménagement permettant l'amélioration de la franchissabilité piscicole. Cet aménagement permet de maintenir un niveau d'eau suffisant dans l'ouvrage et de réduire la vitesse d'écoulement. Il permet alors la mise en conformité de l'ouvrage du Cens avec la réglementation.

- *Morphologie de la rivière*

Les deux scénarios n'ont pas d'influence sur la morphologie du Cens et du ruisseau de la Jallière (pas d'augmentation du linéaire de busage).

- *Régime hydraulique des cours d'eau*

Les deux scénarios entraînent, par la mise en place de bassins de traitement des eaux de chaussée, une réduction de la surface de la zone d'expansion des crues du Cens (zone définie à partir d'études hydrauliques).

- *Régime hydraulique de la nappe alluviale*

Les deux scénarios n'ont pas d'influence sur la nappe alluviale en raison de l'absence de prélèvements.

- *Usages de l'eau*

Les deux scénarios entraînent, par la mise en place des bassins de traitement des eaux de chaussée, la modification du tracé du cheminement piéton le long du Cens.

En revanche, ils n'ont pas d'incidence sur les activités de pêche.

Une prise d'eau potable existe sur l'Erdre aval (dont le Cens est un affluent direct), mais elle est trop éloignée pour subir l'effet du périphérique.

- *Effets temporaires des travaux*

Les travaux d'aménagement des deux scénarios entraînent une réduction de la surface de zone d'expansion de crue du Cens par la mise en place de remblais provisoires (voies d'accès au chantier).

D'autre part, les deux chantiers nécessitent une interruption du sentier de randonnée du Cens compromettant temporairement l'usage de promenade.

Comme tout chantier, les travaux d'aménagement des deux scénarios entraînent un risque potentiel de pollution (hydrocarbures, béton, départ de fines) qu'il est possible de neutraliser par une bonne conduite de chantier. Des prescriptions adaptées seront définies dans le cadre des marchés de travaux.

Tableau 54 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur le milieu aquatique

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Qualité physique et chimique des cours d'eau et écosystèmes aquatiques		
Continuités piscicoles et sédimentaires des cours d'eau		
Morphologie de la rivière		
Régime hydraulique des cours d'eau		
Régime hydraulique de la nappe alluviale		
Usages de l'eau		
Effets temporaires des travaux		

IV.3.2. Milieu naturel

- *Zones d'enjeux écologiques et zones à concentration de biodiversité*

Le scénario VAE entraîne une augmentation de la surface imperméabilisée de 0,60 ha pour l'aménagement de la section courante sur les zones à enjeux écologiques et zones à concentration de biodiversité.

Le scénario BAU dynamiques entraîne une augmentation de la surface imperméabilisée pour l'aménagement de la section courante légèrement plus importante (0,82 ha) que la VAE sur les zones à enjeux écologiques et zones à concentration de biodiversité.

Les 3 bassins d'assainissement mis en place dans le cadre des deux scénarios d'aménagement ont des effets sur les surfaces des zones d'enjeux écologiques (vallon du Cens et boisements attenants) ainsi que sur les zones à concentration de biodiversité (le vallon du Cens). Il s'agit donc d'une perte nette de surfaces à enjeux écologiques. Néanmoins, leur implantation a des effets bénéfiques en favorisant l'amélioration de la qualité des habitats (amélioration de la qualité de l'eau) et donc un équilibre biologique moins nuancé. Cependant, afin de limiter l'impact, deux d'entre eux sont positionnés sur les bassins existants.

- *Axes de déplacements et corridors écologiques*

L'effet de l'implantation des bassins sur les axes de déplacement de la faune est négatif pour le bassin Jallière (proximité d'un axe de déplacement d'espèces protégées) et neutre pour les deux autres bassins.

Concernant l'aménagement de la section courante, le scénario BAU dynamiques ne se distingue que peu du scénario VAE du fait d'emprises surfaciques légèrement plus importantes (0,60 ha d'emprise permanente pour le scénario VAE et 0,82 ha d'emprise permanente pour le scénario BAU dynamiques).

- *Zones humides*

L'aménagement de la section courante des deux scénarios n'a pas d'effet sur les zones humides.

En revanche, l'implantation de deux des 3 bassins de traitement des eaux entraîne un effet fort sur les zones humides à l'échelle du secteur aménagé puisque 0,7 ha de zones humides seront détruites de manière permanente (surface ne comprenant pas les surfaces en eau correspondant aux bassins de rétention existants) auquel s'ajoute 1 ha de zones humides dégradées du fait des activités du chantier.

De plus, les terrassements et les bassins se réalisent en limite des berges du Cens (bassins Cens Ouest et Cens Est) et de son affluent (bassin Jallière). Il en résulte que les échanges « nappe – rivière » dans le secteur aval immédiat du franchissement du Cens seront dégradés voire supprimés, ce qui pourrait pénaliser le devenir de la zone humide en aval immédiat du périphérique.

Le traitement des eaux de ruissellement de la chaussée améliore la qualité des eaux et limite le risque de pollution des zones humides.

- *Populations d'espèces protégées*

Pour les deux scénarios, les bassins occasionnent une destruction directe d'habitats préférentiels et de vie de la faune, et par ricochet, un affaiblissement de la population au prorata des surfaces perdues de façon permanentes.

L'effet du scénario VAE sur les populations d'espèces protégées correspond également en une sensible augmentation du risque de collision du fait du rapprochement géographique entre le trafic et les lieux de vie des espèces. Pour le scénario BAU dynamiques, ce risque est moindre compte tenu de la mise en place d'une glissière en béton armé (GBA) de 80 cm de hauteur de part et d'autre de l'infrastructure.

- *Habitats d'espèces protégées*

Les deux scénarios ont un effet négatif sur les habitats d'espèces protégées (perte surfacique), tout particulièrement du fait de l'implantation des bassins de traitement des eaux de ruissellement mais aussi au niveau des emprises de la section courante.

Cependant, le traitement des eaux de ruissellement permet une amélioration qualitative des milieux restant.

- *Effets temporaires des travaux sur les zones d'enjeux écologiques et les zones humides*

Les effets des travaux de mise en place des bassins de traitement des eaux de ruissellement et d'aménagement de la section courante seront les suivants, pour les deux scénarios d'aménagement :

- emprise surfacique sur les habitats favorables aux espèces protégées, y compris sur la zone humide du Cens ;
- destruction d'individus sous-emprises (écrasement par des engins, etc.) ;
- dérangement des individus lié aux opérations de chantier (bruit, visuel, vibration, etc.), pouvant résulter en un arrêt de fréquentation de certaines lisières à enjeux telles que les lisères boisées longeant l'infrastructure dans la vallée du Cens et d'autres habitats situés dans la zone d'influence du projet.

Tableau 55 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur le milieu naturel

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Zones d'enjeux écologiques et zones de concentration de biodiversité	Impact surfacique	Impact surfacique
	Traitement des pollutions	Traitement des pollutions
Axes de déplacements et corridors écologiques		
Zones humides		
Populations d'espèces protégées		
Habitats d'espèces protégées		
Effets temporaires des travaux sur les zones d'enjeux écologiques et les zones humides		

IV.3.3. Patrimoine culturel

Les deux scénarios ne touchent aucun monument historique et aucun périmètre de protection de monument historique n'est traversé.

Aucun site archéologique, zone de présomption de prescriptions archéologiques, zone de sensibilité archéologique n'est touché par les deux scénarios.

Tableau 56 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur le patrimoine culturel

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Monuments historiques protégés		
Sites archéologiques		

IV.3.4. Paysage

- *Insertion paysagère*

La morphologie générale du périphérique nord au sein du territoire est inchangé (profil en long, etc.) par l'aménagement des deux scénarios, une surépaisseur ponctuelle de la bande de circulation est nécessaire à la mise en place des deux projets.

Les aménagements hydrauliques (bassins de traitement) au sein des dépendances vertes (sud du périphérique) vont ouvrir le paysage, les masses boisées, et atténuer l'effet de « tunnel vert ».

Les continuités végétales longeant le périphérique et assurant un certain lien avec le corridor écologique de la vallée du Cens sont affaiblies, plus fines voir disparaissent au droit des bassins.

- *Perception dynamique du paysage pour les usagers*

Dans les deux scénarios, l'emprise de l'infrastructure est ponctuellement accentuée et renforce la rupture d'échelle entre l'usager et la surface représentée par la bande de circulation.

L'image du tunnel vert aujourd'hui observée est atténuée du fait d'une ouverture de la masse végétale au droit des bassins.

La mise en place de nombreux portiques de signalisation nécessaires à la gestion des BAU dynamiques crée une succession d'ouvrages, un rythme singulier accentuant l'effet de couloir et la densité des émergences.

- *Gestion des dépendances vertes*

Dans les deux scénarios, la gestion des dépendances vertes est inchangée. Elle est extensive, ciblées sur les principales zones de sécurité, homogène sur le périmètre d'étude.

- *Zones boisées*

Les deux scénarios entraînent l'abattage d'arbres pour implantation des 3 bassins de traitement des eaux de ruissellement et pour la réalisation des accès au chantier. Environ 2 hectares de défrichement sont concernés par les travaux, à terme environ 7 000 m² parmi les 2 ha ne pourront pas être reconquis et serviront au projet (bassins).

Tableau 57 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur le paysage

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Insertion paysagère		
Perception dynamique du paysage par les usagers		
Gestion des dépendances vertes		
Zones boisées		

IV.3.5. Bruit

Les dispositifs de protection acoustiques existants sont maintenus dans les deux scénarios.

- *Estimation des emprises des isophones*

Les deux scénarios entraînent les niveaux de bruit suivants.

Tableau 58 : Niveaux de bruit des deux scénarios d'aménagement

	Distance du bord de la voie extérieure du périphérique	
	Scénario VAE	Scénario BAU dynamiques
Isophone 65 dB(A)	27 m	26 m
Isophone 60 dB(A)	36 m	33 m
Isophone 55 dB(A)	53 m	47 m

Ces résultats permettent de constater que les surfaces impactées sont sensiblement identiques. En particulier, d'un scénario à l'autre les bâtiments restent situés dans les mêmes emprises isophones par rapport à la situation de référence.

- *Dénombrement du bâti et estimation des populations exposés à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires*

Dans le cas du scénario VAE, une seule habitation de type individuelle est exposée à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires. Dans ce cas, une isolation de façade est à prévoir sur cette habitation.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, aucune habitation n'est exposée à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires, aucune protection acoustique n'est donc à prévoir.

Tableau 59 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur le bruit

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Estimation des emprises des isophones relatives aux différentes tranches de niveau de bruit		
Dénombrement du bâti et estimation des populations exposés à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires, après mise en œuvre des protections réglementaires		

Remarque : Ces résultats sont issus de la comparaison des variantes réalisée dans le cadre du dossier de concertation. Ils ont été par la suite affinés suite à des modifications des hypothèses de départ pour l'analyse de la solution retenue après la concertation publique. Ceci explique les différences obtenues avec les résultats de la solution retenue.

IV.3.6. Air

La modélisation réalisée ne permet pas de mettre en évidence d'évolution significative de la qualité de l'air, et ce, quelle que soit le scénario retenu. Les deux scénarios d'aménagement ne sont pas discriminants vis-à-vis de la qualité de l'air dans le domaine d'étude.

De même, la réalisation des deux scénarios n'aurait pas d'impact significatif sur l'exposition des populations situées dans la bande d'étude. Les deux scénarios d'aménagement ne sont pas discriminants vis-à-vis de l'exposition des populations dans la bande d'étude.

Tableau 60 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur l'air

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Exposition des populations riveraines		

IV.3.7. Urbanisme

- *Zones d'urbanisation future*

Aucune zone d'urbanisation future (zonage 1AUb au PLU) n'est touchée par les deux scénarios.

- Projets connus

Aucun projet connu n'est touché par les deux scénarios.

- Espaces Boisés Classés (EBC) et éléments naturels à protéger au titre de l'article L. 123-1-5, 7° du code de l'urbanisme

Pour les deux scénarios, 4 EBC sont touchés pour une surface d'environ 2 ha. En revanche, aucun élément du paysage à protéger au titre de l'article L.123-1-5, 7° du code de l'urbanisme n'est touché.

- Forêts urbaines

Aucune forêt urbaine n'est touchée par les deux scénarios.

- Emplacements réservés

Aucun emplacement réservé n'est touché par les deux scénarios.

Tableau 61 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur l'urbanisme

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Zones d'urbanisation future		
Projets connus		
Espaces Boisés Classés et éléments naturels (bois, bosquet et haies) à protéger au titre de l'article L. 123-1-5, 7° du code de l'urbanisme		
Forêts urbaines		
Emplacements réservés		

IV.3.8. Activités et équipements

- Emploi

Les deux scénarios d'aménagement permettent, notamment aux heures de pointe de trafic, de faciliter l'accès aux emplois, et rendent plus efficace le fonctionnement des activités économiques et les mobilités domicile-travail.

- Effets temporaires des travaux sur l'emploi

À partir du coût des travaux des deux scénarios et selon les ratios de l'instruction du 23 mai 2007, le chantier devrait générer :

- Pour le scénario VAE :
 - 41 emplois directs ;

- 42 emplois indirects ;
- 27 emplois liés aux revenus distribués.

- Pour le scénario BAU dynamiques :
 - 48 emplois directs,
 - 49 emplois indirects,
 - 32 emplois liés aux revenus distribués.

Les travaux de ces deux scénarios généreront sensiblement le même nombre d'emplois.

- Activité agricole

Dans les deux scénarios, une parcelle agricole est touchée par la création des bassins de traitement pour une surface d'environ 1 ha (zonage NNs au PLU de Nantes Métropole – commune d'Orvault).

Un secteur de friches agricoles est également touché pour une surface d'environ 3,5 ha.

3,9 ha de l'emprise des deux scénarios sont inclus dans le périmètre du PEAN des vallées de l'Erdre, du Gesvres et du Cens au nord de l'axe central du périphérique.

Tableau 62 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur les activités et équipements

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Emploi		
Effets temporaires des travaux sur l'emploi		
Activité agricole		

IV.3.9. Niveau de trafics et de service

- Trafics horaires tous véhicules (TV) en heure de pointe du matin (HPM)

Dans le cas du scénario VAE, l'amélioration des niveaux de service augmente l'attractivité du périphérique nord et un surcroît de trafic d'environ 10 % en heure de pointe du matin est observé.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, l'amélioration des niveaux de service, limitée aux seules périodes de pointe, permet d'augmenter l'attractivité du périphérique nord mais les effets sont atténués par rapport à l'aménagement d'une voie d'entrecroisement permanente en heure de pointe du matin du fait de la vitesse d'exploitation réduite à 70 km/h. Le gain de trafic est de 7 %.

L'aménagement des deux scénarios reste sans effet sur le trafic poids lourds en heure de pointe du matin (+ 0% pour les VAE et - 1% pour les BAU dynamiques).

- *Trafics horaires TV en heure de pointe du soir (HPS)*

L'aménagement des voies auxiliaires d'entrecroisement et l'amélioration des niveaux de service des VAE augmentent l'attractivité du périphérique nord et un surcroît de trafic d'environ 8 % en heure de pointe du soir est estimé.

Comme à l'heure de pointe du matin, l'aménagement des BAU dynamiques augmente l'attractivité du périphérique nord mais les effets sont atténués par rapport à l'aménagement des voies auxiliaires d'entrecroisement permanentes. Le surcroît de trafic est de 5 %.

L'aménagement des deux scénarios reste sans effet sur le trafic poids lourds en heure de pointe du soir (+ 0% pour les deux scénarios).

- *Trafics journaliers tous véhicules*

Sur une journée, l'augmentation de trafic estimée liée à l'aménagement des VAE est de 6 % alors que l'augmentation de trafic rendue possible grâce à l'aménagement des BAU dynamiques activées aux seules périodes de pointe est moindre avec + 2 %.

L'aménagement des deux scénarios reste sans effet sur le trafic poids lourds (+ 0% pour les deux scénarios).

- *Capacités maximales en section courante*

L'amélioration de capacité permise par l'exploitation des BAU comme voies d'entrecroisement est équivalente à celle offerte par l'aménagement physique des voies d'entrecroisement. Bien évidemment, cette amélioration n'est effective qu'aux périodes où le dispositif est activé.

- *Vitesse moyenne*

Les vitesses moyennes pratiquées sur le périphérique nord pour les deux scénarios sont indiquées dans les tableaux ci-après :

Tableau 63 : Vitesses moyennes pratiquées sur le périphérique nord

	Périphérique intérieur				Périphérique extérieur			
	TMHA jour	TMHA nuit	Vitesse VL (km/h)	Vitesse PL (km/h)	TMHA jour	TMHA nuit	Vitesse VL (km/h)	Vitesse PL (km/h)
2035 sans projet	2 972 (14% PL)	466 (23% PL)	65	66	3 121 (13% PL)	486 (21% PL)	51	51
Scénario VAE	3 091 (14% PL)	484 (23% PL)	80	77	3 362 (12% PL)	520 (20% PL)	72	72
Scénario BAU dynamiques	3 010 (14% PL)	471 (23% PL)	68	68	3 190 (13% PL)	496 (21% PL)	55	55

Les effets des deux scénarios sont positifs sur les vitesses moyennes pratiquées sur le périphérique extérieur avec néanmoins un effet positif moins marqué de l'exploitation dynamique des bandes d'arrêt d'urgence qui suppose une limitation des vitesses à 70 km/h.

Sur le périphérique intérieur en période de pointe du matin, on constate une amélioration des conditions de circulation dès la situation de référence du fait d'un plus grand lissage de la période de pointe pris en considération dans les études fonctionnelles. Sur cette période, la solution « voies d'entrecroisement » présente les mêmes conditions de circulation que la situation de référence tandis que la solution « BAU dynamiques » entraîne une baisse de 20 % des vitesses VL du fait de la régulation des vitesses associées à 70 km/h.

En période de pointe du soir enfin, les effets positifs sur le périphérique intérieur sont « masqués » en 2035 par les remontées de file d'attente découlant de la congestion du pont de Bellevue et s'étendant sur l'ensemble du périphérique nord. On constate ici encore que l'impact positif de la solution « voies d'entrecroisement » est plus marqué puisque cette solution n'entraîne, contrairement à la solution « BAU dynamiques » quasiment pas de réduction supplémentaire des vitesses pratiquées par rapport à la situation de référence en période de pointe du soir.

- *Congestion*

- Périphérique intérieur :

Pour les deux scénarios, les effets sur le périphérique intérieur à la pointe du matin sont positifs mais portent sur une situation de référence déjà favorable.

En période de pointe du soir, les deux scénarios permettent la réduction de la congestion causée par le rétrécissement de 3 à 2 voies identifiée en situation actuelle et accrue en situation de référence 2035.

Néanmoins, et dans les deux cas, le périphérique nord intérieur subit toujours l'onde de congestion occasionnée par le pont de Bellevue.

L'aménagement des deux scénarios améliorera les accès du périphérique nord par la RN137 et le RN165 en facilitant les échanges.

- Périphérique extérieur :

En période de pointe du matin, les deux scénarios permettent de lever le point dur que constitue la porte de Rennes et de faire disparaître l'onde de congestion qui perturbait le fonctionnement de la section amont entre la porte de Gesvres et la porte de Rennes.

De la même façon, les deux scénarios ont des résultats comparables sur la période de pointe du soir.

Comme en périphérique intérieur, l'aménagement des deux scénarios améliorera les accès du périphérique nord par la RN137 et le RN165 en facilitant les échanges.

- *Effet sur les voiries locales*

L'aménagement des deux scénarios reste sans effet notable sur le réseau routier hors périphérique.

- *Effet sur les transports en commun*

L'aménagement des deux scénarios facilitera la circulation des transports en commun, notamment au droit de la porte de Rennes.

Tableau 64 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur les niveaux de trafics et de service

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Vitesse moyenne		
Congestion		
Effet sur les voiries locales		
Effet sur les transports en commun		

IV.3.10. Exploitation et sécurité

- *Équipements d'exploitation et réseaux à déployer*

Dans le cas de l'aménagement des VAE, le réseau de fibre optique existant sur le périphérique est à dévoyer en accotement ou sous la bande d'arrêt d'urgence.

Ce réseau est aussi à dévoyer dans le scénario BAU dynamiques. Il est possible de profiter de la création de la cunette pour y intégrer les fourreaux de distribution du réseau et les chambres associées.

- *Effets sur les équipements de terrain*

Dans les deux scénarios, les équipements d'exploitation du périphérique en place sont généralement déplacés.

Des installations dédiées aux BAU dynamiques sont mises en œuvre : plots lumineux intégrés à la chaussée, caissons dynamiques, panneaux à messages variables, etc.

- *Effets sur les systèmes centraux du centre d'ingénierie et de gestion des trafics (CIGT) de Nantes*

Dans le scénario BAU dynamiques, les frontaux existants (serveur informatique qui assure le contrôle et la commande des équipements ; caméras et panneaux à messages variables par exemple) sont à adapter pour intégrer les nouveaux équipements.

De nouvelles stratégies, spécifiques au fonctionnement des BAU dynamiques, devront être développées au niveau du SAGT (système d'aide à la gestion du trafic).

Le scénario BAU dynamiques nécessite du personnel dédié pendant les heures de pointe pour gérer et surveiller le système. Les équipements mis en place nécessitent par ailleurs une maintenance spécifique avec le remplacement des matériels en cas de panne ce qui implique une gestion dégradée de la voie au cours de ces épisodes.

Le scénario VAE ne nécessite pas la mise en place de nouveaux équipements.

- *Accès pour les véhicules de secours et d'entretien*

Dans le cas du scénario VAE, la vitesse de circulation est limitée à 90 km/h. Les agents de secours et d'entretien interviennent comme sur le reste du périphérique avec une bande d'arrêt d'urgence disponible de 2,50 m de largeur.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, lorsque la BAU est ouverte, la vitesse de circulation est réduite (70 km/h). Néanmoins les conditions d'intervention des services seront plus difficiles compte tenu de la circulation dans la cunette. Lorsque la BAU est fermée, la vitesse de circulation est limitée à 90 km/h. Les services de secours et les agents d'exploitation interviennent dans un environnement plus sécurisé (4,50 m + 2,00 m de cunette).

- *Sécurité des services de secours et des agents d'exploitation*

Dans le cas du scénario VAE, la vitesse de circulation est limitée à 90 km/h. Les agents de secours et d'entretien interviennent comme sur le reste du périphérique disposant de dispositifs de retenue, c'est-à-dire entre la circulation et ces dispositifs.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, lorsque la BAU est ouverte, la vitesse de circulation est réduite (70 km/h). Lorsque la BAU est fermée, la vitesse de circulation est limitée à 90 km/h. Les services de secours et les agents d'exploitation interviennent dans un environnement plus sécurisé (4,50 m + 2,00 m de cunette). La signalisation dynamique peut être utilisée par l'exploitant en dehors des heures d'ouverture de la BAU.

- *Sécurité des usagers et zones de conflit*

Pour les deux scénarios, la situation est plus favorable que le scénario de référence en permettant des entrecroisements sur une distance plus importante et en améliorant la lisibilité de l'aménagement. L'amélioration des conditions de circulation et la diminution des phénomènes de congestions permettent une baisse des accidents en chocs arrière.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, les équipements dynamiques permettent de bien canaliser les usagers, et de les interpeller sur la particularité de la portion à considérer. Néanmoins les conditions d'arrêt des véhicules en panne seront plus délicates que dans le scénario VAE.

- *Lisibilité de l'aménagement pour les usagers*

Pour les deux scénarios, la situation est plus favorable que le scénario de référence en permettant des entrecroisements sur une distance plus importante et en améliorant la lisibilité de l'aménagement.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, en cas de fermeture de la BAU, les usagers circulent sur 2 voies comme sur l'ensemble du périphérique. La signalisation en place permettra la sensibilisation des usagers à l'approche du dispositif. Ce dernier sera néanmoins nouveau pour les usagers.

- *Exploitation sous chantier*

Dans le cas du scénario VAE, La durée du phasage chantier varie de 9,5 à 11 mois selon les hypothèses retenues.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, La durée du phasage chantier varie de 11 à 12,5 mois selon les hypothèses retenues.

Tableau 65 : Récapitulatif des effets des deux scénarios d'aménagement sur l'exploitation et la sécurité

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Équipements d'exploitation et réseaux à déployer		
Effets sur les équipements de terrain		
Effets sur les systèmes centraux du centre d'ingénierie et de gestion des trafics (CIGT) de Nantes		
Accès pour les véhicules de secours et d'entretien		BAU fermée
		BAU ouverte
Sécurité des services de secours et des agents d'exploitation		BAU fermée
		BAU ouverte
Sécurité des usagers et zones de conflit		
Lisibilité de l'aménagement pour les usagers		
Exploitation sous chantier		

IV.3.11. Coût présenté lors de la concertation

- *Estimation financière des scénarios lors de la concertation publique*

Dans le cas du scénario VAE, le coût d'objectif, actualisé à mi année 2016, pour les travaux est de 11,1 millions € TTC.

Dans le cas du scénario BAU dynamiques, le coût d'objectif, actualisé à mi année 2016, pour les travaux est de 12,9 millions € TTC.

- *Coût d'exploitation*

Le scénario VAE a un coût de fonctionnement quasi-identique au scénario de référence.

Les installations dédiées aux BAU dynamiques nécessitent une maintenance spécifique avec le remplacement des matériels en cas de panne ce qui implique un coût de fonctionnement important.

Les coûts d'entretien et d'exploitation annuels sont estimés à environ :

- 200 000 €₂₀₁₇ TTC par an pour le scénario VAE ;
- 250 000 €₂₀₁₇ TTC par an pour le scénario BAU dynamiques.

Tableau 66 : Récapitulatif du coût des deux scénarios d'aménagement

Sous-thème	Voies d'entrecroisement (VAE) / référence 2035	BAU dynamiques / référence 2035
Investissement		
Exploitation		

IV.4. Bilan de la concertation

IV.4.1. Enseignement de la concertation publique

La concertation publique, qui s'est tenue du 11 juin au 17 juillet 2014, a permis une information et une participation significative du public.

Sur le plan quantitatif, les principaux éléments de synthèse à retenir sont les suivants :

- Réunion publique : 200 personnes environ ont assisté à la réunion ;
- Courriers : 13 courriers ont été reçus ;
- Registres : 63 observations ont été recueillies sur les registres et 29 lettres sont annexées au registre d'Orvault ;
- Pétitions et associations : 7 documents d'associations et/ou pétitions ont été reçus ;
- Courriels : 73 courriels ont été reçus sur l'adresse mail dédiée à la concertation.

Elle a permis un débat ouvert avec de nombreuses contributions et participations.

Le premier enseignement important consiste en l'absence d'opposition sur l'opportunité du projet. Le constat d'un besoin d'aménagement du périphérique nord pour le fluidifier est confirmé.

La très grande majorité des contributions relève des riverains du projet et traite des nuisances sonores actuelles et à venir. On note une forte mobilisation des riverains Orvaltais des quartiers situés au nord du périphérique. La question des nuisances sonores est également portée par les élus locaux d'Orvault et de Nantes métropole.

Parmi les critiques apportées au projet sur le sujet du bruit les deux principales sont :

- la remise en cause des résultats des mesures effectuées ;
- l'absence de proposition de traitement ou d'accompagnement du projet sur ce sujet.

La réglementation acoustique fixe les conditions requises pour la mise en place obligatoire de mesures de protection.

Dans le cas de l'aménagement du périphérique nord, les seuils ne sont pas dépassés et l'État n'est réglementairement pas obligé de mettre en place de protections acoustiques collectives.

Concernant la fiabilité des mesures in-situ, il est rappelé qu'elles ont été réalisées sur une période de 24 heures, le mardi et le jeudi, jours les plus représentatifs d'une circulation moyenne annuelle. Les différences de trafic et les variations météo ont également été intégrées à la modélisation.

La modélisation acoustique intègre des augmentations de trafic selon les moments de la journée ainsi que les différentes conditions météorologiques.

Néanmoins, afin de prendre en considération les observations émises lors de la phase de concertation publique, l'État a réalisé les études complémentaires auxquelles il s'était engagé, qui comprennent :

- de nouvelles mesures de bruits en lien avec les représentants des associations locales ;
- l'étude de la faisabilité et de l'impact de la mise en œuvre d'enrobés à haute performance acoustique ;
- l'étude de la faisabilité et de l'impact d'une réduction de vitesse à 70 km/h du scénario VAE.

IV.4.2. Choix de la solution retenue

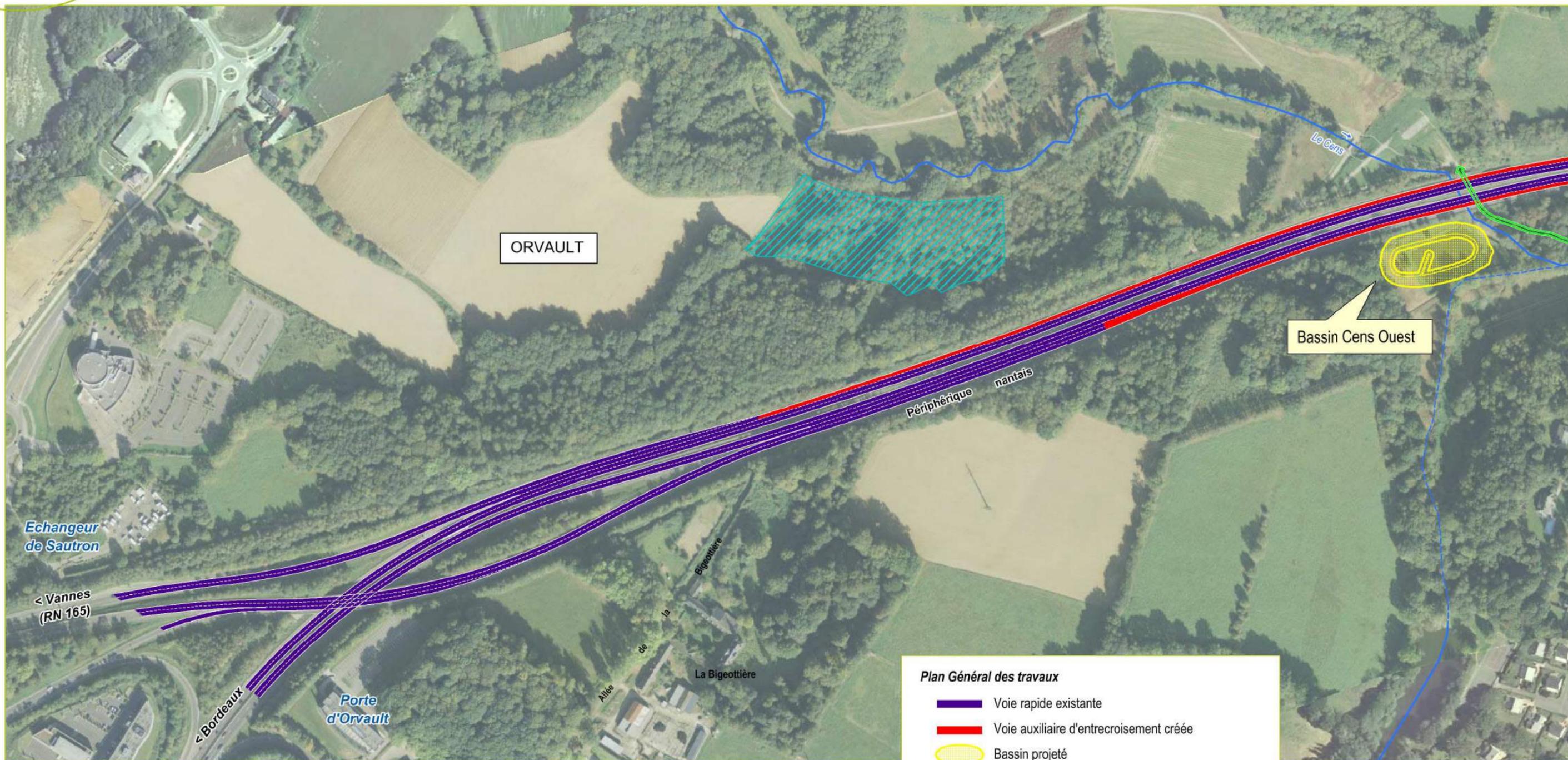
À l'issue de la concertation, le comité de pilotage du périphérique nantais a choisi le scénario de voie auxiliaire d'entrecroisement avec :

- des bandes d'arrêt d'urgence de 2,5 m ;
- une vitesse d'exploitation à 90 km/h ;
- des mesures d'accompagnement :
 - mise en œuvre d'un enrobé acoustique ;
 - choix des joints de chaussée au droit de l'ouvrage sur le RD42 en intégrant la problématique du bruit ;
 - réhabilitation de l'écran acoustique réflecteur existant sur l'ouvrage du RD42 sur le périphérique extérieur.

V. Description du projet

Plan global de l'aménagement

Planche 1/2



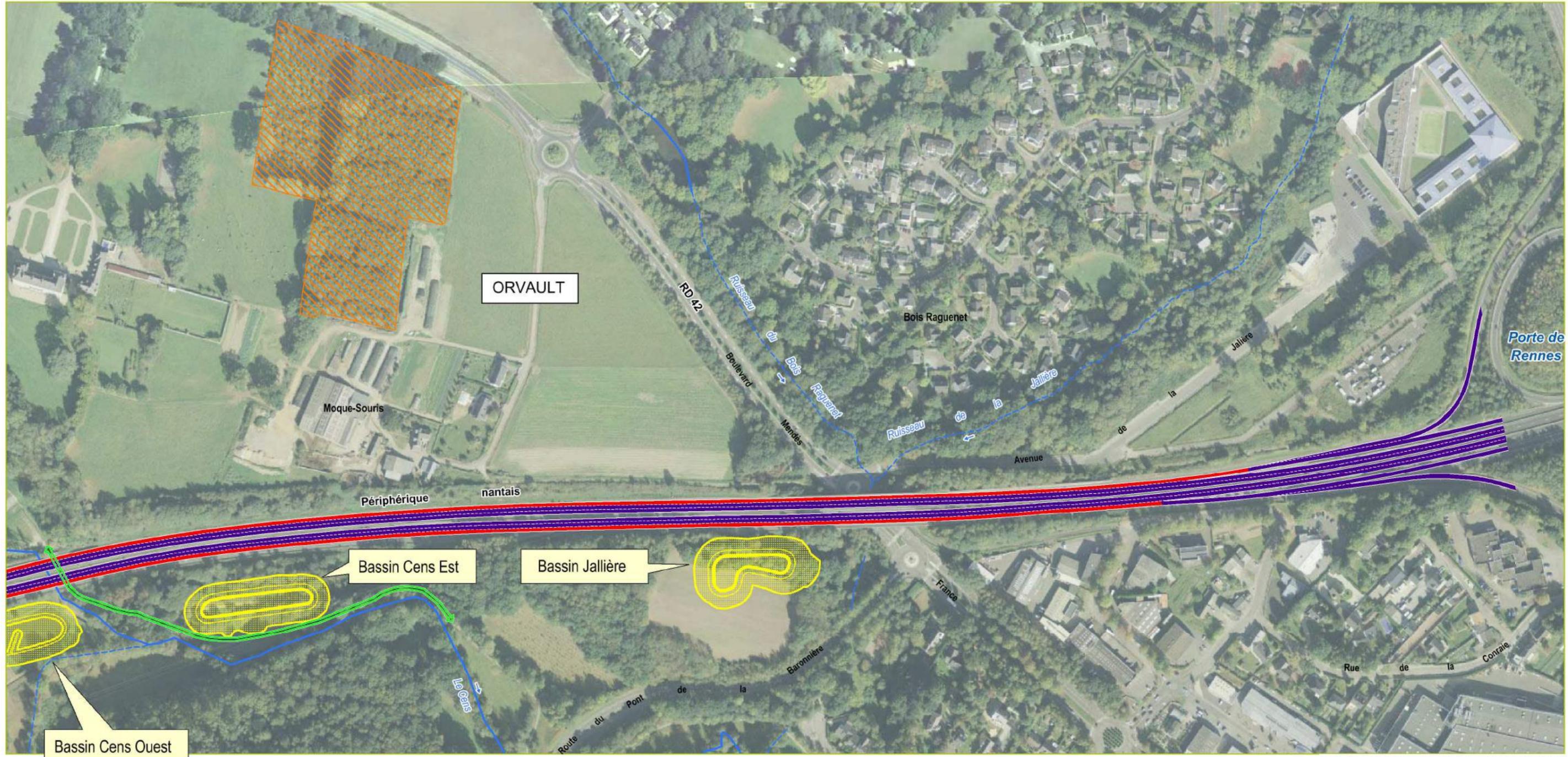
Plan Général des travaux

- Voie rapide existante
- Voie auxiliaire d'entrecroisement créée
- Bassin projeté
- Rétablissement du chemin de randonnée du Cens
- Site de compensation des zones humides
- Site de compensation au titre du dossier CNPN

Échelle: 1:3 500

0 50 100 m.

GEN-12-0029/CAR/SAT/12.05.2015



Fond de plan : © IGN - reproduction interdite - ©BD ORTHO
Source : SIROA - 11/12/2014

V.1. Présentation du projet

Référence cartographique : Plan global de l'aménagement

L'aménagement du périphérique nord de l'agglomération nantaise se situe sur le territoire de la commune d'Orvault, dans le département de la Loire-Atlantique.

Il prévoit la création de voies auxiliaires d'entrecroisement (VAE) avec une bande d'arrêt d'urgence de 2,50 mètres, sauf au droit de l'ouvrage sur la RD42 avec un profil en travers réduit.

La VAE s'accompagnera :

- de la mise aux normes du réseau longitudinal d'assainissement ;
- de mesures de protection des eaux (souterraines et superficielles) vis-à-vis de la pollution accidentelle et de la pollution chronique par la création de bassins d'assainissement étanches ;
- de la mise en place de dispositifs de sécurité et d'une signalisation adaptée ;
- de mesures de réduction et / ou de compensation des impacts du projet sur l'environnement ;
- de la réalisation d'aménagements paysagers ;
- de la mise en place de mesures en faveur des nuisances acoustiques (mise en œuvre d'un enrobé acoustique, choix des joints de chaussée au droit de l'ouvrage sur le RD42 en intégrant la problématique du bruit et réhabilitation de l'écran acoustique réflecteur existant sur l'ouvrage du RD42 sur le périphérique extérieur).

V.2. Statut et conditions d'exploitation

Le périphérique nord est une autoroute non concédée (A844) ce qui implique :

- une interdiction d'accès à certaines catégories de véhicules (véhicule lents, vélomoteurs, engins agricoles, etc.) ;
- une interdiction de tous les accès directs (routes, riverains) ;
- une interdiction de tous les carrefours à niveau ;
- un accès se faisant uniquement en certains points aménagés à cet effet (échangeurs) ;
- une interdiction de stationner sur la chaussée et ses accotements sauf en cas d'urgence ;
- une publicité réglementée.

Les voies d'entrecroisement sont ouvertes à la circulation 24 h / 24 h. La vitesse maximum autorisée est de 90 km/h. Sur le périphérique intérieur, en raison de la structure du passage inférieur de la RD42, la circulation des poids-lourds est interdite sur la voie de gauche par mesure de précaution.

La bande d'arrêt d'urgence permet :

- l'entretien par les services d'exploitation dans des conditions de sécurité acceptables ;
- l'intervention des forces de l'ordre et de sécurité en cas d'incident ;
- l'arrêt des usagers en détresse en toute sécurité sur la BAU.

Des équipements ponctuels renforcent la sécurité et facilitent l'exploitation de cette section.

Un refuge est aménagé dans chaque sens pour améliorer la sécurité des usagers en détresse.

Des accès piétons et véhicules aux bassins d'assainissement sont aménagés depuis le périphérique pour permettre l'activation du dispositif d'isolement de la pollution accidentelle et l'entretien des bassins.

Le long du terre-plein central, deux interruptions de terre-plein central sont ajoutées. Ces équipements permettent de basculer, dans un sens ou dans l'autre, la circulation en exploitation sous chantier ou lors d'un incident.

V.3. Caractéristiques géométriques

L'aménagement effectué entre les portes de Rennes et d'Orvault s'étend sur une longueur de 1 930 m sans reprise des dispositifs d'échange.

En phase travaux, la zone affectée par l'aménagement est étendue pour permettre notamment la réalisation des bassins d'assainissement.

Le profil en travers « général » est composé, pour chaque sens de circulation, d'une chaussée à deux voies et d'une voie d'entrecroisement. Afin de minimiser l'emprise de la voie et limiter les effets sur l'environnement, la largeur de la BAU est fixée à 2,50 mètres ce qui est conforme aux normes de sécurité.

Le nouvel aménagement devant être réalisé sur une section existante et en service, la largeur du terre-plein central (TPC) ne sera pas fixe sur l'ensemble du linéaire (en cohérence avec la situation existante et les raccordements à l'existant).

Le profil en travers type est complété par des dispositifs d'assainissement.

Il est illustré page 194.

V.4. Ouvrages d'art

Les ouvrages d'art permettant d'assurer le franchissement de la RD42 représentent le point le plus critique de la section par rapport à la largeur utile disponible.

La largeur utile disponible sur l'ouvrage extérieur ne permet pas de maintenir le profil en travers-type proposé et nécessite une suppression temporaire sur l'ouvrage de la bande d'arrêt d'urgence (remplacée par une bande dérasée de droite de 1,20 m).

La largeur utile disponible sur l'ouvrage intérieur ne permet pas non plus de maintenir le profil en travers-type proposé et nécessite une diminution de la largeur de la bande d'arrêt d'urgence à une valeur de 2,25 m, qui demeure toutefois conforme à l'appellation « bande d'arrêt d'urgence ».

L'ouvrage intérieur de la Bigeottière ne fait pas l'objet d'un réaménagement dans le cadre de l'opération.

Les ouvrages hydrauliques du Cens et de la Jallière ne seront pas modifiés par l'opération.

VI. Analyse des effets permanents du projet sur l'environnement et mesures prévues pour les éviter, les réduire et/ou les compenser

VI.1. Milieu physique

VI.1.1. Climatologie

VI.1.1.1. Évaluation des impacts

D'une manière générale, les effets directs et indirects d'une infrastructure de transport, en phase de travaux comme en phase d'exploitation, sur le climat local demeurent mal connus et sont difficiles à apprécier, notamment au niveau de leur ampleur.

L'aménagement du périphérique nord de Nantes, n'entraîne aucun mouvement de terrain de type grand déblai ou remblai pouvant entraîner des modifications de type microclimatiques²⁶ que ce soit lors :

- des travaux, qui génèrent peu de mouvement de terres pouvant émettre des poussières susceptibles de modifier les microclimats (aménagement d'une infrastructure existante) ;
- ou après mise en service (aucun effet d'ombre supplémentaire).

Cet aménagement ne remet pas non plus en cause l'occupation des sols de manière significative (pas de changements de vocation des sols) de part et d'autre du périphérique, qui peuvent induire également des modifications climatiques locales.

Par ailleurs, les éléments relatifs aux évolutions de trafic et aux effets sur la qualité de l'air (cf. chapitre « VI.12. Qualité de l'air et santé »), ne sont pas non plus de nature à affecter le climat local.

Ainsi l'opération n'a pas d'incidence sur le climat ou le micro climat.

VI.1.1.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.1.2. Topographie, géologie

VI.1.2.1. Évaluation des impacts

Des terrassements seront nécessaires afin de réaliser les trois bassins d'assainissement :

- le bassin Cens Ouest sera entièrement en remblais (environ 3,35 m de hauteur par rapport au terrain naturel) ;

- le bassin Cens Est sera en remblais (environ 2,00 m de hauteur par rapport au terrain naturel) et en déblais (< à 1,00 m) dans sa partie nord ;
- le bassin de la Jallière sera en remblais à l'est (environ 8,60 m de hauteur par rapport au terrain naturel) et en déblais (environ 2,00 m par rapport au terrain naturel) dans sa partie ouest.

La quantité totale de déblais comprenant la réalisation des trois bassins de rétention, la création des voies auxiliaires d'entrecroisement et les travaux au niveau du terre-plein central est estimée à environ 26 000 m³.

Les remblais nécessaires sont quant à eux estimés à environ 18 400 m³, dont 3 000 m³ d'apport.

Le mouvement des terres global n'est pas équilibré. Il y a un excédent en matériaux de déblais d'environ 10 600 m³.

VI.1.2.2. Mesures de réduction

La réalisation des voiries et des terrassements sera réalisée en adéquation avec la nature du sous-sol.

Compte-tenu de la pré-existence d'un bassin au droit d'une partie du bassin Cens Ouest, une plate-forme homogène sera réalisée sur toute l'emprise du futur ouvrage avant l'édification des remblais.

Concernant le bassin de la Jallière, les déblais pourront être réalisés jusqu'à 4,50 m de hauteur par rapport au terrain naturel avec les engins de terrassement classiques, sauf présence ponctuelle de roche massive non détectée au droit des sondages. À partir de 5,50 m de hauteur par rapport au terrain naturel, l'emploi d'un brise roche hydraulique ou le recours au minage pourra être nécessaire.

Pour les trois bassins de rétention, les sols organiques (terre végétale) seront purgés préalablement à l'édification des remblais. Ils pourront être réutilisés pour la végétalisation des futurs talus par exemple. Les anciens remblais peu consistants et probablement hétérogènes du site seront également purgés.

Les principes constructifs seront précisés par une étude géotechnique adaptée au projet définitif.

Le dépôt et l'extraction des matériaux déblayés s'effectueront dans des sites autorisés et dans le respect de la réglementation en la matière. Ces zones de stockage temporaires seront localisées entre le bassin Cens Est et le bassin de la Jallière.

Effets attendus des mesures

Ces mesures permettront de réduire au minimum les perturbations des sols et sous-sol liées au projet.

VI.1.3. Hydrogéologie

VI.1.3.1. Évaluation des impacts

Le projet n'aura aucune influence sur la nappe alluviale en raison de l'absence de prélèvements dans celle-ci.

²⁶ Un microclimat correspond aux conditions climatiques qui règnent en un lieu donné. Cette notion de « climat » fait ainsi appel à des mesures de température, de vent et de précipitations. La qualification d'un microclimat dépend de l'échelle de surface à laquelle on travaille, cette surface devant être un espace homogène de faible étendue.

Les mesures de niveau d'eau réalisées au droit des bassins de rétention Cens Ouest et Cens Est ont mis en évidence la présence d'une nappe à très faible profondeur, au-dessus du fond du futur bassin, qui doit impérativement être prise en compte dans la conception du dispositif d'étanchéité puisqu'elle générera des poussées d'Archimède en fond de bassin et pourra ainsi conduire à des soulèvements pour un dispositif d'étanchéité de type géomembrane.

Les mesures de niveau d'eau réalisées au droit du bassin de rétention de la Jallière n'ont pas mis en évidence la présence d'une nappe. Toutefois, la connaissance de l'hydrogéologie locale conduit à supposer la présence de zones de circulations des eaux préférentielles qui peuvent être rencontrées dans le déblai.

VI.1.3.2. Mesures de réduction

L'étanchéité des bassins de rétention sera assurée par la mise en œuvre d'un complexe « géotextile – géomembrane – géotextile » recouvert de terre sur les talus intérieurs et de béton en fond de bassin. Un drainage des gaz et des eaux sera réalisé en sous-face de bassin.

Par ailleurs, la mise en œuvre des mesures prises dans le cadre de la protection des eaux superficielles seront également valables pour les eaux souterraines (Cf. chapitre ci-après).

Effets attendus des mesures

Ces mesures permettront de protéger efficacement les eaux souterraines, tant qualitativement (débits des prélèvements) que quantitativement (qualité des eaux).

VI.1.4. Eaux superficielles

VI.1.4.1. Rétablissement des écoulements naturels

VI.1.4.1.1. Évaluation des impacts

Deux cours d'eau traversent le périphérique nord de Nantes : le Cens et le ruisseau de la Jallière. Les caractéristiques des ouvrages de franchissement sont rappelées ci-après.

Tableau 67 : Caractéristiques des ouvrages de franchissement

Franchissement	Type	Dimension de l'ouvrage	Présence de piles dans le lit	Dimension du cours d'eau (berge à berge)	Pente moyenne du cours d'eau
Ruisseau de la Jallière, affluent du Cens	Buse sous la RD42 et viaduc du périphérique	Hauteur du viaduc : plus de 10 m Longueur du viaduc : 97 m	Non	Moins de 1 m	0,04 %
Cens	4 buses béton	Diamètre des buses : 1,20 m Longueur de la buse : 90 m	Non	4,5 m	0,4 %

Le viaduc n'a pas d'impact significatif sur les écoulements.

L'analyse de la capacité des buses de franchissement du Cens au regard des débits décennaux et centennaux des cours d'eau indique que ces 4 buses sont en charge pour la crue centennale, mais l'évacuation de la crue se fait par le passage piéton situé en rive droite (Cf. chapitre « III.2.5.2.3. Capacité des ouvrages »).

Le projet ne prévoit pas de modifier les ouvrages de franchissement existants.

Le périphérique nord intercepte également un talweg qui est celui de Moque-Souris ($Q_{100} = 900$ l/s). Actuellement, les eaux de ce talweg sont raccordées au réseau d'assainissement du périphérique et transitent par les bassins existants.

VI.1.4.1.2. Mesures de réduction

Pour assurer la transparence hydraulique du périphérique vis-à-vis du talweg de Moque-Souris, la traversée existante sous le périphérique sera réutilisée et rallongée par une canalisation de même diamètre (\varnothing 500 mm) jusqu'au Cens.

Effets attendus des mesures

Cette mesure permettra d'assurer la continuité de l'écoulement des eaux provenant du talweg de Moque-Souris jusqu'au Cens.

VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales

VI.1.4.2.1. Évaluation des impacts

D'une manière générale, une plate-forme routière génère des apports rapides et massifs au milieu récepteur, susceptibles de créer des désordres localisés et de générer de la pollution aux points bas.

Actuellement, trois bassins de traitement sont recensés (volume global d'environ 5 515 m³) qui récupèrent environ 80% des surfaces de chaussée. Ces trois bassins sont, d'après les calculs, largement sous-dimensionnés. Trois zones de rejets sans traitement ont été identifiées, dont une concerne un cours d'eau à enjeux fort, le Cens (Cf. chapitre XVI.1.).

L'assainissement actuel du périphérique nord étant défectueux, le projet prévoit sa mise aux normes.

VI.1.4.2.2. Mesures de réduction

La protection des milieux récepteurs implique les principes suivants :

- la collecte de la totalité des eaux superficielles de la plate-forme (chaussée, accotements, talus) par un **réseau longitudinal étanche indépendant des écoulements naturels** (Cf. paragraphe VI.1.4.1. ci-avant) ;
- la mise en place, pour chaque rejet, d'une chaîne de traitement propre à protéger les exutoires naturels. La **mise en place de trois bassins de traitement** (rétention / décantation) avec volume mort, permettra de satisfaire les objectifs présentés ci-dessus.

Les calculs ont été réalisés conformément au guide technique de l'assainissement routier (GTAR) et au guide technique de pollution d'origine routière (GTPOR) édités par le SETRA.

Les ouvrages de collecte et de traitement des eaux superficielles sont dimensionnés par les débits résultants de précipitations de fréquence 10 ans.

Ils nécessitent la connaissance des données pluviométriques propres au projet.

La hauteur de précipitation est calculée conformément à la formule de Montana :

$$h(t) = a \times t^{(1-b)}$$

Avec :

h : hauteur en mm ;

t : durée en min ;

a et b : coefficient de Montana correspondant à la ville de Nantes, soit (pour une durée de retour 10 ans) :

Durée de la pluie	a	b
6 à 30 min	3,37	0,475
30 min à 6 h	9,097	0,736
6 h à 24 h	7,362	0,712

- *Méthodologie de dimensionnement des réseaux*

La méthode de dimensionnement se décompose en quatre étapes :

- détermination de l'intensité de la pluie en fonction de la durée de celle-ci, cette durée correspond au temps de concentration au point de calcul et varie donc le long du réseau ;
- détermination du débit à évacuer en un point du réseau, en tenant compte du temps de concentration à ce point (ajustement du couple vitesse - débit capable) ;
- détermination du débit maximum admissible par l'ouvrage à ce même point ;
- comparaison des deux débits pour ;
 - soit continuer le calcul ;
 - soit modifier les caractéristiques de l'ouvrage.

- Débits d'apport des ouvrages d'assainissement

La méthode de calcul des débits d'apport des ouvrages d'assainissement est fondée sur l'application de la formule rationnelle :

$$Q_{10} = \frac{1}{3600} \times C \times i \times A$$

Avec :

Q₁₀ : débit de période de retour 10 ans en l/s ;

C : coefficient de ruissellement variant suivant la nature du sol sur le bassin versant ;

i : intensité de la pluie décennale en mm/h ;

A : surface du bassin versant en m².

Le coefficient de ruissellement a été pris égal à 0,3 dans les zones en déblais, à 0,7 dans les accotements ; 1 pour les zones imperméables et les ouvrages d'assainissement.

L'intensité de pluie a été calculée à partir des hauteurs de pluie de la formule de Montana.

La surface de l'impluvium a été mesurée sur les plans.

- Temps de concentration

Pour une largeur de plate-forme donnée, le débit dépend de l'intensité de l'averse et de la longueur (ou de la surface) de la plate-forme concernée.

L'intensité est calculée avec un temps égal au temps de concentration.

Ce temps est celui qui est nécessaire à la goutte d'eau la plus éloignée du bassin versant pour atteindre le lieu du point de calcul.

Le temps de concentration est obtenu par la formule suivante :

$$Tc = \frac{L}{v \times 60}$$

Avec :

Tc : Temps de concentration en minutes ;

L : Longueur du bassin versant en mètres ;

v : Vitesse moyenne d'écoulement en m/s.

Un coefficient de 0,85 (coefficient minorant pour tenir compte de l'inégal remplissage de l'ouvrage entre l'origine du réseau et le point de calcul) a été appliqué à la vitesse en amont de réseau. Il a été ajouté 1 minute au Tc par voie traversée par la goutte d'eau sur chaque premier tronçon du réseau.

La vitesse moyenne d'écoulement est calculée entre la vitesse amont et la vitesse dans l'ouvrage à saturation.

Ces vitesses sont obtenues par le rapport du débit et de la section mouillée.

- Débit capable des ouvrages

Le débit capable est le débit maximum admissible par un ouvrage lorsqu'il est rempli à pleine section.

Il est calculé à partir de la formule de Manning-Strickler :

$$Q = K \times R^{2/3} \times S \times p^{1/2}$$

Avec :

Q : Débit en l/s ;

K : Coefficient de rugosité donné traduisant l'aptitude à l'écoulement dans les ouvrages ;

S : Section mouillée, c'est-à-dire la section contenant l'eau à évacuer ;

R : Rayon hydraulique en m ; c'est le rapport S/P entre la section mouillée et le périmètre mouillé ;

p : La pente de l'ouvrage exprimée en valeur décimale (mètre par mètre) ; par exemple : 0,005.

Pour les cunettes enherbées, le coefficient de rugosité K a été pris tel qu'indiqué dans la Recommandation pour l'Assainissement Routier (RAR) de 1982 car il prend en compte la pente de l'ouvrage et donne des résultats plus satisfaisant qu'un coefficient constant. On a donc pris pour ces cunettes :

$$K = 18 \ln(100 \times Rh) + 5,3 \ln(p)$$

Avec :

K : Coefficient de Manning-Strickler ;

Rh : Rayon hydraulique en m ;

p : pente de l'ouvrage exprimée en valeur décimale (mètre par mètre).

Pour les ouvrages en béton, le coefficient de rugosité a été pris égal à 70.

Pour les ouvrages en polyéthylène (PE) (conduites en encorbellement sous ouvrages d'art ou buses enterrées), le coefficient de rugosité a été pris égal à 100.

- Caractéristiques géométriques du projet

Les profils en travers utilisés pour les calculs ont fait l'objet de mesures sur la vue en plan pour les surfaces existantes conservées ou de l'application de profils en travers type pour la section réaménagée.

Par simplification, les surfaces de déblais ont été calculées avec une largeur moyenne sur chaque longueur de tronçons concernés.

- Découpage, succession et association de réseau

Références annexes : Plan des tronçons pour le dimensionnement des réseaux de collecte ; Plan des bassins versants routiers

Le secteur d'études a été découpé en quatre bassins versants routier, nommés : bassin versant 1, bassin versant 2, bassin versant 3 et bassin versant Jallière.

De par les emprises disponibles, le positionnement prévu des futurs bassins de traitement et les possibilités de franchissement des passages inférieurs, il a été fait le choix d'associer les bassins versants n° 1 et 3 et de traiter les apports d'eau dans un unique bassin (appelé bassin Cens Est).

Chaque bassin versant a fait l'objet d'un découpage en tronçons de réseaux d'assainissement.

Le bassin versant « Cens Est » est découpé en 21 tronçons de calcul, le bassin versant « Cens Ouest » en 20 tronçons de calcul et le bassin versant « Jallière » en 18 tronçons de calcul.

Les tronçons ont fait l'objet de calculs d'association en série ou d'association en parallèle selon la configuration du site.

- *Type de réseaux selon les bassins versants routiers*

Références annexes : Dimensionnement des réseaux de collecte ; Plan d'assainissement

Les réseaux mis en place seront étanches.

- Bassin versant « Cens Est »

Les réseaux d'assainissement longitudinaux en rive à réaliser seront du type caniveau rectangulaire béton de dimension 0,40 m x 0,40 m ou 0,50 m x 0,50 m selon les tronçons.

Les réseaux d'assainissement en terre-plein central (TPC) à réaliser seront du type buse béton de diamètre (Ø) 300 mm et du type buse polyéthylène (PE) Ø 350 mm. Sur le linéaire déversé vers l'intérieur de la voie nord, il sera prévu la réalisation d'un caniveau à fente Ø 300 mm sur les linéaires amont et aval du passage inférieur du Cens. L'eau collectée par ce caniveau à fente sera dirigée vers la buse PE diamètre 350 mm située dans le TPC sur ce linéaire.

Deux buses béton Ø 500 mm en parallèle seront mises en œuvre sous le périphérique en fonçage entre la voie nord et la voie sud pour acheminer les eaux collectées au nord vers le bassin d'assainissement positionné au sud.

Pour assurer la continuité des réseaux et ne plus rejeter en direct au milieu récepteur les eaux de ruissellement (situation actuelle), une canalisation en PE Ø 400 mm sera posée en encorbellement au droit du tablier nord du passage inférieur de la Bigeottière.

Pour assurer la continuité des réseaux et le transit des eaux à traiter vers l'entrée du bassin de rétention « Cens Est », il sera installé au droit du passage inférieur du Cens :

- une canalisation en PE Ø 500 mm posée en encorbellement au droit du tablier nord ;
- une canalisation en PE Ø 300 mm posée en encorbellement au droit du tablier sud ;
- une canalisation en PE Ø 350 mm en encorbellement en TPC entre les tabliers nord et sud.

- Bassin versant « Cens Ouest »

Les réseaux d'assainissement longitudinaux en rive à réaliser seront du type caniveau rectangulaire béton de dimension 0,50 m x 0,50 m.

Le franchissement du passage inférieur de la Bigeottière sera prévu via la canalisation existante positionnée en encorbellement le long du tablier sud.

- Bassin versant « Jallière »

Au regard des dysfonctionnements constatés aux abouts des tabliers (écoulement d'eau et fort ravinement des perrés) du passage inférieur du RD 42, de l'absence de dispositifs d'assainissement et d'ouvrages de traitement des eaux recueillies par la voie sud (périphérique intérieur) entre le pont du Cens et le pont du RD 42, le réseau d'assainissement sur ce secteur sera intégralement revu.

Les réseaux d'assainissement longitudinaux en rive à réaliser seront du type caniveau rectangulaire béton de dimension 0,40 m x 0,40 m ou 0,50 m x 0,50 m, ou de type cunette béton couplée à une buse béton Ø 500 mm selon les tronçons.

Afin d'assurer l'écoulement des fils d'eau de busages existants (notamment au niveau des bretelles de la porte de Rennes), il sera nécessaire d'implanter des buses béton Ø 500 mm sur certains linéaires.

Il est prévu une buse béton Ø 600 mm à passer en fonçage entre la voie nord et la voie sud pour acheminer les eaux collectées au nord vers le bassin positionné au sud.

Au vu des désordres constatés au droit des culées du passage inférieur de la RD 42, il a été fait le choix de limiter au maximum le transit d'eau en direct sur la surface des tabliers des ponts d'où la présence du fonçage en amont des tabliers. Sur ces mêmes ouvrages, une canalisation PE Ø 500 mm sera posée en encorbellement sur le seul tablier sud, du fait notamment de la présence d'écran anti-bruit sur le tablier nord.

L'installation de cette canalisation en encorbellement sur le tablier sud demeurera conditionnée à la capacité du tablier à soutenir cette dernière et aux éventuelles sujétions techniques rendant son installation impossible. Une étude détaillée par un bureau d'études spécialisé sera à réaliser pour valider cette hypothèse de franchissement de l'ouvrage d'art de la RD 42.

Il pourra être nécessaire de prévoir certains linéaires de busage supplémentaires, de manière à assurer notamment certains raccordements entre des canalisations existantes sous chaussée, ou en encorbellement et les cunettes ou les caniveaux, en fonction des profondeurs des fils d'eau et des pentes disponibles.

- *Méthodologie de dimensionnement des ouvrages de traitement*

Les ouvrages de traitement feront également office d'ouvrages de retenue et de régulation du débit rejeté.

Les différents ouvrages ont été dimensionnés de façon à recevoir et à traiter une pluie d'occurrence décennale. Ils permettront :

- un débit régulé à moins de 3 l/s/ha, l'objectif étant de limiter les débits rejetés vers le milieu naturel pour une pluie de 10 ans ;
- une rétention de la pollution accidentelle qui doit être contenue en temps de pluie (pluie de période de retour 2 ans et d'une durée de 2 heures) en assurant un temps d'intervention de deux heures ;
- un abattement de la pollution chronique qui doit être compatible avec les objectifs de qualité pour une pluie décennale.

- *Volume des bassins de rétention*

Pour le dimensionnement des bassins, la méthode utilisée est celle dite « des pluies ».

Elle utilise l'analyse statistique des volumes à stocker pour une suite d'épisodes pluvieux observés et pour différents débits de fuite. On utilise la courbe enveloppe de la région de Nantes-Bouguenais donnant la hauteur d'eau maximale en fonction de la durée de l'intervalle de temps considéré pour une période de retour T=10 ans pour laquelle on veut se protéger.

Le débit de vidange est supposé constant.

Le coefficient d'apport pris en compte pour le bassin versant non imperméabilisé est de 0,7.

Le volume utile de l'ouvrage (V_u) est le volume correspondant à la différence maximum entre le volume évacué ($V_s = 0,006 \times Q_f(t/s) \times t_{min}$) et le volume qui entre dans l'ouvrage ($V_e = 10 \times a \times t_{min}^{(1-b)} \times S_a$). Soit, $V_u = V_e - V_s$, d'où : $V_u = (10 \times a \times S_a \times t^{1-b}) - (0,006 \times Q_f \times t)$.

Cette différence est maximum lorsque sa dérivée $(10 \times a \times (1-b) \times t^{-b} \times S_a) - (0,06 \times Q_f)$ est nulle.

Soit pour t en minutes, S_a en ha, Q_f en l/s :

$$(10 \times a \times (1-b) \times t^{-b} \times S_a) - (0,06 \times Q_f) = 0$$

$$10 \times a \times (1-b) \times t^{-b} \times S_a = 0,006 \times Q_f$$

$$t^{-b} = \frac{0,006 \times Q_f}{10 \times a \times (1-b) \times S_a}$$

t étant le temps de remplissage de l'ouvrage.

Par ailleurs, en cas d'utilisation d'un orifice calibré en sortie du bassin, le débit de fuite n'est pas constant au début du phénomène, celui-ci augmentant au fur et à mesure que le niveau de l'eau s'élève dans le bassin. Pour prendre en compte ce phénomène, le volume utile est majoré par un facteur Ω .

$$\Omega = \left(\frac{1}{1+\alpha} \right)^{((b-1)/b)}$$

Avec : $\alpha = 0,5$.

- *Surface de décantation*

La surface minimum est donnée par la relation suivante :

$$S_b = \left(\frac{0,8 \times (Q_t - Q_f)}{V_s \times \ln \left(\frac{0,8 \times Q_t}{Q_f} \right)} \right) \times 3600$$

Avec :

S_b : surface minimum du bassin en m^2 ;

Q_t : débit décennal d'entrée en m^3/s ;

Q_f : débit de fuite en m^3/s ;

V_s : vitesse de sédimentation en cm/s (Loi de Stokes).

- *Dimensionnement de l'orifice calibré*

Le diamètre de l'orifice calibré se déduit de la formule $Q_f = 500 \times S \times \sqrt{2 \times g \times H}$ où H est la hauteur de charge et S la section.

$$S = \frac{Q_f}{500 \times \sqrt{2 \times g \times H}}$$

On en déduit $\phi = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$

- *Dimensionnement vis-à-vis de la pollution accidentelle*

Ne disposant des coefficients de Montana pour les pluies de période de retour deux ans, les calculs sont effectués avec une pluie de période de retour cinq ans.

Le volume total est calculé orifice fermé :

$$V_u = S_a \times H_{(5 \text{ ans}, 2 \text{ h})} + V_{PA}$$

- *Dimensionnement vis-à-vis de la pollution chronique*

Les polluants pris en compte pour le dimensionnement des bassins vis-à-vis de la pollution chronique ne sont pas en conformité avec la réglementation de la Directive Cadre sur l'Eau, mais ce sont les seules valeurs à disposition actuellement.

Tableau 68 : Charges polluantes unitaires annuelles par ha imperméabilisé

Polluant		MES (en kg)	DCO (en kg)	Zn (en kg)	Cu (en kg)	Cd (en g)	Hc totaux (en k)	HAP (en g)
Charge unitaire annuelle Cu à l'ha imperméabilisé Pour 1 000 veh/j	Site ouvert	40	40	0,4	0,02	0,002	0,6	0,00008
	Site restreint	60	60	0,2	0,02	1	0,9	0,00015

Polluant	MES (en kg)	DCO (en kg)	Zn (en kg)	Cu (en kg)	Cd (en g)	Hc totaux (en k)	HAP (en g)
Charge unitaire annuelle supplémentaire Cs à l'ha imperméabilisé Pour 1 000 veh/j au-delà de 10 000 veh/j	10	4	0,0125	0,011	0,3	400	0,05

Avec :

MES : Matières en suspension ;
 DCO : Demande chimique en oxygène
 Zn : Zinc
 Cu : Cuivre
 Cd : Cadmium
 Hc totaux : Hydrocarbures totaux ;
 HAP : Hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Pour un trafic supérieur à 10 000 véh./j, la charge annuelle est donnée par l'équation :

$$C_a = \left[(10 \times C_u) + C_s \times \left(\frac{T - 10000}{1000} \right) \right] \times S$$

Après vérification, il s'avère que sur l'ensemble du projet, la concentration de l'événement de pointe est toujours supérieure à la concentration moyenne annuelle (avec une hauteur de pluie de 800 mm). C'est donc cette première qui est prise en compte.

Le calcul de la concentration émise par un événement pluvieux de pointe C_e est donné par l'équation :

$$C_e = \frac{2,3 \times C_a \times (1 - \tau)}{10 \times S}$$

Avec :

C_e : concentration émise en mg/l ;
 τ : taux d'abattement de l'ouvrage.

La concentration résultante est donnée par l'équation :

$$C_r = \frac{C_i \times Q_i + C_e \times Q_e}{Q_i + Q_e}$$

C_i et Q_i sont respectivement la concentration initiale du milieu récepteur et le débit QMNA₅ en m³/s.

Enfin les taux d'abattement des ouvrages pris en compte sont :

Tableau 69 : Taux d'abattement des ouvrages

Ouvrage de traitement	MES	DCO	Cu, Cd, Zn	Hc, HAP
Bassin avec volume mort	85	75	80	65
Filtre à sable	90	75	90	95
Bassin + filtre à sable	98,5	93,75	98	98,25

- *Dimensionnement et caractéristiques des ouvrages de traitement*

Références annexes : *Dimensionnement des bassins de rétention ; Plan d'assainissement ; Coupes des bassins*

- Localisation des bassins

Compte tenu du site, le choix des lieux d'implantation des bassins a été longuement réfléchi.

La première étape a été de définir le type de bassin à mettre en œuvre : des bassins enterrés sous la chaussée ou des bassins à ciel ouverts en bordure de l'aménagement.

Compte-tenu de l'important volume d'eau à traiter (supérieur à la stricte zone aménagée puisque l'ensemble du bassin versant routier sera traité), la réalisation de bassins sous la chaussée est très compliquée à mettre en œuvre. En effet, cela nécessite la fermeture totale du périphérique durant plusieurs semaines. Ce type de bassin présente également un coût disproportionné tant pour sa réalisation que pour son entretien. L'État a donc abandonné la solution des bassins enterrés sous la chaussée pour préférer des bassins à ciel ouvert.

La seconde étape est relative aux contraintes physiques de l'eau : à savoir que les bassins doivent être préférentiellement implantés en point bas du projet routier. Si les bassins ne sont pas en point bas, une pompe de relevage des eaux doit être mise en place. Ce type d'équipement présente également un coût disproportionné tant lors de son achat et de sa mise en œuvre que pour son entretien au regard des performances attendues.

En effet, en cas de panne c'est tout le système d'assainissement du périphérique qui ne fonctionne plus. Ce système est par conséquent moins robuste et risque de remettre en cause les objectifs de performances environnementales attendus. Il est également coûteux énergétiquement puisque durant toute sa durée de vie il consomme de l'électricité. L'État a donc fait le choix de ne pas installer de pompe de relevage et ainsi positionner les bassins en point bas topographique.

La troisième étape a ensuite été de définir précisément les sites d'implantations des bassins afin qu'ils portent le minimum d'impact sur l'hydraulique et le milieu naturel du secteur.

Afin de minimiser les incidences des rejets (régulés à 3 l/s/ha) sur les cours d'eau, il a été décidé de rejeter une partie des eaux dans le Cens et une autre partie dans la Jallière. Cette technique permet également de réaliser plusieurs petits bassins de rétention au lieu d'un seul très important et limiter alors l'empreinte environnementale du système d'assainissement dans la vallée du Cens.

Afin de minimiser encore les incidences des nouveaux bassins sur le milieu naturel, leur implantation a été travaillée afin qu'ils se situent au maximum sur les bassins pré-existants (dont les volumes étaient trop faibles pour permettre une bonne préservation des milieux récepteurs).

Concernant le bassin de la Jallière, il est à noter qu'actuellement les eaux sont traitées dans un petit bassin « déshuileur » situé à l'ouest du tablier sud du pont de la RD 42. Cet ouvrage récupère

actuellement également des eaux de chaussée issues de la RD 42 et de petites voiries annexes. Le choix proposé dans le nouvel aménagement de créer un nouveau bassin de traitement d'un volume suffisamment important pour assurer le traitement ne permet pas de réaliser le bassin au droit immédiat du bassin « déshuileur » existant. La topographie des lieux impose la réalisation du nouveau bassin à une altitude nettement supérieure à l'altitude du bassin déshuileur existant. Ce contexte impose le maintien du bassin déshuileur pour assurer la continuité des réseaux d'assainissement existants et le traitement des eaux du RD 42 (hors eaux du périphérique qui seront traitées exclusivement dans le nouveau bassin).

La quatrième étape a consisté à travailler la forme des bassins toujours dans l'optique de minimiser les impacts sur l'environnement.

L'implantation fine et la forme du bassin dit de la Jallière (car il se rejette dans la Jallière) est grandement liée au sous-sol du secteur. En effet, le sous-sol rocheux ne permet pas d'envisager toutes les solutions. Ce sont donc majoritairement les contraintes physiques qui ont dirigé cette dernière étape, mais c'est au niveau de ce bassin que les enjeux écologiques sont les moins forts.

Pour ce qui concerne les deux bassins du Cens, les objectifs qui ont orientés le choix final d'implantation et la forme du bassin sont la préservation des enjeux écologiques (plus forts sur ce site) et ont consisté à :

- minimiser la surface globale des bassins ;
- minimiser la surface d'implantation en zone humide des bassins ;
- minimiser le volume de remblais en zone inondable ;
- maintenir une bande la plus large possible entre la rive du Cens et le pied des bassins (minimum de 10 m demandé par les services instructeurs) ;
- faciliter l'entretien des bassins (accessibilité pour les engins et les hommes) ;
- maintenir le cheminement piéton préexistant.

- Exutoires

Le rejet des bassins se fera via une canalisation enterrée vers le Cens (bassins Cens Ouest et Cens Est) ou le ruisseau de la Jallière (bassin de la Jallière).

- Description des ouvrages

Les bassins seront équipés des dispositifs suivants :

- un ouvrage d'entrée avec un by-pass ;
- un volume mort ;
- un ouvrage de sortie régulé avec une cloison siphonée ;
- une surverse :
 - par abaissement ponctuel de la digue avec exutoire vers le Cens pour les bassins Cens Ouest et Cens Est ;
 - par busage complémentaire de la digue avec exutoire vers le ruisseau de la Jallière pour le bassin de la Jallière ;
- une rampe d'accès.

Le traitement des eaux sera complété en sortie de bassin par un filtre à sable de 250 m².

Ils présenteront les caractéristiques suivantes :

- régulation du débit à 3 l/s/ha ;
- étanchéité assurée par la mise en œuvre d'un complexe « géotextile – géomembrane – géotextile » recouvert de terre sur les talus intérieurs et de béton en fond de bassin. Un drainage des gaz et des eaux est à réaliser en sous-face de bassin.

Leur accès sera distinct à partir de la voie sud du périphérique.

Les caractéristiques des bassins de rétention seront les suivantes.

Tableau 70 : Caractéristiques des bassins de rétention

Nom du bassin	Débit de fuite (en l/s)	Volume utile (en m ³)	Hauteur du volume mort (en m)	Hauteur de marnage (en m)	Pente des talus intérieurs	Pente extérieure des digues (en déblais et remblais)	Temps de vidange (en h)
Cens Ouest	25,49	3 000	0,40	1,75	3/2	3/2	33
Cens Est	25,34	3 050	0,40	1,50	3/1	3/2	33
Jallière	20,72	2 500	0,40	1,50	3/1	3/2	33

La hauteur de marnage du bassin Cens Ouest sera supérieure aux 1,50 m préconisés par le guide du SETRA. Ce choix est dicté par les limites d'emprises disponibles à l'ouest du Cens.

Les pentes des talus intérieurs du bassin Cens Ouest présenteront une pente plus raide du fait de l'espace contraint dans ce secteur. Cette sujétion nécessitera la mise en œuvre de géoconteneurs sur les pentes de talus intérieurs pour assurer le maintien de la terre sur ces derniers.

Le volume mort des bassins étant très faible et se comblant progressivement avant curage, ceux-ci ne sont pas assimilés à des plans d'eau au sens de la rubrique 3.2.3.0. de l'article R.214-1 du code de l'environnement.

- *Vérification de l'acceptation d'un nouvel évènement pluvieux décennale après 24 h de vidange*

Le respect du débit régulé à 3 l/s/ha implique des temps de vidange des bassins relativement longs (de l'ordre de 33 h). Les temps de vidange des bassins sont donc supérieurs à 24 h.

En conséquence, la DDTM de Loire-Atlantique, service Eau-Environnement a demandé un dimensionnement des bassins permettant à ces derniers d'accepter un nouvel évènement pluvial décennal après 24 h de vidange.

Tableau 71 : Caractéristiques des bassins de rétention pour l'acceptation d'un évènement pluvieux décennale après 24 h de vidange

Nom du bassin	Volume réel (en m ³)	Débit de fuite (en l/s)	Volume vidangé (Vs) en 24 h (en m ³)	Volume d'apport (Ve) (en m ³)	Volume supplémentaire à stocker si nouvel évènement pluvieux après 24 h de vidange (en m ³)
Cens Ouest	3 050	25,49	2 200	3 000	800
Cens Est	3 050	25,34	2 180	3 000	800
Jallière	2 600	20,72	1 800	2 500	700

La canalisation d'arrivée (ouvrage d'entrée) et le seuil de déversement (ouvrage de sortie) seront positionnés :

- 40 cm au-dessus du niveau haut de marnage pour le bassin Cens Ouest ;
- 30 cm au-dessus du niveau haut de marnage pour le bassin Cens Est ;
- 35 cm au-dessus du niveau haut de marnage pour le bassin Jallière ;

de manière à assurer le stockage supplémentaire sans mise en charge de la canalisation d'arrivée.

- Bassin Cens Ouest

La surverse de sécurité sera positionnée 30 cm en-dessous du niveau du chemin d'exploitation.

Avec cette hypothèse, le bassin permettra de surstocker environ :

$2\ 100\text{ m}^2 \times 1,00\text{ m} = 2\ 100\text{ m}^3$ avant débordement du bassin.

$1,00\text{ m} = 1,30\text{ m}$ (hauteur entre le haut du chemin et le haut du marnage) - $0,30\text{ m}$ (abaissement du chemin pour la surverse)

- Bassin Cens Est

La surverse de sécurité sera positionnée 30 cm en-dessous du niveau du chemin d'exploitation.

Avec cette hypothèse, le bassin permettra de surstocker environ :

$2\ 600\text{ m}^2 \times 1,00\text{ m} = 2\ 600\text{ m}^3$ avant débordement du bassin.

$1,00\text{ m} = 1,30\text{ m}$ (hauteur entre le haut du chemin et le haut du marnage) - $0,30\text{ m}$ (abaissement du chemin pour la surverse)

- Bassin Jallière

La surverse sera réalisée par 1 buse Ø 600 mm calées à 70 cm au-dessus du niveau haut de marnage.

Avec cette hypothèse, le bassin permettra de surstocker environ $1\ 600\text{ m}^3$ avant débordement du bassin.

Les trois bassins permettront donc d'accepter un nouvel évènement décennal après 24 h de vidange.

Effets attendus des mesures

Du point de vue hydraulique, les dispositifs de rétention mis en place permettront d'éviter les dysfonctionnements potentiels en aval liés à l'augmentation des débits ruisselés en période pluvieuse.

VI.1.4.3. Qualité des eaux pluviales

Un projet routier peut être à l'origine de quatre formes de pollution :

- la pollution chronique engendrée par la circulation des véhicules à moteur ;
- la pollution saisonnière liée au salage des chaussées en période de gel ou à l'utilisation d'herbicides sur les accotements ;
- la pollution accidentelle (déversement de matières dangereuses suite à un accident) ;
- la pollution pendant les travaux d'aménagement.

Ces flux de pollution doivent être analysés (composition et quantité) afin d'évaluer leurs impacts sur la qualité des milieux de la zone d'étude.

Il est aussi important de rappeler que ces impacts (en dehors de la phase travaux) ne sont pas liés au projet mais à la circulation automobile sur la voie routière lors de son exploitation.

VI.1.4.3.1. Pollution chronique

- *Évaluation des impacts*

La pollution chronique routière a des origines diverses :

- résidus issus de la combustion des carburants (hydrocarbures principalement) ;
- résidus provenant de l'usure des pneumatiques (substances hydrocarbonées, zinc) ;
- résidus métalliques divers issus de la corrosion des véhicules ;
- huiles et graisses minérales (en très faibles quantités).

Cette pollution déposée sur les chaussées est lessivée par les pluies et entraînée dans les collecteurs d'assainissement de la plate-forme puis rejetée dans le milieu naturel.

À partir des charges polluantes annuelles véhiculées par les eaux de ruissellement, les objectifs sont de :

- déduire l'impact maximal de la pollution véhiculée par les eaux pluviales lors d'un évènement pluvieux de pointe avec traitement dans le milieu récepteur ;
- déduire l'impact de la pollution chronique en estimant la concentration moyenne annuelle des rejets d'eaux pluviales avec traitement dans le milieu récepteur.

L'étude de pollution menée par le SETRA précise qu'une part importante de la pollution émise n'est pas reprise par le réseau d'assainissement, mais projetée dans l'espace environnant proche. Ainsi, pour en tenir compte une distinction a été faite entre **site ouvert** (pas d'obstacle à la dispersion par voie aérienne) et **site fermé** (la pollution s'accumule d'avantage sur la route du fait d'obstacles à la dispersion aérienne). Par ailleurs, il a été montré que les charges polluantes pouvaient différer pour un même trafic selon la présence d'obstacle ou pas à la dispersion aérienne, en section courante ou non.

Nous avons mené l'étude de pollution pour un site ouvert.

Le milieu récepteur est le Cens dont l'objectif de qualité est le bon état global.

Suivant la méthodologie du SETRA, les objectifs à atteindre pour les rejets sont les suivants :

- une qualité de rejet bonne (1B) en pollution chronique ;
- une qualité de rejet moyenne (2) en période d'orage : le dépassement temporaire d'une classe est autorisé (Source : SETRA, L'Eau et la Route).

Le débit d'étiage de l'exutoire est considéré nul.

Le tableau ci-après récapitule les charges de pollution dans le milieu naturel obtenues avec la mise en place des bassins de rétention.

Tableau 72 : Tableau de synthèse de la pollution dans le milieu récepteur avec la mise en place des bassins de rétention avec volume mort

Rejet	Paramètre	Taux d'abattement	Charge annuelle (en kg)	Concentration moyenne (en mg/l)	Concentration de pointe (en mg/l)	Concentration résultante (en mg/l)	Qualité
Cens Ouest	MES	85 %	6482,84	27,08	44,85	44,85	2
	DCO	75 %	3789,97	26,39	43,7	43,7	3
	Zn	80 %	25,56	0,14	0,24	0,24	1B
	Cu	80 %	5,93	0,03	0,05	0,05	2
	Cd	80 %	0,234	0,0013	0,0022	0,0022	1B
	HC	65 %	209,45	2,04	3,38	3,38	3
	HAP	65 %	0,026	0,0003	0,0004	0,0004	1B
Cens Est	MES	85 %	6947,59	27,08	44,85	44,85	2
	DCO	75 %	4061,67	26,39	43,7	43,7	3
	Zn	80 %	27,39	0,14	0,24	0,24	1B
	Cu	80 %	6,36	0,03	0,05	0,05	2
	Cd	80 %	0,251	0,0013	0,0022	0,0022	1B
	HC	65 %	224,46	2,04	3,38	3,38	3
Jallière	HAP	65 %	0,028	0,0003	0,0004	0,0004	1B
	MES	85 %	5352,75	27,08	44,85	44,85	2
	DCO	75 %	3129,3	26,39	43,7	43,7	3

Rejet	Paramètre	Taux d'abattement	Charge annuelle (en kg)	Concentration moyenne (en mg/l)	Concentration de pointe (en mg/l)	Concentration résultante (en mg/l)	Qualité
	Zn	80 %	21,1	0,14	0,24	0,24	1B
	Cu	80 %	4,9	0,03	0,05	0,05	2
	Cd	80 %	0,194	0,0013	0,0022	0,0022	1B
	HC	65 %	172,94	2,04	3,38	3,38	3
	HAP	65 %	0,022	0,0003	0,0004	0,0004	1B

Au regard de l'objectif de qualité retenu, ces résultats ne sont pas acceptables pour la demande chimique en oxygène (DCO) et les hydrocarbures totaux (HC).

La mise en place des bassins de rétention ne sera pas suffisante pour respecter les objectifs de qualité fixés.

• Mesures de réduction

En sortie de bassin, un ouvrage sera créé comprenant une zone de décantation facile à curer, une grille pour récupérer les flottants, un système de régulation adapté pour gérer les pluies de différentes intensités. Cet ouvrage sera équipé d'un regard siphoné permettant la décantation, le déshuilage et le calibrage des débits de fuite.

Ce traitement des eaux assuré par les bassins de rétention sera complété par la mise en en sortie de bassin d'un filtre à sable de 250 m².

Le degré de vulnérabilité élevé des eaux superficielles a été pris en compte lors de l'élaboration du dispositif de protection des eaux superficielles (mise en place du dispositif d'assainissement de la plate-forme autoroutière et du traitement des eaux pluviales avant rejet dans le milieu naturel).

Le tableau ci-après récapitule les charges de pollution dans le milieu naturel obtenues avec la mise en place d'un filtre à sable en sortie de chaque bassin.

Tableau 73 : Tableau de synthèse de la pollution dans le milieu récepteur avec la mise en place supplémentaire d'un filtre à sable

Rejet	Paramètre	Taux d'abattement	Charge annuelle (en kg)	Concentration moyenne (en mg/l)	Concentration de pointe (en mg/l)	Concentration résultante (en mg/l)	Qualité
Cens Ouest	MES	98,5 %	6482,84	2,71	4,49	4,49	1B
	DCO	93,75 %	3789,97	6,6	10,93	10,93	1B
	Zn	98 %	25,56	0,014	0,024	0,024	1B
	Cu	98 %	5,93	0,003	0,005	0,005	1B
	Cd	98 %	0,234	0,0001	0,0002	0,0002	1B
	HC	98,25 %	209,45	0,102	0,169	0,169	1B
	HAP	98,25 %	0,026	0,000013	0,000021	0,000021	1B

Rejet	Paramètre	Taux d'abattement	Charge annuelle (en kg)	Concentration moyenne (en mg/l)	Concentration de pointe (en mg/l)	Concentration résultante (en mg/l)	Qualité
Cens Est	MES	98,5 %	6947,59	2,71	4,49	4,49	1B
	DCO	93,75 %	4061,67	6,6	10,93	10,93	1B
	Zn	98 %	27,39	0,014	0,024	0,024	1B
	Cu	98 %	6,36	0,003	0,005	0,005	1B
	Cd	98 %	0,251	0,0001	0,0002	0,0002	1B
	HC	98,25 %	224,46	0,102	0,169	0,169	1B
	HAP	98,25 %	0,028	0,000013	0,000021	0,000021	1B
Jallière	MES	98,5 %	5352,75	2,71	4,49	4,49	1B
	DCO	93,75 %	3129,3	6,6	10,93	10,93	1B
	Zn	98 %	21,1	0,014	0,024	0,024	1B
	Cu	98 %	4,9	0,003	0,005	0,005	1B
	Cd	98 %	0,194	0,0001	0,0002	0,0002	1B
	HC	98,25 %	172,94	0,102	0,169	0,169	1B
	HAP	98,25 %	0,022	0,000013	0,000021	0,000021	1B

Au regard de l'objectif de qualité retenu, ces résultats sont acceptables pour l'ensemble des paramètres.

La qualité des rejets obtenue sera donc conforme aux objectifs fixés pour le milieu récepteur des eaux rejetés : qualité bonne.

Effets attendus des mesures

La mise en place des dispositifs de type rétention – décantation, régulièrement entretenu, permettra de ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines vis-à-vis de la pollution chronique. Le dispositif envisagé permettra d'assurer, par décantation, un abattement notable des concentrations de polluants véhiculés par les eaux pluviales des zones imperméabilisées.

- *Mesures de suivi*

Un an après la mise en service des dispositifs de rétention, une campagne de mesure qualifiera et quantifiera les flux hydrauliques et de pollution des rejets de chaque bassin d'assainissement des eaux pluviales par temps de pluie. Deux campagnes d'une durée unitaire d'un mois seront effectuées avec pour chacun d'elles la mesure de 3 événements pluvieux significatifs.

Effets attendus des mesures

Ce suivi permettra de vérifier le bon fonctionnement des dispositifs mis en œuvre.

VI.1.4.3.2. Pollution accidentelle

- *Évaluation des impacts*

Les pollutions accidentelles dues aux renversements de poids lourds transportant des produits dangereux sont beaucoup moins fréquentes que les accidents dus aux installations industrielles.

Toutefois, la fréquence de ces accidents n'est pas nulle et elle peut être estimée, d'après le guide de *L'eau et de la route*, grâce à une loi statistique dite de « Poisson », en fonction notamment du trafic de poids lourds.

Le calcul a été mené avec les hypothèses suivantes :

- longueur routière ou longueur d'impluvium routier en mètres = 2 000 mètres ;
- trafic en 2035 : 110 600 en véh./j. ;
- pourcentage de poids lourds : 10 % ;
- pourcentage de matières dangereuses relatif au tonnage de poids lourds : 13 % ;
- charge moyenne par véhicule : 15 tonnes.

La probabilité de déversement (accident par an) est :

$$p = \text{Nombre d'épandage annuel} \times e^{(-\text{nombre d'épandage annuel})}$$

Et le Nombre d'épandage annuel est :

$$\frac{200}{15\,500\,000\,000} \times (365 \times TMJA \times \% PL \times \text{charge PL} \times \% \text{ matière dangereuse}) \times 0,5 \times \frac{L}{1\,000}$$

Le temps de retour d'un accident (en années) est donc :

$$\frac{1}{\text{probabilité de déversement}}$$

Les résultats sont indiqués dans le tableau ci-après.

Tableau 74 : Temps de retour d'un accident sur le périphérique nord de Nantes

Longueur du projet (m)	Trafic (en véh./j.) et % PL	Trafic pondéré (en t/km/an)	Nombre d'épandages annuels	Probabilité de déversement (accident/an)	Temps de retour d'un accident (en année)
2 000	110 600 (10%)	7 871 955	0,10157	0,09176	11

- *Mesures de réduction*

Les bassins seront équipés d'un by-pass. Il permettra aux eaux de ruissellement d'éviter le bassin lorsque celui-ci aura stocké une éventuelle pollution qu'il sera nécessaire d'isoler. Ce by-pass, en fonctionnement normal, sera toujours obstrué par une cloison.

Les polluants seront ensuite récupérés par pompage ou par tout autre moyen.

Les volumes des bassins de traitement définis auront la capacité de stocker une éventuelle pollution accidentelle et permettront d'assurer l'intervention des secours, selon les préconisations du SETRA.

Effets attendus des mesures

La mise en place des dispositifs de type rétention – décantation, régulièrement entretenu, permettra de ne pas altérer la qualité des eaux superficielles et souterraines vis-à-vis d'une pollution accidentelle. Le volume des bassins de rétention est prévu pour stocker une pollution accidentelle dans le bassin.

VI.1.4.3.3. Pollution saisonnière

- *Évaluation des impacts*
- Salage

L'entretien hivernal des chaussées est réalisé à partir d'une bouillie de sel agrémentée de saumure.

Les quantités répandues annuellement sont en général de :

- 20 interventions par an de traitement préventif à raison de 10 g/m² ;
- 1 intervention par an en traitement curatif à raison de 20 g/m² en moyenne.

Bien que passagère, cette pollution constitue une source importante de contamination routière, qu'accentue fortement le stockage des sels de déverglaçage dans les dépôts sans protection exposés au lessivage des pluies. Le chlorure de sodium déposé sur la chaussée oblige à parer à trois types de conséquences :

- projection puis infiltration (de 10 à 50 m de part et d'autre de la chaussée) ;
- ruissellement puis percolation ;
- déséquilibre des milieux.

Suivant les préconisations du SETRA (*L'Eau et la route – SETRA – Novembre 1993*), on peut faire un bilan épisodique qui donne une mesure des pointes de concentration (début des périodes de fonte), grâce à la formule :

$$C = \frac{\text{quantité utilisée depuis la dernière fonte}}{\text{débit sur 6h}}$$

Avec :

Débit = module interannuel (soit un débit moyen hivernal sec) ou Q_{1an} (débit moyen de retour 1 an).

Ainsi, on peut calculer à titre indicatif la concentration résultant du lessivage de la chaussée pendant 6 heures après un apport de sel à raison de 20 g/m² sur la chaussée, par exemple au niveau des rejets.

La formule est la suivante :

$$C = \frac{\% \text{ sel} \times \text{Svoirie} \times \text{Cext}}{(m \text{ ou } Q_{1an}) \times 3600 \times \text{durée lessivage}}$$

Avec :

% sel : proportion en Cl (54%) ou Na (36%) dans NaCl ;
Svoirie : Surface de voirie en m² ;
Cext : concentration en sel apporté de l'extérieur en g/m² (ici = 20) ;
m : module en l/s ou Q_{1an} : débit moyen de retour 1 an ;
durée de lessivage : en heure (ici = 6h).

Il s'agit d'une approche très sommaire de l'effet produit par le salage dont il convient d'interpréter les résultats avec prudence.

Tableau 75 : Synthèse de la pollution saisonnière par rejet calculée à partir du module du milieu récepteur

Rejet	Surface revêtue (en m ²)	Quantité de sel (en kg)	Module (en l/s)	Durée (en h)	Concentration brute (en mg/l)	
					Cl ⁻	Na ⁺
Cens Ouest	40 200	804	210	6	94	64
Cens Est	52 757	1 055	210	6	123	84
Jallière	34 810	696	210	6	81	55

Objectif de qualité	Concentration en Cl ⁻ (en mg/l)
1A	< 100
1B	< 200
2	< 400
3	< 1 000
HC	> 1 000

Les résultats montrent, dans le cas d'un débit de référence pris égal au module interannuel, que les concentrations en sels dissous dans le Cens générées lors d'une pollution saisonnière sont assez faibles. Les résultats obtenus sont liés à une hydrologie très favorable en terme de dilution (module très élevé) du milieu récepteur, le Cens.

Au regard d'un débit de référence égal au débit de pointe des milieux récepteurs pour un événement de période de retour T = 1 an, plus proche de la réalité, on trouve les concentrations suivantes :

Tableau 76 : Synthèse de la pollution saisonnière par rejet calculée à partir du débit moyen de retour 1 an du milieu récepteur

Rejet	Surface revêtue (en m ²)	Quantité de sel (en kg)	Q ₁ (en l/s)	Durée (en h)	Concentration brute (en mg/l)	
					Cl ⁻	Na ⁺
Cens Ouest	40 200	804	3 283	6	6	4
Cens Est	52 757	1 055	3 283	6	8	5
Jallière	34 810	696	3 283	6	5	4

*Q_{1an} = 0,49 x Q_{10ans} (Instruction Technique 1977)

Les résultats montrent, dans le cas d'un débit de référence égal au débit moyen de retour 1 an, que les concentrations en sels dissous dans les eaux superficielles générées lors d'une pollution saisonnière sont quasi-nulles ; elles ne déclassent pas la qualité globale du milieu récepteur.

Aucune étude ne permet actuellement de préciser l'écotoxicologie des sels de déverglaçage. Il faut toutefois souligner que ces produits ne subissent aucun phénomène d'accumulation dans les eaux courantes.

On rappellera que la norme indique pour la consommation humaine des concentrations maximales de 150 mg/l pour le sodium (Na⁺) et 200 mg/l pour les chlorures (Cl⁻).

En ce qui concerne les effets et nuisances éventuelles sur les poissons et organismes vivants dans les eaux douces, aucun texte réglementaire national ou communautaire n'indique de norme de qualité pour les ions Na⁺ et Cl⁻.

Il n'existe pas d'étude écotoxicologique qui ait défini précisément la toxicité des sels de déverglaçage sur les organismes aquatiques.

- Produits phytosanitaires

On rappelle que l'usage de produits phytosanitaires pour l'entretien de la couverture végétale des accotements et des fossés n'est pas autorisé en vertu :

- de l'arrêté interministériel du 12 septembre 2006 qui fixe notamment une interdiction d'utilisation des produits phytosanitaires et en particulier des herbicides à moins de 5 mètres des cours d'eau, et points d'eau ;
- de l'arrêté préfectoral du 9 février 2007 concernant le département de la Loire-Atlantique qui interdit d'appliquer des produits phytosanitaires à moins de 1 mètre des berges des fossés, collecteurs d'eaux pluviales, points d'eau, puits, forages, zones régulièrement inondées. Par ailleurs le traitement direct des bouches d'égout, des avaloirs et des caniveaux est interdit.

La charge polluante inhérente à l'entretien saisonnier est difficilement maîtrisable a posteriori. La règle de la non-utilisation des herbicides par le gestionnaire sera donc appliquée. Par conséquent, il n'y aura pas de pollution saisonnière liée à ces produits.

De tels produits constituent un facteur de risque pour la qualité des eaux mais de manière indirecte et temporaire.

• Mesures de réduction

La charge polluante inhérente à l'entretien saisonnier des routes est difficilement maîtrisable a posteriori.

S'agissant d'une pollution dissoute dans les eaux de ruissellement de plate-forme, elle ne pourra être retenue par les dispositifs de rétention / décantation. Cependant, les mesures de réduction d'impact les plus efficaces ont trait à une limitation « en amont » par une meilleure maîtrise des conditions d'emploi des produits d'entretien hivernal de la chaussée.

De plus, l'usage des produits phytosanitaires sera interdit sauf en cas de dérogation accordée par les services de la Police de l'Eau sur demande dûment motivée au service de Police de l'Eau, notamment pour des espèces végétales envahissantes difficile à éliminer par des procédures d'entretien mécanique (fauchage et le débroussaillage par les engins du service des routes). Leur utilisation exceptionnelle une fois autorisée sera réduite et respectera les dosages pour lesquels ils sont destinés prescrits par la Police de l'Eau. Employés dans les conditions météorologiques sèches, les risques seront limités.

Sous réserve que l'emploi de produits phytosanitaires ou d'engrais soit justifié, les précautions à prendre sont les suivantes :

- respecter la réglementation (arrêtés préfectoraux) qui fixe les périodes d'interdiction totale d'utilisation de produits phytosanitaires ;
- utiliser le moins possible les produits phytosanitaires (limitée aux stricts besoins des espèces à traiter) ;
- utiliser des produits phytosanitaires homologués ;
- respecter les dosages, les méthodes et utiliser du matériel d'épandage adapté permettant de limiter les phénomènes de dispersion en dehors des zones à traiter ;
- appliquer les produits dans des conditions météorologiques adaptées avec proscription en cas de pluie, de période de sécheresse marquée et de vent violent.

Effets attendus des mesures

Les mesures proposées permettront de limiter les risques de pollutions saisonnières liés au salage et à l'utilisation de produits phytosanitaires.

VI.1.4.4. Zones inondables

VI.1.4.4.1. Évaluation des impacts

Afin d'évaluer l'impact de la réalisation des bassins de rétention sur les zones inondables, une étude hydraulique a été réalisée.

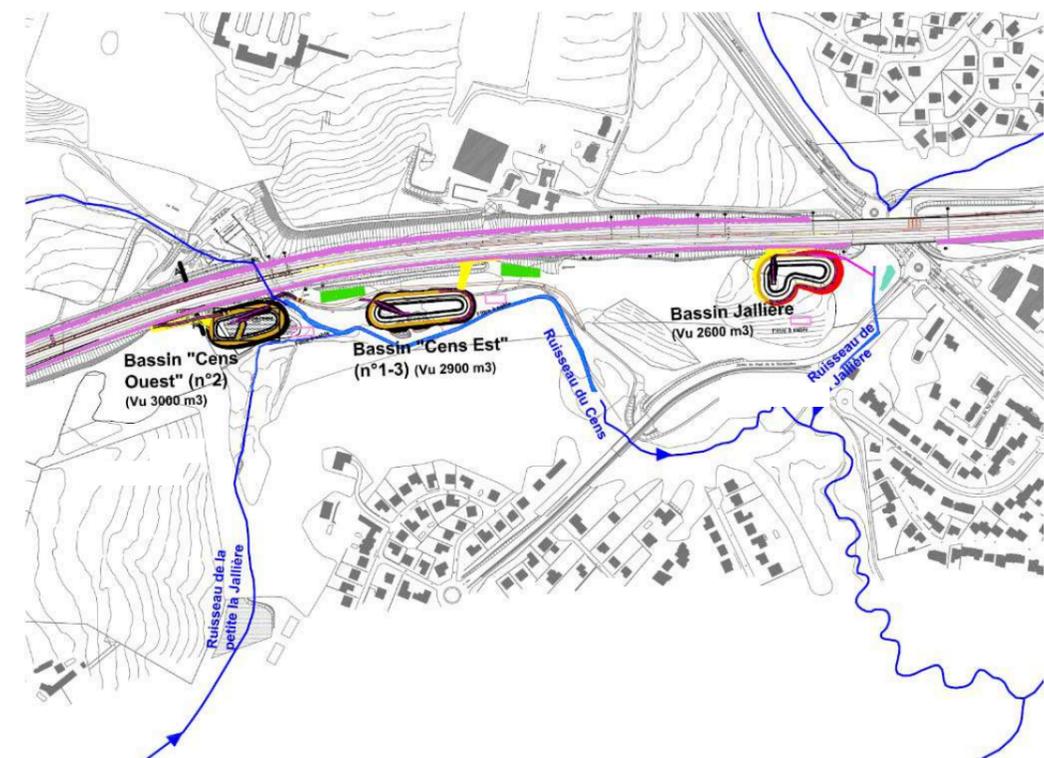


Figure 131 : Localisation des ouvrages de rétention

Le bassin de la Jallière est situé à proximité du ruisseau de la Jallière, affluent du Cens. Il est situé plus de 8 m en surplomb du ruisseau du même nom. Il n'aura donc pas d'impact sur les crues de ce cours d'eau.

Par ailleurs, ce ruisseau rejoint le Cens environ 700 m en aval du franchissement du périphérique. Les apports provenant de ce bassin n'impacteront pas les écoulements du Cens au droit des bassins Cens Ouest et Cens Est.

- *Hydrologie*

A la suite de plusieurs inondations à Orvault et notamment au niveau de l'avenue Félix Vincent (en 1995, 2000 et 2001), des études hydrauliques ont été menées pour tenter de trouver des solutions à cette problématique²⁷.

Plusieurs aménagements ont été réalisés, dont une digue au droit du périphérique permettant de stocker les eaux pour des crues en amont de la zone d'inondation. L'aménagement est composé d'une digue, d'un ouvrage de fuite (avec vanne de régulation et passe à poissons) et d'un évacuateur de crue (déversoir). L'objectif de l'ouvrage est d'écrêter les crues décennales. Pour les crues supérieures, le déversoir de crue entre en fonctionnement et l'écrêtement diminue rapidement.

Il n'existe pas de station de mesure de débit sur le bassin versant du Cens.

Les débits caractéristiques de crue sont estimés par des formules empiriques.

Le débit de pointe d'occurrence décennale a été estimé avec la méthode Socose. Le débit centennal a été calculé avec la méthode du Gradex.

Les débits caractéristiques sont donnés dans le tableau suivant.

Tableau 77: Débits caractéristiques du Cens

Débit de pointe	Cens en amont de la rétention (m ³ /s)	Cens en aval de la rétention (au niveau du franchissement du périphérique) (m ³ /s)
Q10	8,9	6,7
Q100	24,3	24,3

Le cours d'eau du Cens a possédé deux stations de jaugeage présentée dans le tableau ci-dessous. Ces deux stations ont des périodes d'observation courtes et anciennes. Elles ne permettent donc pas la définition des débits caractéristiques du Cens.

Tableau 78 : Stations hydrologiques fermées sur le Cens

Localisation	Producteur	Code hydrologique	Superficie du bassin versant (km ²)	Période de fonctionnement
Orvault	DIREN Pays de Loire (Actuelle DREAL)	M6357010	32,2	1970/1975
Orvault (Pont du Cens)	DIREN Pays de Loire (Actuelle DREAL)	M6357020	56	1969/1975

²⁷ Etude diagnostic – Saunier Techna octobre 2001 ; Création d'une digue sur le Cens en amont du périphérique – Egis Eau (anciennement BCEOM) Avril 2006.

Il n'existe pas de station de mesure sur le Cens. Cependant le personnel d'astreinte du pôle Erdre et Cens de Nantes Métropole réalise une lecture des niveaux au droit de la digue lors des crues du Cens.

Depuis la mise en place de la digue les niveaux suivants ont été observés :

Tableau 79 : Niveaux observés dans la retenue du Cens

Date	Hauteur	Surverse	Pluviométrie journalière	Pluviométrie totale sur 3 jours	Sources des données pluviométriques
24/01/2009	329 cm	22 cm	35 mm	70 mm	Nantes Métropole
14/11/2010	332 cm	25 cm	35 mm	82 mm	Nantes Métropole
24/12/2013	359 cm	50 cm	31 mm	68 mm	Météo France

La retenue du Cens a surversé en janvier 2009, novembre 2010, décembre 2013. En 2009, les travaux étaient en cours. En 2010 et 2013, cela indique que la crue avait probablement une occurrence supérieure à la crue décennale.

Aucun relevé n'a été effectué en aval de la digue.

Les données ainsi recueillies n'apportent pas d'éléments nouveaux par rapport à l'analyse hydrologique réalisée en 2006.

En effet, sur les crues récentes indiquées dans le rapport il n'existe pas de données pluviométriques infra-journalière localisées sur le bassin versant ou à proximité.

Concernant la digue du Cens à l'amont du périphérique, la seule information disponible est une estimation du niveau de surverse par les services Erdre et Gesvres de Nantes Métropole à un instant t de la crue. Par ailleurs, sur ces derniers événements, la position de la vanne et l'importance des embâcles n'est pas connue.

Aucun jaugeage, calibrage ou instrumentation n'a été réalisé sur cet ouvrage.

Aucune laisse de crue n'a été identifiée en aval immédiat de l'ouvrage et du périphérique.

Par conséquent, en l'absence d'éléments nouveaux, l'étude se base sur les débits décennaux et centennaux utilisés pour le dimensionnement de la digue du Cens. **Le débit décennal en aval de la digue est de 6,7 m³/s et le débit centennal (en considérant une surverse de la digue) est de 24,3 m³/s.**

- *Modélisation hydraulique*

Pour analyser l'impact hydraulique des aménagements sur les écoulements en crue du Cens, un modèle hydraulique du secteur a été réalisé avec le logiciel Infoworks RS, développé par le laboratoire anglais Wallingford. La méthodologie de réalisation est présentée au chapitre « XIV.1. Analyse des méthodes utilisées ».

Le modèle s'étend depuis l'amont de la digue du Cens jusqu'au pont de la Baronnière en aval, soit un linéaire d'environ 900 m.

Deux modèles ont été construits : un modèle état actuel et un modèle état futur.

Le modèle état futur intègre les modifications suivantes :

- Prise en compte des remblais dans le lit majeur au niveau des bassins de rétention Cens Est et Cens Ouest ;
- Prise en compte de l'aménagement réalisé pour l'amélioration de la franchissabilité piscicole dans le lit mineur du Cens.

La figure ci-après montre l'exemple d'un profil en travers au niveau du bassin Cens Est.

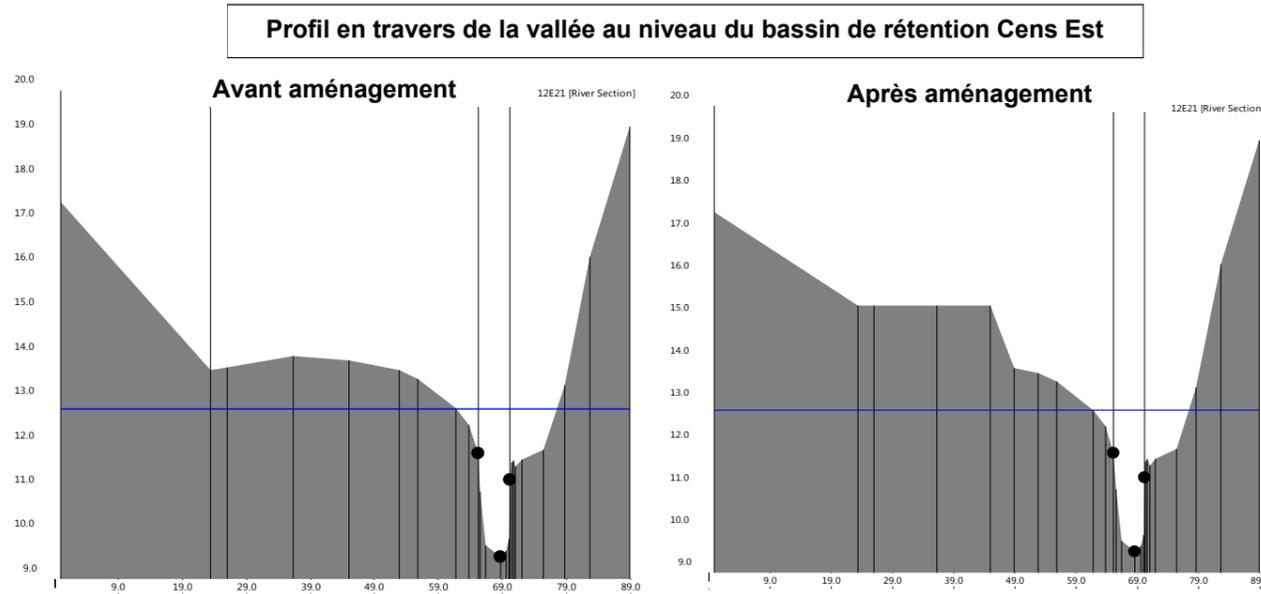


Figure 132 : Modélisation des aménagements – profil en travers au niveau du bassin Cens Est

La figure ci-après montre le profil en long du lit mineur en sortie de l'ouvrage de franchissement du périphérique.

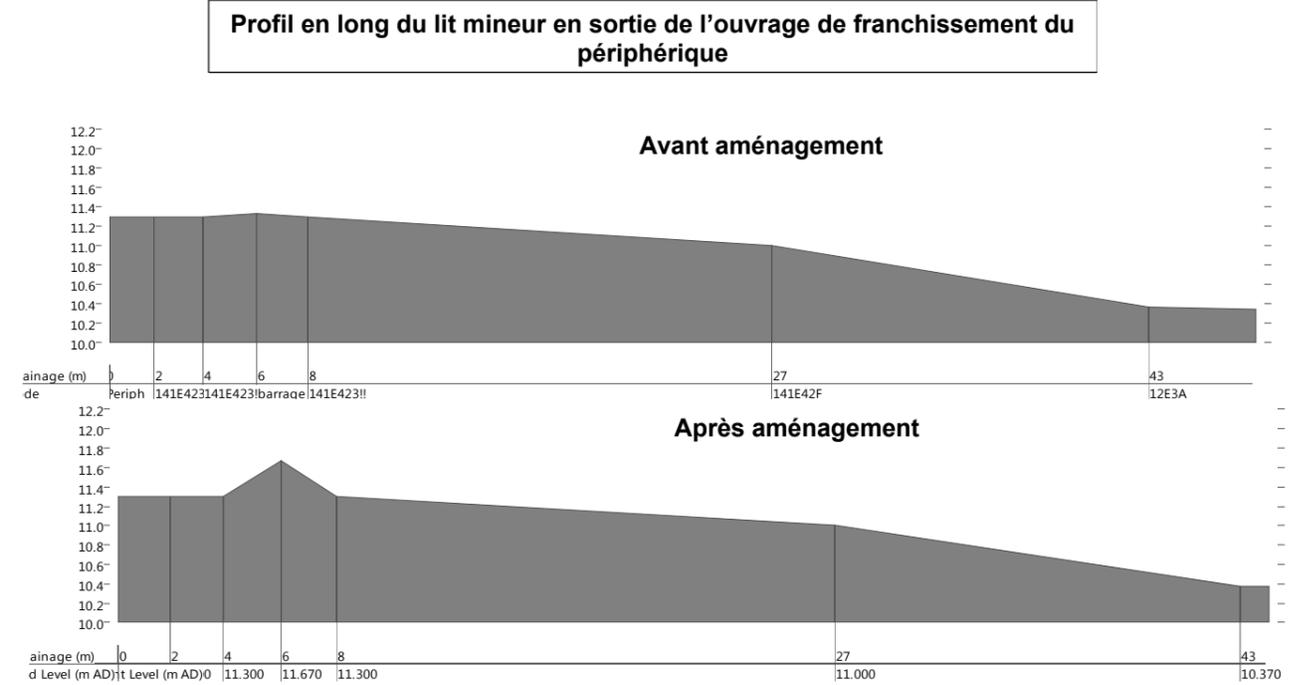


Figure 133 : Modélisation des aménagements – profil en long en sortie de l'ouvrage de franchissement du périphérique

- Résultats de la modélisation sur les niveaux de crues

Le modèle a été exploité pour calculer la ligne d'eau à l'état actuel ainsi qu'à l'état projet, pour les débits de référence Q_{10} et Q_{100} .

Les profils en long ci-dessous comparent les lignes d'eau obtenues pour chacun des débits.

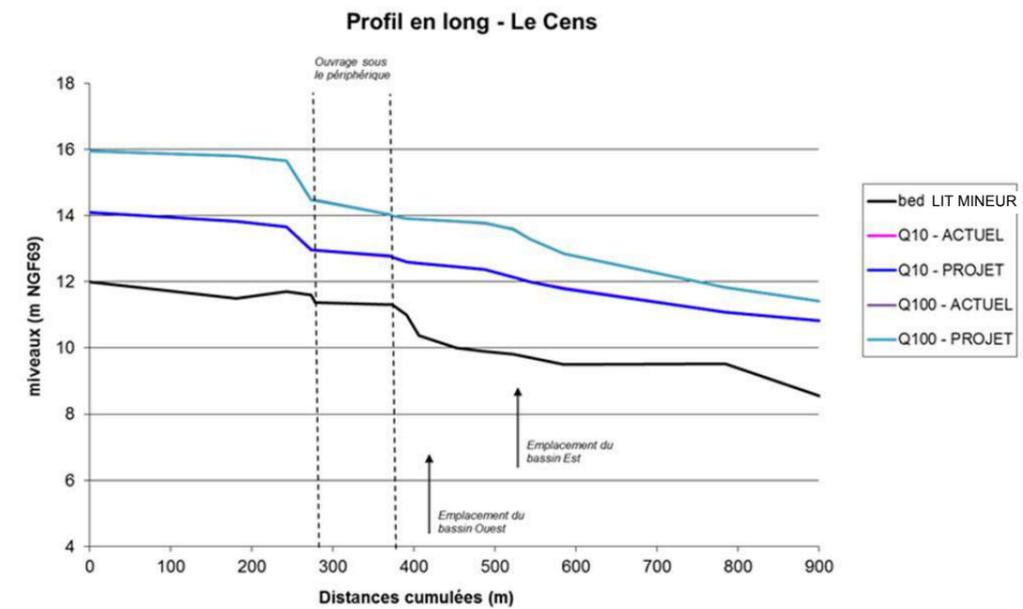


Figure 134 : Profil en long du Cens (les lignes d'eau « état projet » sont confondues avec les lignes d'eau « état actuel »)

Les cotes calculées (en m NGF) au droit des principaux enjeux sont récapitulés dans le tableau suivant.

Tableau 80 : Cotes calculées au droit des principaux enjeux

Localisation	Q ₁₀		Q ₁₀₀	
	Actuel	Projet	Actuel	Projet
Amont périphérique	12,95	12,96	14,46	14,47
Aval périphérique	12,77	12,78	14,02	14,04
Au droit du bassin ouest	12,74	12,74	13,99	13,99
Au droit du bassin est	12,15	12,15	13,58	13,59

L'impact sur la ligne d'eau pour chacun des débits est faible, de l'ordre de précision du modèle (+/- 1 cm).

L'implantation des bassins et aménagement pour la continuité piscicole ont un impact négligeable sur les écoulements en crue et ne nécessitent donc pas de mise en place de mesures compensatoires.

- *Résultats de la modélisation sur le fonctionnement des bassins de rétention Cens Ouest et Cens Est (Cf. figures pages suivantes)*

- Bassin Cens Ouest

La sortie du bassin est située à la cote 13,3 m IGN69. Le rejet passe ensuite dans un filtre à sable avec un drain à la cote 11,95 m IGN69.

Le rejet du filtre à sable est situé sous le niveau d'inondation pour la crue décennale.

Pour une crue centennale, le filtre à sable sera submergé, mais pas les digues du bassin de rétention.

- Bassin Cens Est

La sortie du bassin est située à la cote 12,5 m IGN69. Le rejet passe ensuite dans un filtre à sable avec un drain à la cote 11,15 m IGN69.

Le rejet du filtre à sable est situé sous le niveau d'inondation pour la crue décennale.

Pour une crue centennale, le bassin de rétention et le filtre à sable, ne seront pas submergés par la crue.

- Bassins Cens Ouest et Cens Est

Le fond des bassins de rétention est situé sous le niveau d'eau de la crue centennale.

VI.1.4.4.2. Mesures de réduction

Les bassins seront équipés d'une géomembrane qui permet d'imperméabiliser le fond du bassin. La géomembrane sera lestée pour éviter tout risque de décollement en cas de montée du niveau

de la nappe. Par ailleurs, un système d'évents sera mis en place afin de permettre l'évacuation des gaz.

Un clapet anti-retour sera mis en place en sortie du filtre à sable pour éviter les remontées d'eau dans l'ouvrage en cas de crue du Cens.

La berge du Cens au droit des rejets des ouvrages sera bétonnée, afin de se prémunir de tout risque d'érosion à l'avenir.

Effets attendus des mesures

Ces dispositifs permettront de limiter les risques liés à une éventuelle inondation.

VI.1.4.5. Continuité écologique du Cens

VI.1.4.5.1. Évaluation des impacts

Les buses de franchissement du périphérique nord sur le Cens devront être transparentes pour la circulation piscicole afin d'être conforme avec le classement en liste 2 au titre de l'article L.214.17 du code de l'environnement à échéance de 5 ans. Cette mise en conformité doit être réalisée avant le 22 juillet 2017.

Les espèces visées pour cette mise en conformité sont celles identifiées dans le classement : Anguille, Truite Fario, Chabot, Lamproie de Planer, Vandoise.

VI.1.4.5.2. Mesures d'accompagnement

Un aménagement pour l'amélioration de la franchissabilité piscicole dans le lit mineur du Cens sera réalisé. Il sera situé en aval immédiat de l'ouvrage hydraulique de franchissement du périphérique, et aura pour vocation de rehausser la ligne d'eau dans l'ouvrage pour rétablir la continuité piscicole dans l'ouvrage du Cens.

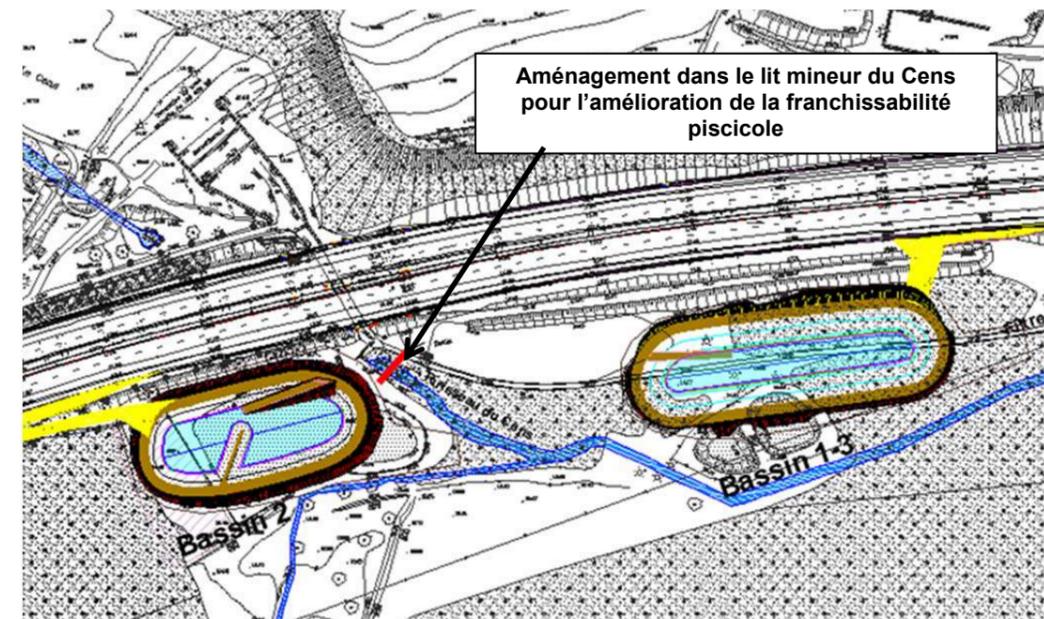
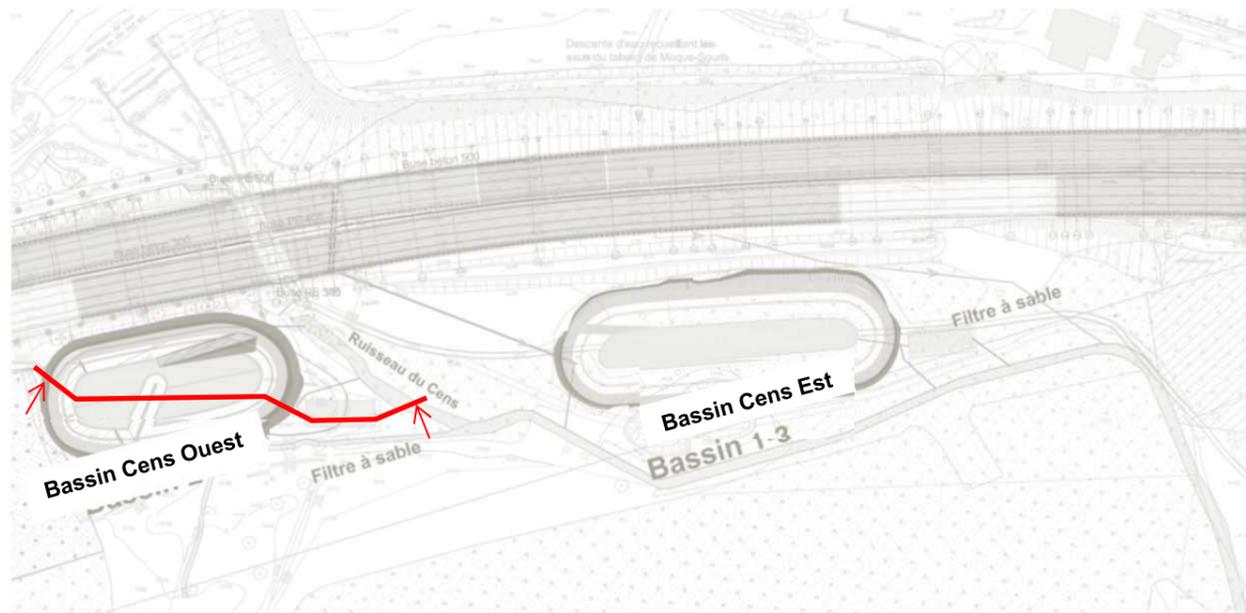


Figure 135 : Plan de localisation de l'aménagement prévue pour l'amélioration de la franchissabilité piscicole

Figure 136 : Coupe de principe et ligne de crue du bassin Cens Ouest

En rouge : la ligne de crue



BASSIN CENS OUEST (N°2)

Coupe de principe (sans échelle)

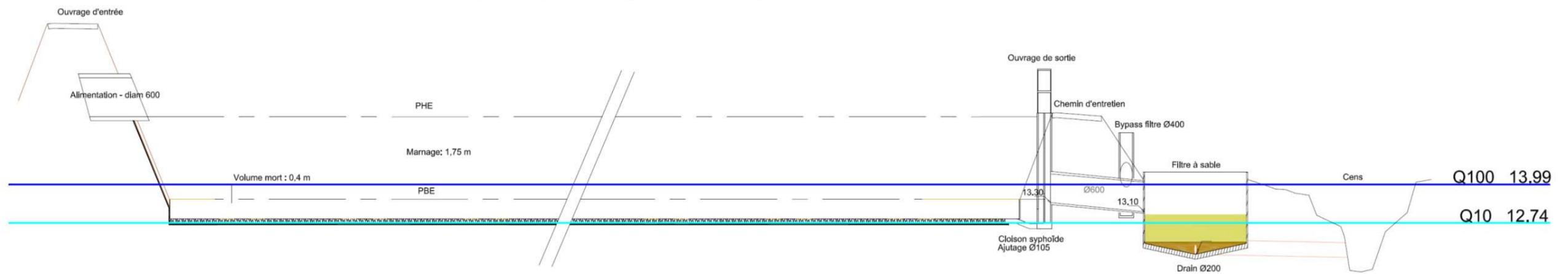
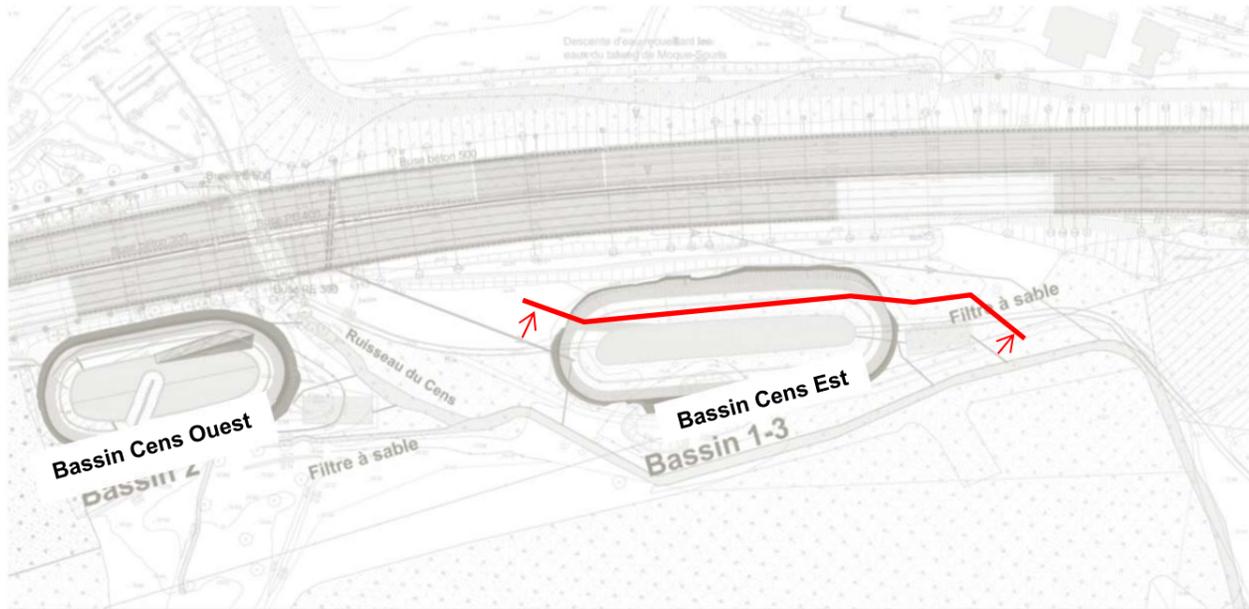


Figure 137 : Coupe de principe et ligne de crue du bassin Cens Est

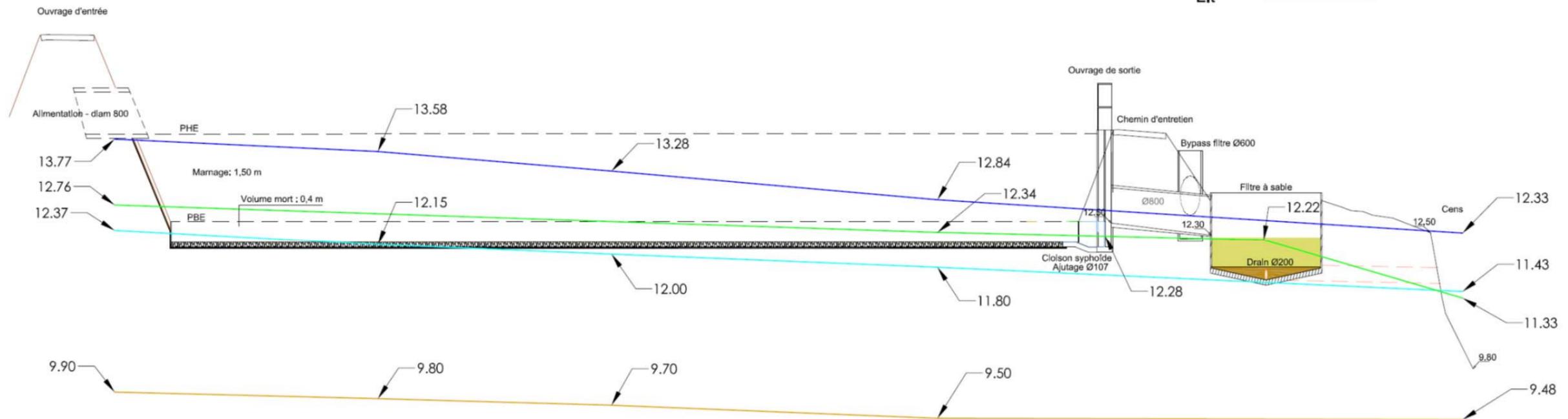
En rouge : la ligne de crue



BASSIN CENS EST (N°1-3)

Coupe de principe (sans échelle)

- Q100 ———
- Q10 ———
- Berge ———
- Lit ———



La figure et le tableau ci-dessous présentent une coupe type de l'ouvrage envisagé, ainsi que ses principales caractéristiques.

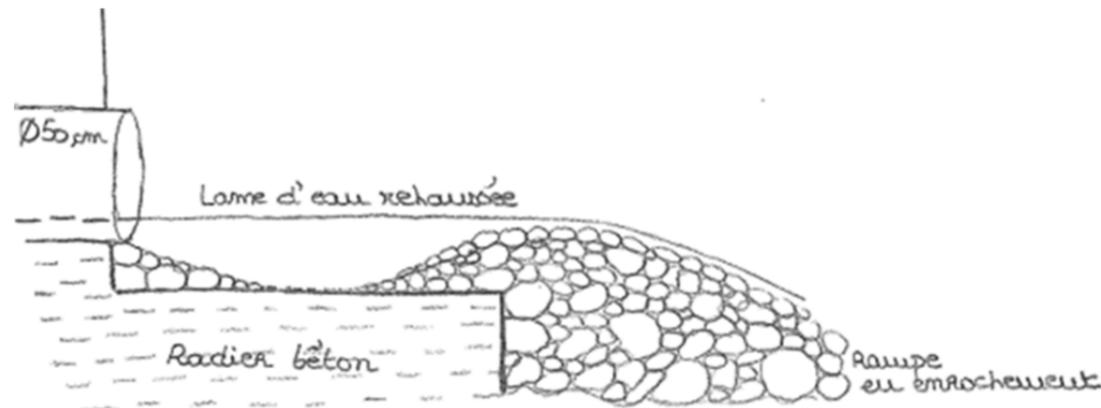


Figure 138 : Coupe type de l'ouvrage prévu pour la franchissabilité piscicole

Identification de l'ouvrage à aménager	Aménagement à réaliser
Buses de franchissement du Cens	Aménagement type rampe en enrochement pour garantir environ 30 cm d'eau dans l'ouvrage : - Cote de fil d'eau actuel des buses = 11.37 m NGF (étiage) ; - Cote haute de l'aménagement à créer = 11.67 m NGF.
	Modalité de réalisation : - Terrassements des berges et du lit ; - Mise en place d'un géotextile ; - Mise en place d'une rampe en enrochements ; - Confortement des berges en enrochements.
	Estimation financière = environ 12 000 € TTC incluant fournitures et mise en œuvre
	Voir photo suivantes : exemple de réalisation similaire (Egis Eau 2013)

Tableau 81 : Principales caractéristiques de l'ouvrage



Ouvrage non franchissable en raison d'une chute et d'un trop faible tirant d'eau



Pendant les travaux : géotextile et enrochements



Après travaux, ligne d'eau rehaussée
L'ouvrage est franchissable par les poissons

Figure 139 : Exemples de réalisations similaires

Source : Egis Eau 2013, ruisseau du Pont

L'étude hydraulique réalisée montre que l'aménagement pour l'amélioration de la franchissabilité piscicole a pour effet d'augmenter la ligne d'eau dans les buses sous le périphérique, en particulier en période de faibles débits. La figure ci-dessous illustre cela.

Cet aménagement a été pris en compte dans la modélisation hydraulique de crue du Cens (présentée dans les pages précédentes). Il n'aura pas d'incidence sur l'augmentation de la ligne d'eau de crue du cours d'eau.

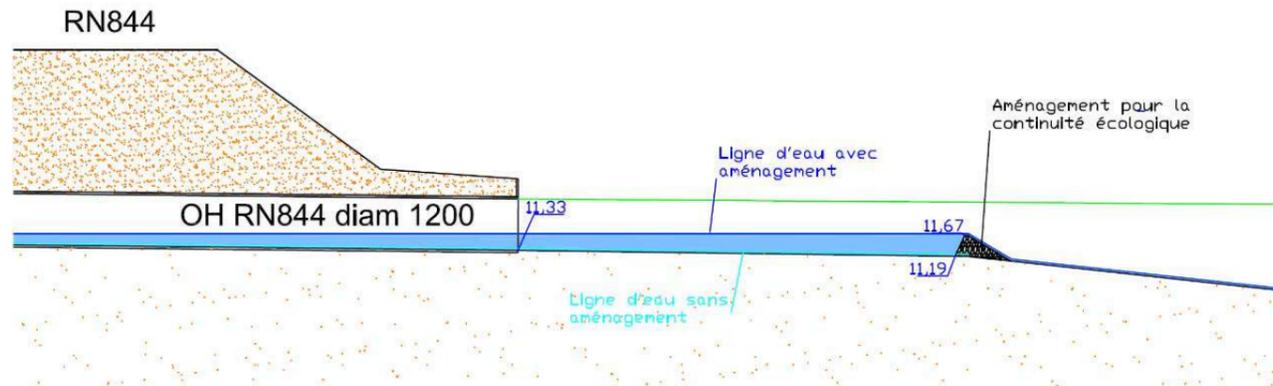


Figure 140 : Profil représentant l'impact de l'implantation de l'aménagement pour l'amélioration de la franchissabilité piscicole en période de faibles débits

Par ailleurs, l'ouvrage hydraulique situé en amont immédiat du périphérique et permettant la franchissabilité de la digue du Cens a été conçu pour être franchissable par les espèces piscicoles.

Effets attendus des mesures

Cette mesure volontaire d'accompagnement permettra le rétablissement de la continuité piscicole et une mise en conformité de l'ouvrage du Cens avec la réglementation, ce qui constitue une amélioration significative par rapport à la situation actuelle.

VI.1.4.6. Usages de l'eau

VI.1.4.6.1. Évaluation des impacts

Pour l'usage pêche, le projet n'aura aucune influence sur les habitudes des usagers. L'effet est donc neutre.

L'analyse de la pratique de la randonnée en bordure du Cens est réalisée au chapitre « VI.8. Loisirs et tourisme ».

VI.1.4.6.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.1.5. Documents de planification et de gestion des eaux

VI.1.5.1. Compatibilité avec le SDAGE Loire – Bretagne

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du bassin Loire – Bretagne fixe les objectifs fondamentaux à respecter dans le domaine de l'eau et qui relèvent essentiellement :

- *de la gestion et de la protection des milieux aquatiques :*

Le SDAGE Loire – Bretagne souligne l'importance de la protection des zones humides majeures et des milieux aquatiques.

Dans le cadre du projet d'aménagement du périphérique nord de Nantes, des mesures d'évitement et de réduction des impacts sont mises en œuvre lors de la phase de travaux dans la traversée des zones humides (emprise réduite au strict nécessaire, restauration après travaux). Elles permettront d'éviter leur dégradation ou leur destruction ainsi que de préserver leurs fonctionnalités.

Le projet a pour conséquence la destruction d'environ 0,7 ha de zones humides. Le projet prévoit la compensation de ces zones humides détruites par la restauration de zones humides.

Le projet respecte donc bien la disposition 8B-2 du SDAGE Loire-Bretagne puisque les zones humides sont compensées à hauteur de 200 % (Cf. chapitre « VI.2.2. Flore et habitats naturels (dont zones humides) »).

- *de la gestion qualitative de la ressource en eau :*

La gestion qualitative de la ressource en eau se traduit de façon synthétique, au titre du SDAGE, par la prise en compte des objectifs de qualité d'eau, le respect des normes réglementaires de qualité exigibles pour les usages locaux de l'eau, la révision ultérieure des objectifs en fonction de la sensibilité des milieux et des usages, et une série de recommandations visant à instaurer des programmes de lutte contre la pollution et un suivi de la qualité des eaux.

Le projet envisagé aura une incidence positive sur la qualité des eaux superficielles et souterraines par rapport à la situation initiale compte tenu des dispositifs envisagés pour réduire les pollutions efficacement (bassins de rétention équipés d'un by-pass, d'un ouvrage de sortie régulé avec une cloison siphonide, d'un ouvrage de surverse, etc.) (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Pour toutes les opérations au cours du chantier et dans le cadre de l'aménagement du site pour son exploitation ultérieure, toutes les précautions nécessaires à la protection des eaux superficielles seront prises, notamment pour éviter toute infiltration de produits potentiellement polluants (réglementation pour éviter et limiter une pollution en phase chantier, collecte des eaux pluviales, etc.).

- *de la gestion quantitative de la ressource en eau :*

Le projet aura une incidence positive sur la gestion quantitative de la ressource en eau. En effet, les eaux pluviales du périphérique nord de Nantes seront collectées par un réseau d'assainissement, stockées dans des dispositifs de rétention (bassins) afin de les restituer avec un débit régulé, compatible avec le débit du milieu récepteur (Cens et ruisseau de la Jallière) alors qu'en situation initiale il y a peu, voire pas, de régulation sur cette section (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

- *de la gestion des risques de crue et d'inondation :*

La gestion du risque de crue et d'inondation se traduit par trois thèmes principaux au titre du SDAGE :

- la connaissance des risques et l'occupation des sols ;
- la mise en œuvre de schémas de prévention et de protection par bassin ;
- la mise en œuvre d'une information préventive.

Les deux bassins de rétention qui sont situés dans le lit majeur du Cens n'auront aucun impact négatif sur l'hydraulique du cours d'eau (Cf. chapitre « VI.1.4.4. Zones inondables »).

Les mesures de réduction et de compensation d'impact envisagées par le projet d'aménagement du périphérique nord de Nantes font que ce dernier ne portera pas atteinte aux milieux aquatiques et aux usages de l'eau. Il est donc compatible avec le SDAGE Loire – Bretagne.

VI.1.5.2. Compatibilité avec le SAGE Estuaire de la Loire

Le règlement du SAGE Estuaire de la Loire fixe des dispositions relatives à la qualité des milieux, la qualité des eaux, les inondations, la gestion quantitative et l'alimentation en eau.

Le projet d'aménagement doit respecter ce règlement, notamment :

- Article 1 – Protection des zones humides (*En application de l'article L.211-1 du code de l'environnement, les zones humides [...] seront protégées dans leur intégrité spatiale et leurs fonctionnalités. Les remblaiements, affouillements, exhaussements de sols, dépôts de matériaux, assèchements, drainages et mises en eau y seront interdits sauf dans le cadre d'un projet relevant de l'article 2 [...], devront faire l'objet d'une gestion permettant de préserver leurs fonctionnalités. [...]*) ;
- Article 2 – Niveau de compensation suite à la destruction de zones humides (*Dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative possible avérée, à la destruction d'une zone humide, les mesures compensatoires devront correspondre au moins au double de la surface détruite, de préférence près du projet, au sein du territoire du SAGE. Elles permettront : la restauration ou la reconstruction de zones humides dégradées de fonctionnalité équivalente, la création d'une zone humide de fonctionnalité équivalente, un panachage de ces deux mesures si nécessaire. [...]*) ;
- Article 10 – Règles relatives à la limitation des ruissellements et à l'érosion des sols (*La destruction d'éléments stratégiques, tels que les haies ou les talus, ayant une fonction dans la limitation des ruissellements et de l'érosion des sols [...] devront être compensés a minima par la création d'un linéaire identique à celui détruit et présentant des fonctions équivalentes*) ;

- Article 12 – Règles spécifiques concernant la gestion des eaux pluviales (*Les aménagements [...] auront pour objectif de respecter un débit de fuite de 3 l/s/ha pour une pluie d'occurrence décennale. En aucun cas ce débit de fuite ne pourra être supérieur à 5 l/s/ha. Dans les secteurs où le risque inondation est particulièrement avéré (secteur où un PPRI est prescrit, zones où l'on possède une vision historique d'épisodes de crues importantes), les projets [...] devront être dimensionnés sur une pluie d'occurrence centennale. [...]*).

Le projet d'aménagement prévoit la compensation liée à la destruction de zones humides (Cf. chapitre « VI.2.2. Flore et habitats naturels (dont zones humides) ») et la prise en compte de la qualité des eaux et de la gestion des eaux pluviales (Cf. chapitre « VI.1.4. Eaux superficielles »).

Il est donc compatible avec le SAGE Estuaire de la Loire.

VI.2. Milieux naturels

Références cartographiques : Impacts de l'aménagement du périphérique nord sur le milieu naturel ; Mesures en faveur du milieu naturel

VI.2.1. Espaces protégés et zones d'inventaires

VI.2.1.1. Évaluation des impacts

Le projet n'aura pas d'impact permanent direct sur le réseau Natura 2000 compte-tenu de sa nature, de la distance et de la fragmentation des habitats entre le périmètre d'étude et les sites Natura 2000 situés localement.

Toutefois, la qualité du Cens pourra être altérée en phase exploitation (pollutions, etc.), pouvant induire des impacts indirects sur les sites Natura 2000 situés en aval.

Le projet d'aménagement n'aura également aucun effet sur la forêt urbaine recensée à proximité du périphérique nord (Gournerie, au sud-ouest de la porte d'Orvault situé à environ 1,3 km de l'emprise du projet). En effet, cette zone n'est pas touchée par le projet.

VI.2.1.2. Mesures de réduction

Un système d'assainissement sera mis en place aux abords de la plateforme routière du périphérique nord.

Effet attendu des mesures

Les dispositifs d'assainissement mis en place permettront de ne pas dégrader les habitats en phase exploitation, y compris les habitats situés au niveau des sites Natura 2000 en aval du Cens.

En outre, la qualité de l'eau sera améliorée par rapport à la situation actuelle en phase exploitation grâce à la mise en place des bassins d'assainissement.

VI.2.2. Flore et habitats naturels (dont zones humides)

VI.2.2.1. Évaluation des impacts

- Analyse générale

L'implantation du projet provoquera une destruction et une altération des plantes et des habitats en présence situés dans la zone d'influence du périphérique.

Les plantes et les habitats seront détruits de manière permanente dans le cas des habitats présents sous-emprise projet (bassins et plateforme) sur une surface totale d'environ 2,35 ha. Il s'agit des habitats suivants :

- Aulnaie riveraine (Code Corine biotopes : 44.3 / Code Natura 2000 : 91E0*) sur 0,57 ha ;
- Hêtraie neutrophile et haie arborée (Code Corine biotopes : 41.13) sur 1 ha ;
- Culture annuelle et terre labourée (Code Corine biotopes : 82.1) sur 0,04 ha ;

- Mégaphorbiaie (Code Corine biotopes : 37.1 & 37.1 / Code Natura 2000 : 6430) sur 0,01 ha ;
- Prairie humide à joncs (Code Corine biotopes : 37.21) sur 0,19 ha ;
- Prairie mésophile de fauche (Code Corine biotopes : 38.2) sur 0,3 ha ;
- Surface en eau sur 0,24 ha, correspondant aux bassins actuels.

De plus, certains habitats présents sous-emprises temporaires de chantier, notamment les milieux boisés, ne retrouveront pas à court terme leur fonction initiale une fois le chantier terminé. Pour ces habitats, l'impact sera également qualifié de permanent. Afin de limiter ces effets considérés comme permanents, les emprises chantier ont été réduites au maximum.

- Cas des zones humides

Les impacts de la section courante sur les zones humides seront nuls. En effet, bien que de très légères emprises supplémentaires sur le milieu naturel soient présentes du fait de la reprise de talus et des emprises temporaires de chantier, aucune emprise liée aux aménagements de la section courante n'empiètera sur la zone humide. Ainsi, aucun impact n'est identifié.

Les impacts liés à l'implantation des bassins d'assainissement sont directement liés à la superficie consommée sur la zone inondable et humide du Cens et concernent les bassins Cens Est et Cens Ouest, le bassin dit de la Jallière restant hors zone humide.

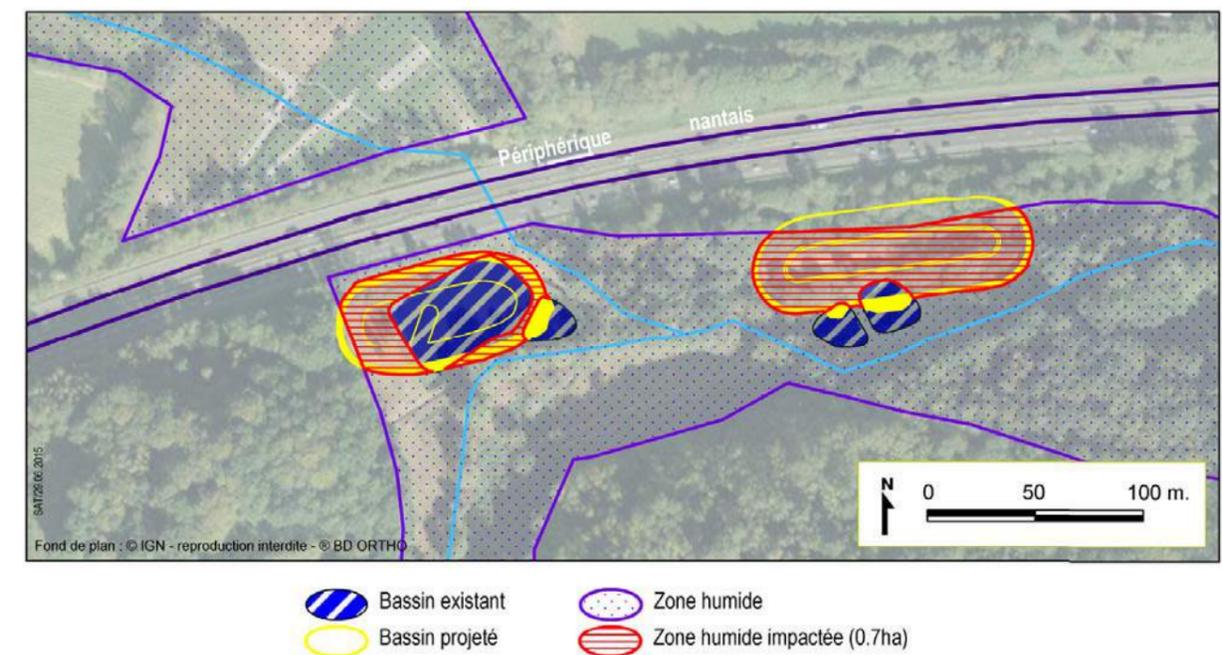


Figure 141 : Impact de l'implantation des bassins d'assainissement sur les zones humides

Les impacts permanents consisteront en la suppression d'environ 0,7 ha de zones humides ne prenant pas en compte les surfaces en eau correspondant aux bassins de rétention existants (implantation définitive des bassins). Cette surface détruite ne représente que 3,6 % de la surface de zones humides présentes dans l'aire d'étude (19,3 ha).

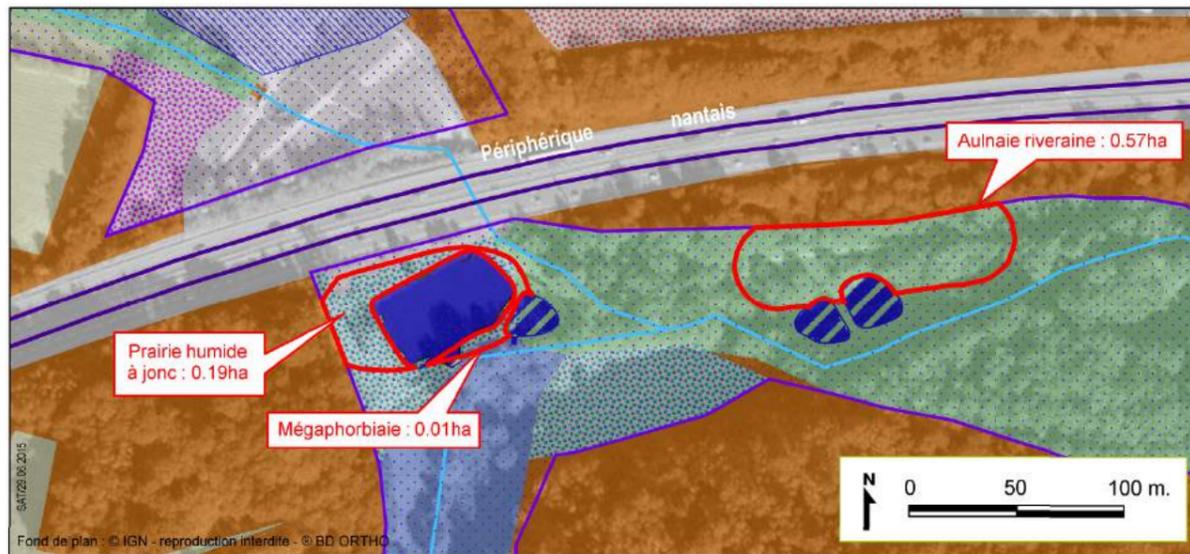


Figure 142 : Impact de l'implantation des bassins d'assainissement sur les habitats naturels humides



Figure 143 : Zones humides impactées par le projet. 1-A l'ouest du Cens. 2-A l'est du Cens

Le SDAGE Loire – Bretagne et le SAGE Estuaire de la Loire impose des prescriptions en terme de compensation de zones humides :

- Selon la disposition 8B-2 du SDAGE, dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative avérée, à la disparition de zones humides, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir, dans le même bassin versant, la recréation ou la restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité. **À défaut, la compensation porte sur une surface au moins égale à 200 % de la surface supprimée.**

- Selon l'article 2 du règlement du SAGE, dès lors que la mise en œuvre d'un projet conduit, sans alternative possible avérée, à la destruction d'une zone humide, **les mesures compensatoires devront correspondre au moins au double de la surface détruite**, de préférence près du projet, au sein du territoire du SAGE. Elles permettront : la restauration ou la reconstruction de zones humides dégradées de fonctionnalité équivalente, la création d'une zone humide de fonctionnalité équivalente, un panachage de ces deux mesures si nécessaire.

VI.2.2.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Lors de la comparaison des scénarios, celui présentant le moins d'emprises sur le milieu naturel a été retenu. Aussi, la première mesure en faveur de la flore et des habitats (dont zones humides) consiste en une mesure d'évitement via le choix de la solution la moins impactante. Par ailleurs, le projet ne perturbera pas l'alimentation des zones humides préservées.

Les mesures d'évitement principales concernent les bassins de traitement des eaux de ruissellement de chaussée.

Dans le cadre de la réalisation des voies auxiliaires d'entrecroisement sur le périphérique nord, l'État a souhaité remettre à niveau le système d'assainissement du secteur. Afin de résoudre ces problèmes, le réseau d'assainissement longitudinal est intégralement refait et les bassins de rétention des eaux pluviales sont redimensionnés. Le choix des lieux d'implantation des bassins a été longuement réfléchi (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Effets attendus des mesures

Cette optimisation de l'emprise du projet permet de préserver les habitats naturels et les espèces qui s'y développent.

- *Mesures de réduction*

Pour la flore et les habitats, les mesures de réduction qui seront mises en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement (voir chapitre assainissement).

Le tableau ci-après décrit l'intérêt des zones humides préservées vis-à-vis des différentes fonctions des zones humides, avant la réalisation du projet et après la mise en place du système d'assainissement.

	Intérêt fort
	Intérêt moyen
	Intérêt faible
	Pas d'intérêt

Critère		Zones humides existantes préservées avant réalisation du projet	Zones humides préservées après la mise en place du système d'assainissement
Situation			
		En bordure du Cens, à l'aval immédiat du périphérique nord.	
Fonctions physiques	Extension des crues	Site situé en zone inondable.	
	Régulation des débits d'étiage	Site qui participe au soutien d'étiage du Cens. Cependant, la présence des bassins de rétention existants limite cette fonction.	Site qui participe au soutien d'étiage du Cens. Cependant, la présence des nouveaux bassins de rétention limiteront encore plus cette fonction.
	Protection contre l'érosion	Zone végétalisée et arborée qui participe à la protection contre l'érosion liée au Cens.	Fonction qui s'exprimera sur une surface plus faible.
	Stockage des eaux de surface et tampon	Stockage des eaux de pluie qui tombent à son aplomb.	
Fonctions biogéochimiques	Régulation des nutriments	Zone assurant un rôle d'épuration du fait de l'absence d'un réseau de traitement approprié des eaux de ruissellement de la plate-forme routière du périphérique nord.	Amélioration de la fonction épuratrice du fait de la mise en place d'un réseau séparatif de traitement des effluents routiers pour le périphérique puisque la charge en effluents routiers sera moindre (notamment en matières en suspension (MES), supports de la pollution routière, qui ont tendance à colmater les sols en aval de l'infrastructure).
	Rétention des toxiques		
	Interception des MES		
Fonctions écologiques	Corridor écologique	Zone située dans le corridor écologique du Cens.	
	Enjeux des habitats et des espèces	Habitats humides ouverts et boisés présentant un enjeu fort pour la faune.	Habitats boisés humides présentant un enjeu assez fort pour la faune (perte surfacique d'habitats naturels).

Critère		Zones humides existantes préservées avant réalisation du projet	Zones humides préservées après la mise en place du système d'assainissement
	Alimentation / reproduction de la faune	Zone en bordure du Cens qui présente un intérêt pour la faune (habitats favorables au repos et à la reproduction des mammifères, des reptiles, habitats favorables à l'accueil des oiseaux, des insectes).	Zone en bordure du Cens qui présente un intérêt pour la faune sur une surface plus réduite.
Fonction socio-économique		Site traversé par un chemin piétonnier.	Maintien du chemin piétonnier avec un tracé modifié (passage entre le Cens et le bassin de rétention Cens Est).

Après aménagement, les fonctions de la zone humide seront sensiblement les mêmes qu'aujourd'hui, mais s'exprimeront sur une surface plus réduite. Les nouveaux bassins routiers, isolés d'un point de vue hydrologique du reste de la zone humide, auront un rôle épuratoire important. En récoltant les eaux de plate-forme, ils assureront de plus un faible rôle écrêteur de crue (la pluie décennale sera stockée et relarguée à un débit de 3 l/s/ha). Le rôle de soutien d'étiage, quant à lui, restera faible (les bassins sont remplacés par des remblais).

La perte fonctionnelle associée à l'aménagement est donc relativement faible : les fonctions épuratoires et hydrauliques s'exprimeront sur une surface plus faible mais de manière plus efficacement, via le maintien d'une végétation permanente.

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation.

- *Mesures de compensation*

Une compensation des surfaces de zones humides impactées sera réalisée dans le même bassin versant, à proximité immédiate du projet. En accord avec le SDAGE Loire – Bretagne (disposition 8B2) et l'article 2 du règlement du SAGE Estuaire de la Loire, il s'agira d'une restauration de zones humides équivalentes sur le plan fonctionnel et de la qualité de la biodiversité et d'une surface égale à au moins 200 % de la surface supprimée.

- *Présentation des parcelles expertisées*

~~La recherche de sites compensatoires s'est faite dans le même bassin versant que les zones humides détruites, au plus proche du projet. Après plusieurs visites sur le terrain, des échanges avec Nantes Métropole et la ville d'Orvault, et des expertises complémentaires, il s'est avéré que le secteur localisé en bordure sud du Cens, au nord du périphérique se justifiait comme étant le site permettant de répondre le mieux au besoin de restauration de zones humides.~~

~~La superficie des parcelles BN17, BN18 et BN19 est d'environ 1,5 ha. Ces trois parcelles appartiennent à des propriétaires privés.~~

Texte modifié dans la note complémentaire en réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale.



Figure 144 : Localisation des parcelles proposées pour la compensation des zones humides



Figure 145 : Parcelles de compensation des zones humides

Cette zone correspond à une aulnaie marécageuse dans la partie plus au sud et une aulnaie riveraine dans la partie nord au plus proche du Cens.

Ces parcelles étaient par le passé des prairies permanentes séparées par des haies bocagères, comme l'indiquent les anciennes photographies aériennes. Lors de l'aménagement du périphérique nord de Nantes, à la fin des années 1970, ces prairies étaient encore gérées de cette manière.



Figure 146 : Secteur en 1980



Figure 147 : Secteur en 1999



Figure 148 : Secteur en 2004

Par la suite, ces parcelles n'ont plus été exploitées, probablement du fait de leur enclavement entre le remblai routier et le Cens, ce qui en fait une zone fréquemment submergée. Petit à petit, elles ont été colonisées par des ligneux inféodés aux zones humides, aulnes glutineux et frênes principalement.

Ce type de boisement est souvent remplacé par des peupleraies ou drainé et défriché pour être exploité en prairie. Ce milieu a aussi tendance à évoluer naturellement vers un boisement de bois durs, frênes puis chênes lorsque les conditions hydrologiques le permettent.

Ces parcelles ne sont actuellement ni gérées ni exploitées.

- Programme de travaux envisagés

L'objectif des aménagements est de restaurer une véritable trame verte et bleue sur ce secteur de la vallée du Cens en amont immédiat du périphérique nord de Nantes. Ils permettront d'avoir une cohérence de gestion et de prise en compte des fonctionnalités de la zone humide dans sa globalité.

Les travaux viseront également à améliorer la qualité écologique du secteur.

Cette zone fera l'objet d'une acquisition foncière par le maître d'ouvrage. Celui-ci s'engage à chercher des solutions d'acquisition à l'amiable mais, afin de sécuriser le foncier lié à ces mesures compensatoires, les parcelles identifiées BN17, BN18 et BN19 sont intégrées dans le périmètre d'emprise du projet d'aménagement faisant l'objet du dossier d'enquête publique et feront ainsi l'objet, si besoin, d'une procédure d'expropriation.

Les interventions réalisées consisteront en :

- la suppression des espèces allochtones ;
- le détournage des aulnes (opération localisée qui consiste à couper les arbres gênant la croissance d'un bel arbre. Il permet de valoriser au mieux le potentiel des meilleurs arbres même en nombre limité) ;
- une réouverture de certains secteurs au sein des zones boisées avec arrachage des souches. Le dessouchage créera des trous ou d'excavations dans le terrain : ces derniers peuvent permettre la formation de gouilles qui contribuent à une diversification des habitats, intéressante sur le plan floristique et faunistique ;
- la coupe de certains arbres en têtards pour augmenter leur attrait pour la faune locale, notamment pour les chiroptères ;
- un remodelage de la topographie dans les zones redevenues ouvertes en créant des dépressions localisées permettant l'accueil d'espèces inféodées aux milieux en eau.

La gestion proposée aura pour effet de modifier la dynamique naturelle du milieu : le milieu sera constitué d'une mosaïque de zones vieillissantes et de zones en régénération « naturelle ». Cette perturbation de la dynamique naturelle évitera au milieu d'atteindre son stade terminal d'évolution, le climax.

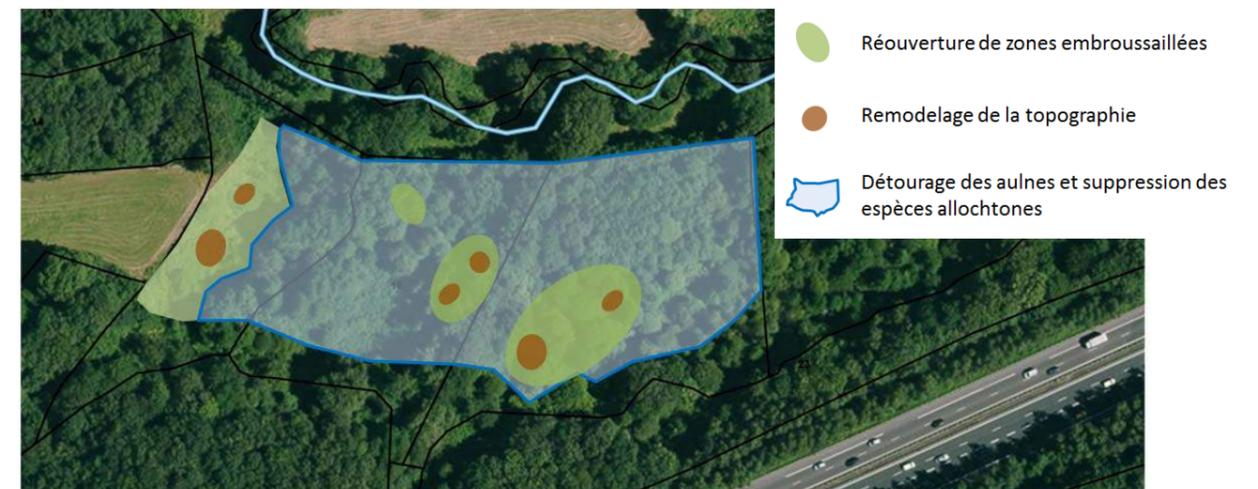


Figure 149 : Programme de travaux envisagés

Les travaux seront réalisés en début d'automne lors de conditions météorologiques favorables. L'utilisation d'engins mécanisés sera proscrite afin de ne pas détériorer la partie basse du site qui est la plus humide. L'intervention devra donc être traitée avec des outils manuels ou semi-mécanisés :

- ébrancheur pour les bois de petite taille ;
- tronçonneuse pour les gros bois et surtout les troncs.

Les arbres à abattre seront marqués par un écologue. La parcelle sera nettoyée et le bois conditionné et exporté à la fin du chantier.

- Synthèse des surfaces de compensation des zones humides

Nature de l'habitat affecté	Surface détruite par le projet	Mesure prise	Surface compensée
Prairie humide à joncs Mégaphorbiaie Aulnaie riveraine	0,7 ha	Cf. description ci-avant	1,5 ha

Au final, il s'avère que le projet prévoit la compensation des 0,7 ha de zones humides détruites par la restauration d'environ 1,5 ha de zones humides.

Le projet respecte donc bien la disposition 8B-2 du SDAGE Loire – Bretagne puisque les zones humides sont compensées à hauteur de + de 200 % malgré l'équivalence des fonctionnalités retrouvées (Cf. ci-après).

- Fonctionnalités des zones humides

Les tableaux ci-après décrivent l'intérêt des zones humides affectées et des surfaces identifiées pour leur compensation vis-à-vis des différentes fonctions des zones humides, avant la réalisation du projet et après restauration des zones humides.

Fonctionnalités actuelles

	Intérêt fort
	Intérêt moyen
	Intérêt faible
	Pas d'intérêt

Critère		Zones humides initiales affectées	Site de compensation dans son état initial
Superficie de la zone humide		0,7 ha	1,5 ha
Situation		En bordure du Cens, à l'aval immédiat du périphérique nord.	En bordure du Cens, à l'amont immédiat du périphérique nord.
Fonctions physiques	Extension des crues	Site situé en zone inondable.	Partie basse du site située en zone inondable.
	Régulation des débits d'étiage	Site qui participe au soutien d'étiage du Cens. Cependant, la présence des bassins de rétention limite cette fonction.	Site qui participe au soutien d'étiage du Cens.
	Protection contre l'érosion	Zone végétalisée et arborée qui participe à la protection contre l'érosion liée au Cens.	Zone arborée qui participe à la protection contre l'érosion liée au Cens. Cependant, les pentes parfois fortes en partie haute du site limitent cette fonction.

Critère		Zones humides initiales affectées	Site de compensation dans son état initial
	Stockage des eaux de surface et tampon	Stockage des eaux de pluie qui tombent à son aplomb.	Stockage des eaux de pluie qui tombent à son aplomb mais également les eaux de ruissellement du bassin versant amont (plusieurs écoulements préférentiels au sein du boisement).
Fonctions biogéochimiques	Régulation des nutriments	Zone assurant un rôle d'épuration faible compte tenu de la faible quantité d'eau de ruissellement qui arrive jusqu'à elle.	Partie basse du site assurant un rôle d'épuration certain du fait de sa position en bordure du Cens.
	Rétention des toxiques		
	Interception des MES		
Fonctions écologiques	Corridor écologique	Zone située dans le corridor écologique du Cens.	Zone située dans le corridor écologique du Cens.
	Enjeux des habitats et des espèces	Habitats humides ouverts et boisés présentant un enjeu fort pour la faune.*	Habitats boisés humides présentant un enjeu moyen pour la faune.
	Alimentation / reproduction de la faune	Zone en bordure du Cens qui présente un intérêt pour la faune (habitats favorables au repos et à la reproduction des mammifères, des reptiles, habitats favorables à l'accueil des oiseaux, des insectes).	Zone en bordure du Cens qui présente un intérêt pour la faune (habitats favorables au repos et à la reproduction des mammifères, des reptiles, habitats favorables à l'accueil des oiseaux, des insectes).
Fonction socio-économique		Site traversé par un chemin piétonnier.	Aucune fonction socio-économique. Présence de cheminements non canalisés.

* Un entretien a été réalisé par RTE début 2015 sous la ligne électrique entraînant une destruction régulière des boisements sous-jacents sans remise en état des milieux. C'est pourquoi l'enjeu est passé de fort à moyen.



Figure 150 : Zone déboisée sous la ligne électrique

Source : Cerema, février 2015

Fonctionnalités futures potentielles des zones humides

Intérêt fort
Intérêt moyen
Intérêt faible
Pas d'intérêt

Critère		Zones humides initiales affectées	Site de compensation après restauration
Superficie de la zone humide		0,7 ha	1,5 ha
Situation		Destruction des zones humides	En bordure du Cens, à l'amont immédiat du périphérique nord.
Fonctions physiques	Extension des crues		Partie basse du site située en zone inondable.
	Régulation des débits d'étiage		Site qui participe au soutien d'étiage du Cens.
	Protection contre l'érosion		Modifications ponctuelles de la topographie qui entrainera une amélioration de la fonction de protection contre l'érosion en ralentissant les vitesses d'écoulement des eaux.
	Stockage des eaux de surface et tampon		Stockage des eaux de pluie qui tombent à son aplomb mais également les eaux de ruissellement du bassin versant amont (plusieurs écoulements préférentiels au sein du boisement). La fonction tampon sera encore améliorée par les modifications ponctuelles de la topographie.
Fonctions biogéochimiques	Régulation des nutriments		Modifications ponctuelles de la topographie qui améliore encore cette fonction en plus de la partie basse du site qui assure déjà un rôle d'épuration certain du fait de sa position en bordure du Cens.
	Rétention des toxiques		
	Interception des MES		
Fonctions écologiques	Corridor écologique		Zone située dans le corridor écologique du Cens.
	Enjeux des habitats et des espèces		Accueil d'une biodiversité plus élevée grâce à l'ouverture de zones embroussaillées et ainsi la conservation et la création d'habitats plus variés.
	Alimentation / reproduction de la faune		La diversification des types d'habitats humides créera une diversité pour l'alimentation et le repos de la faune.
Fonction socio-économique			Balisage des cheminements actuels identifiés afin de limiter le piétinement des milieux et le dérangement des espèces.

Effets attendus des mesures

Ces mesures compensatoires permettront, à terme, d'avoir au nord de l'infrastructure une zone humide présentant une diversité importante d'habitats (boisements humides alluviaux et marécageux, mégaphorbiaie, tourbière, etc.) gérés de manière extensive et protégés par une maîtrise foncière totale. Ceci permettra, aux portes de la ville de Nantes, d'assurer la pérennité d'espaces de fort intérêt écologique et fonctionnel.

Ces mesures assureront un couvert végétal fourni en permanence et l'installation d'une végétation pérenne plus efficace dans l'élimination des nutriments.

- *Mesures de réhabilitation*

L'implantation des bassins Cens Ouest et Cens Est a été travaillée afin qu'ils se situent au maximum sur les bassins pré-existants.

Les reliquats des bassins de rétention pré-existants au sud du bassin Cens Est et du cheminement piéton seront remodelés afin de créer des dépressions humides en bordure du Cens.

Le reliquat du bassin de rétention pré-existant à l'est du bassin Cens Ouest ne pourra pas faire l'objet de cette réhabilitation car le filtre à sable en sortie du bassin est localisé à cet endroit.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Les secteurs de restauration de zones humides seront entretenues selon des modes de gestion « conservatifs » adaptés et garantis sur 20 ans.

La gestion de ces parcelles se fera par des interventions manuelles, en cherchant à accompagner une dynamique naturelle tout en conservant le bénéfice de la restauration précédemment décrite :

- Surveillance et si besoin suppression annuelle des espèces invasives (érable negundo par exemple) et détournement si nécessaire ;
- entretien des zones ouvertes, par suppression ponctuelle des jeunes ligneux et fauchage annuel des abords ;
- entretien des arbres têtards des anciennes haies intéressants pour les chiroptères et l'avifaune ;
- conservation de quelques arbres morts sous forme d'îlot de senescence pouvant accueillir des insectes saproxylophages.

Un suivi sera réalisé sur :

- la flore et de la faune devant à terme coloniser les milieux restaurés pour la fonction biodiversité ;
- l'effet des travaux de microtopographie sur la fonction épuratrice.

Ainsi, des relevés floristiques et faunistique auront lieu, un an après les travaux, puis à 3 et 5 ans. L'installation d'espèces caractéristiques de zones humides ouvertes et engorgées constituera la preuve de l'efficacité de la compensation.

VI.2.3. Mammifères terrestres et semi-aquatiques (hors chiroptères)

VI.2.3.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une destruction et en une altération d'habitats favorables à l'accueil de la mammalofaune terrestre et semi-aquatique en présence. Seul le Crossope aquatique ne sera pas impacté par le projet. En effet, ses habitats sont situés à distance des emprises du projet ; aucune diminution des surfaces d'habitats ou d'impact sur les individus n'est donc à attendre. Cette espèce n'est donc pas reprise dans les paragraphes suivants.

Les effets permanents du projet sur la mammalofaune seront les suivants :

- Perte surfacique d'habitats favorables au repos et à la reproduction des mammifères, y compris de l'Écureuil roux, du Hérisson d'Europe et de la Loutre d'Europe ;
- Impact faible sur le long terme quant à la diminution éventuelle de la taille des populations concernées compte-tenu de la proportion de surfaces impactées rapportée à la disponibilité en habitats favorables dans un rayon local.

Enfin, en phase exploitation, le risque de collision d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle reste présent.

VI.2.3.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

La démarche d'évitement menée a été la même que pour celles mises en place pour la flore. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via une optimisation des emprises, notamment celles liées aux bassins d'assainissement (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales ») et celles liées aux pistes de chantier et aux zones de dépôt sur les boisements.

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour la mammalofaune, les mesures de réduction qui seront mises en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Mise en place de clôtures à maillage adapté aux espèces en présence pour leur empêcher l'accès au périphérique (risque de collision déjà existant et non-augmenté par le projet) :
 - des clôtures dimensionnées pour la grande faune dans les secteurs de traversée potentielle, c'est-à-dire au niveau du complexe boisé de la vallée du Cens : clôture de 2 m avec 3 rangs de fils barbelés de 40 cm en présence du chevreuil ou du sanglier ;



Figure 151 : Exemple de clôtures grande faune

Source : Egis

- des clôtures à mailles fines au droit des sites fréquentés par le Hérisson d'Europe ; ces clôtures auront les caractéristiques suivantes : clôture de 80 cm de hauteur, dont 60 cm hors sol, bavolet 10 cm et 10 cm enterrés, grillages semi rigide à mailles de 5 mm x 5 mm.



Figure 152 : Exemple de clôtures à mailles progressives doublées d'une clôture basse à mailles fines 5 mm X 5 mm

Source : Egis

- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement.

La carte des « Mesures en faveur du milieu naturel » localise les secteurs où seront mises en place ces clôtures.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Les nécessités de compensation sont évaluées dans la procédure CNPN (Conseil National de la Protection de la Nature) (articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement, arrêté du 19 février 2007). Au regard de l'avancement du dossier de demande de dérogation, celui-ci conclut, pour les mammifères (Écureuil roux et Hérisson d'Europe), à la persistance d'impacts résiduels. Ceux-ci seront donc compensés (recréation d'habitats favorables à proximité des zones impactées et du périphérique, installation de piles de bois en lisière et dans les sous-bois).

Ces mesures, même si elles sont requises au titre de la flore et la faune protégées, participeront également à protéger et/ou à améliorer les espaces dits de nature ordinaire.

Effets attendus des mesures

Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Dans un premier temps, une mesure d'amélioration de la connectivité entre habitats favorables sera mise en place : plantation de bandes boisées entre les bassins Cens Est et Jallière. En outre, des arbres-tiges seront plantés le long du Cens entre les bassins Cens Ouest et Cens Est, ainsi qu'aux abords des trois bassins. Ces aménagements ont été prévus en cohérence avec les aménagements paysagers.

De même, un entretien de la ligne arborée pour maintenir la connexion entre le Cens et l'ouvrage piéton au nord-est sera réalisé.

[Les mesures de gestion et de suivi seront précisées dans le cadre du dossier CNPN.](#)

Effets attendus des mesures

- Amélioration de la transparence écologique du périphérique ;
- Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ;
- Maintien de la biodiversité ordinaire ;
- Maintien de la fonctionnalité du secteur par les mammifères (habitats de vie (reproduction, alimentation, etc.) et habitat de transit).

VI.2.4. Chiroptères

VI.2.4.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une destruction et en une altération d'habitats favorables à l'accueil des chiroptères en présence, y compris pour la reproduction et le repos.

L'effet permanent du projet sur les chiroptères est une **perte surfacique permanente** d'habitats favorables à la chasse, au repos temporaire et aux déplacements des chiroptères (ripisylve du Cens et milieux boisés riverains) sur 2,09 ha (soit 4 % de leurs habitats présents dans l'aire d'étude).

Enfin, en phase exploitation, le risque de collision d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle, reste présent mais non augmenté.

VI.2.4.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Les optimisations d'emprises recherchées lors de la définition du projet retenu, ont permis de réduire les surfaces d'emprises sur les milieux naturels, notamment pour le positionnement des bassins d'assainissement et des pistes de chantier et des zones de dépôt. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via choix de la solution la moins impactante (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour les chiroptères, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement qui permet d'éviter la pollution des milieux et ainsi le développement des insectes (orthoptères, lépidoptères, etc.), proies des chiroptères.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Les nécessités de compensation sont évaluées dans la procédure CNPN (articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement, arrêté du 19 février 2007). Au regard de l'avancement du dossier de demande de dérogation, celui-ci conclut, pour les chiroptères (Murin de Daubenton, Noctule commune, Pipistrelle commune, Pipistrelle de Kuhl et Sérotine commune), à la persistance d'impacts résiduels. Ceux-ci seront donc compensés (recréation d'habitats favorables à proximité des zones impactées et du périphérique, pose de nichoirs à chiroptères).

Effets attendus des mesures

Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Une mesure d'amélioration de la transparence chiroptérologique sera de créer une ligne arborée entre le Cens et l'ouvrage-cadre situé au nord ; ceci afin de favoriser les échanges entre le nord et le sud du périphérique : les chiroptères suivant le Cens selon la direction nord-sud seront ainsi guidés vers l'ouvrage cadre adapté à leur franchissement de l'infrastructure.

De même, un entretien de la ligne arborée pour maintenir la connexion entre le Cens et l'ouvrage piéton au nord-est sera réalisé.

~~Les mesures de gestion et de suivi seront précisées dans le cadre du dossier CNPN.~~

Effets attendus des mesures

- Amélioration de la transparence chiroptérologique du périphérique ;
- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord ;
- Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle ;
- Maintien de l'axe de vol entre le Cens et l'ouvrage-cadre piéton.

VI.2.5. Amphibiens

VI.2.5.1. Évaluation des impacts

Pour les six espèces d'amphibiens recensés dans le périmètre d'étude, les effets permanents du projet sur la batrachofaune seront les suivants :

- Perte surfacique permanente d'habitats terrestres mais pas de sites de reproduction ;
- Risque de destruction d'individus (environ 70 individus) au regard des surfaces d'habitats impactées (au maximum 1,39 ha d'habitats majoritairement d'hivernage).

Enfin, en phase exploitation, le risque d'écrasement d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle, reste présent, bien que faible pour ce groupe compte-tenu de l'absence de fréquentation par ces espèces des habitats situés immédiatement au sud du périphérique dans la vallée du Cens.

VI.2.5.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Les optimisations d'emprises recherchées lors de la définition du projet retenu, ont permis de réduire les surfaces d'emprises sur les milieux naturels, notamment pour le positionnement des bassins d'assainissement et des pistes de chantier et des zones de dépôt. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via choix de la solution la moins impactante (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour les amphibiens, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Mise en place de clôtures à maillage adapté (5 mm x 5 mm, clôture de 80 cm de hauteur enterrée sur 10 cm et bavolet de 10 cm orienté vers l'extérieur des emprises) aux espèces en présence pour leur empêcher l'accès au périphérique (risque de collision déjà existant mais non-augmenté par le projet) ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement qui permet d'éviter la pollution des milieux.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Les nécessités de compensation sont évaluées dans la procédure CNPN (articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement, arrêté du 19 février 2007). Au regard de l'avancement du dossier de demande de dérogation, celui-ci conclut, pour les amphibiens (Grenouille agile), à la persistance d'impacts résiduels. Ceux-ci seront donc compensés (recréation d'habitats favorables à proximité des zones impactées et du périphérique).

Effets attendus des mesures

Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Des petites piles de bois (0,8 m de diamètre) seront disposées de manière éparse dans la prairie humide fréquentée par les amphibiens au nord du périphérique (côté est de la vallée du Cens).

Effets attendus des mesures

- Amélioration de la qualité de la prairie humide pour les amphibiens, en leur procurant notamment des abris contre les prédateurs ;
- Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

VI.2.6. Reptiles

VI.2.6.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une destruction et en une altération d'habitats favorables à l'accueil des populations de reptiles en présence.

Les effets permanents pour les espèces de reptiles seront **la perte surfacique permanente** d'habitats exploités par les reptiles (habitats présents sous-emprise permanente pour un maximum d'1 ha).

Enfin, en phase exploitation, le risque d'écrasement d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle, reste présent.

VI.2.6.1. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Les optimisations d'emprises recherchées lors de la définition du projet retenu, ont permis de réduire les surfaces d'emprises sur les milieux naturels, notamment pour le positionnement des bassins d'assainissement et des pistes de chantier et des zones de dépôt. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via choix de la solution la moins impactante (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour les reptiles, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement qui permet d'éviter la pollution des milieux.

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Les nécessités de compensation sont évaluées dans la procédure CNPN (articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement, arrêté du 19 février 2007). Au regard de l'avancement du dossier de demande de dérogation, celui-ci conclut, pour les reptiles (Couleuvre d'Esculape, Lézard vert occidental), à la persistance d'impacts résiduels. Ceux-ci seront donc compensés (recréation d'habitats favorables à proximité des zones impactées et du périphérique, installation de piles de bois en lisière et dans les sous-bois).

Effets attendus des mesures

Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Un hibernaculum sera mis en place dans la vallée du Cens.

Le maintien de la population reptilienne sur le périmètre d'étude au niveau des secteurs réhabilités passera par la mise en œuvre de gestion conservatoire (remise en état) des habitats qui leur sont favorables, tout particulièrement les prairies humides et non-humides ainsi que par le contrôle du développement d'espèces végétales exotiques envahissantes. Pour les milieux ouverts non-humides, une gestion par fauche annuelle sur a minima 5 ans sera réalisée et les ligneux éliminés.

~~Parmi les méthodes de gestion conservatoire de prairies humides, pourront être choisis (elles seront validées par le dossier CNPN) :~~

- ~~Pâturage estival léger sur les mois de juillet et août, période mentionnée dans la bibliographie comme la plus favorable au développement de la biodiversité des prairies humides par rapport au printemps ;~~
- ~~Fauche par rotation : après quelques années de fauche annuelle une fauche par rotation sera mise en place. Par exemple, 1/3 des prairies humides sera fauché chaque année, dans le sens perpendiculaire par rapport au cours d'eau qu'elles bordent, avec exportation des déchets verts non directe, c'est-à-dire 1 à 2 jours après la fauche.~~

~~Une partie des déchets verts seront accumulés en lisière d'autres habitats, par exemple de boisements afin d'offrir abris voire zones de reproduction à des espèces faunistiques locales.~~

Effets attendus des mesures

Favorisation de l'insolation et du repos hivernal des reptiles.

VI.2.7. Oiseaux

VI.2.7.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une destruction et en une altération d'habitats favorables à l'accueil des oiseaux en présence. Certains habitats seront détruits de manière permanente (cas des boisements ainsi que de tous les habitats favorables présents sous-emprise permanente).

Les effets permanents du projet sur l'avifaune seront les suivants :

- **Perte surfacique** : à la fin du chantier, certains habitats initialement favorables ne seront plus exploitables par les oiseaux (habitats présents sous-emprise projet et boisements situés sous-emprise chantier) :
 - cortège des milieux anthropiques : 0,29 ha impactés de manière permanente ;
 - cortège des milieux aquatiques : 0,21 ha impactés de manière permanente ;
 - cortège des milieux boisés : 1,62 ha impactés de manière permanente ;
 - cortège des milieux ouverts : 0,52 ha impactés de manière permanente ;

- **Diminution numéraire des populations** : à relativiser compte-tenu du rayon d'action des espèces et de la proportion d'habitats détruits au regard des surfaces d'habitats favorables disponibles dans un rayon local.

Enfin, en phase exploitation, le risque de percuter des véhicules, déjà existant à l'heure actuelle, reste présent.

VI.2.7.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Les optimisations d'emprises recherchées lors de la définition du projet retenu, ont permis de réduire les surfaces d'emprises sur les milieux naturels, notamment pour le positionnement des bassins d'assainissement et des pistes de chantier et des zones de dépôt. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via choix de la solution la moins impactante (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Le franchissement temporaire du Cens, nécessaire au déroulement du chantier, se fera sans emprise directe sur le cours d'eau (lit et berges), limitant le risque de destruction de nids et nichées d'espèces inféodées au cours d'eau (Cygne tuberculé, Canard colvert, etc.).

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour les oiseaux, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement qui permet d'éviter la pollution des milieux.

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Les nécessités de compensation sont évaluées dans la procédure CNPN (articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement, arrêté du 19 février 2007). Au regard de l'avancement du dossier de demande de dérogation, celui-ci conclut, pour les oiseaux (cortège des milieux boisés), à la persistance d'impacts résiduels. Ceux-ci seront donc compensés (recréation d'habitats favorables à proximité des zones impactées et du périphérique, pose de nichoirs à oiseaux).

Effets attendus des mesures

Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

Une gestion adaptée du ou des site(s) de compensation retenus sera mise en œuvre sur une période minimale de 10 ans. Un suivi des populations d'oiseaux sera réalisé.

Effets attendus des mesures

- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord ;
- Maintien, dans un état de conservation favorable, des populations d'espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle.

VI.2.8. Insectes

VI.2.8.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une destruction et en une altération d'habitats favorables à l'accueil des insectes en présence. Il est noté que l'Agrion de Mercure et le Grand capricorne, deux espèces protégées avérées au nord du périphérique et dont les habitats sont situés à distance des emprises du projet ne seront pas concernés par le projet.

Les effets permanents du projet sur les populations d'insectes présents sous-emprise, y compris du Damier de la Succise, seront les suivants :

- **Perte surfacique permanente** : il s'agit uniquement des habitats d'alimentation des imagos pour le Damier de la Succise (la plante-hôte de développement des chenilles est absente, seuls des imagos peuvent utiliser le site de manière transitoire (passage) ou pour l'alimentation). La surface favorable à l'alimentation des adultes impactée de manière permanente est de 0,24 ha ;
- **Diminution numéraire des populations** : - à relativiser compte-tenu de la proportion d'habitats détruits, ainsi que de l'absence de la plante-hôte de la chenille de Damier de la Succise et du fait que l'espèce ne se rencontre dans le secteur qu'à l'état d'imago (zone d'alimentation et de dispersion possible) à une période où les travaux d'ouverture d'emprise seront terminés.

Enfin, en phase exploitation, le risque de collision d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle reste présent.

VI.2.8.2. Mesures

- *Mesures d'évitement*

Les optimisations d'emprises recherchées lors de la définition du projet retenu, ont permis de réduire les surfaces d'emprises sur les milieux naturels, notamment pour le positionnement des bassins d'assainissement et des pistes de chantier et des zones de dépôt. Aussi, la première mesure en faveur de ce groupe consiste en une mesure d'évitement via choix de la solution la moins impactante (Cf. chapitre « VI.1.4.2. Principes de l'assainissement des eaux pluviales »).

Effets attendus des mesures

Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactées et de la dégradation de ces habitats en phase exploitation.

- *Mesures de réduction*

Pour les insectes, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement qui permet d'éviter la pollution des milieux.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord.

- *Mesures de réhabilitation et de compensation*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire, les habitats du Damier de la Succise n'étant pas protégés.

VI.2.9. Poissons et agnathes

VI.2.9.1. Évaluation des impacts

Les impacts du projet sont liés à ceux sur le cours d'eau du Cens. Le projet d'aménagement du périphérique nord de Nantes n'impactera pas directement le cours d'eau en présence (Le Cens) mais des impacts indirects pourront être notés.

De plus, l'installation d'un aménagement pour la franchissabilité piscicole afin de rétablir la continuité piscicole au niveau des buses du Cens est prévue.

Le projet n'augmentera pas la fragmentation. La création de l'aménagement pour la franchissabilité piscicole vise au contraire le rétablissement de la continuité piscicole sous le périphérique de Nantes. Il s'agit donc d'un **impact positif direct**.

VI.2.9.2. Mesures

- *Mesures de réduction*

Pour les poissons, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Amélioration de la qualité des eaux (moins d'apport de pollution d'origine routière) et limitation du risque de pollution accidentelle du cens et des cours d'eau aval.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

La mise en place d'un aménagement spécifique en aval de l'ouvrage hydraulique du Cens permettra de rétablir la continuité piscicole via une augmentation de la ligne d'eau.

Cet aménagement sera réalisé en dehors des périodes de frai.

VI.2.10. Mollusques

VI.2.10.1. Évaluation des impacts

Aucun mollusque protégé n'est avéré sur le périmètre d'étude. En outre, seules des espèces aquatiques ont été recensées en amont et en aval du Cens.

Ainsi, aucun impact du projet n'est attendu sur les mollusques.

Tout comme pour les populations piscicoles et les crustacés les mollusques bénéficieront d'une amélioration de la qualité des eaux par la mise en place du système d'assainissement.

VI.2.10.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.2.11. Crustacés

VI.2.11.1. Évaluation des impacts

Aucun crustacé protégé n'est avéré sur le périmètre d'étude. L'évaluation des impacts porte sur les crustacés ordinaires.

Le projet n'augmentera pas la fragmentation. La création d'un aménagement spécifique au milieu aquatique vise au contraire le rétablissement de la continuité aquatique (groupes ciblés : poissons et agnathes) sous le périphérique de Nantes. Il s'agit donc d'un **impact positif direct**.

VI.2.11.2. Mesures de réduction

Pour les crustacés, les mesures de réduction à mettre en œuvre sont les suivantes :

- Délimitation et respect des emprises strictes du chantier ;
- Préservation de la qualité des milieux : mise en place d'un système d'assainissement.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats impactées et de la dégradation des habitats en phase exploitation ;
- Amélioration de la qualité des eaux (moins d'apport de pollution d'origine routière) et limitation du risque de pollution accidentelle du cens et des cours d'eau aval.

VI.2.12. Continuités écologiques

VI.2.12.1. Évaluation des impacts

L'implantation du projet résultera en une légère augmentation de la fragmentation en éloignant les habitats situés de part et d'autre de l'élargissement de la plateforme ; celle-ci étant nécessaire à la voie auxiliaire d'entrecroisement. Ceci reste néanmoins non significatif compte-tenu de la fragmentation déjà présente et de l'élargissement minime de l'infrastructure.

Enfin, en phase exploitation, le risque de collision d'individus avec le trafic routier, déjà existant à l'heure actuelle reste présent.

VI.2.12.2. Mesures

- *Mesures de réduction*

La délimitation et le respect des emprises chantier du projet permettront de réduire les surfaces d'habitats d'espèces localisés sous emprises et ainsi limiter la perte de continuité supplémentaire entre habitats adjacents ou déjà éloignés.

De plus, de clôtures à maillage adapté aux espèces en présence pour leur empêcher l'accès au périphérique (risque de collision déjà existant mais non-augmenté par le projet) seront mises en place.

Effets attendus des mesures

- Limitation des surfaces d'habitats d'espèces impactés sous emprises ;
- Limitation du risque de collision avec le trafic routier du périphérique nord ;
- Guidage des espèces vers les franchissements inférieurs sécurisés (ouvrages cadres) : en guidant les espèces vers les franchissements sécurisés, la fragmentation des déplacements du fait de la présence de l'infrastructure est réduite. Ceci permet de pouvoir faciliter les échanges de population entre le nord et le sud du projet.

- *Mesures de suivi et d'accompagnement*

La faune locale sera accompagnée dans ses déplacements via diverses mesures présentées dans les chapitres précédents :

- plantations de bandes boisées entre le bassin Cens Est et celui de la Jallière, et plantation d'arbres-tiges entre les bassins Cens Est et Cens Ouest, ainsi qu'aux abords des trois bassins. Ces plantations sont favorables aux mammifères situés le long du périphérique ;
- création d'un aménagement pour la franchissabilité piscicole en aval de l'ouvrage hydraulique du Cens.

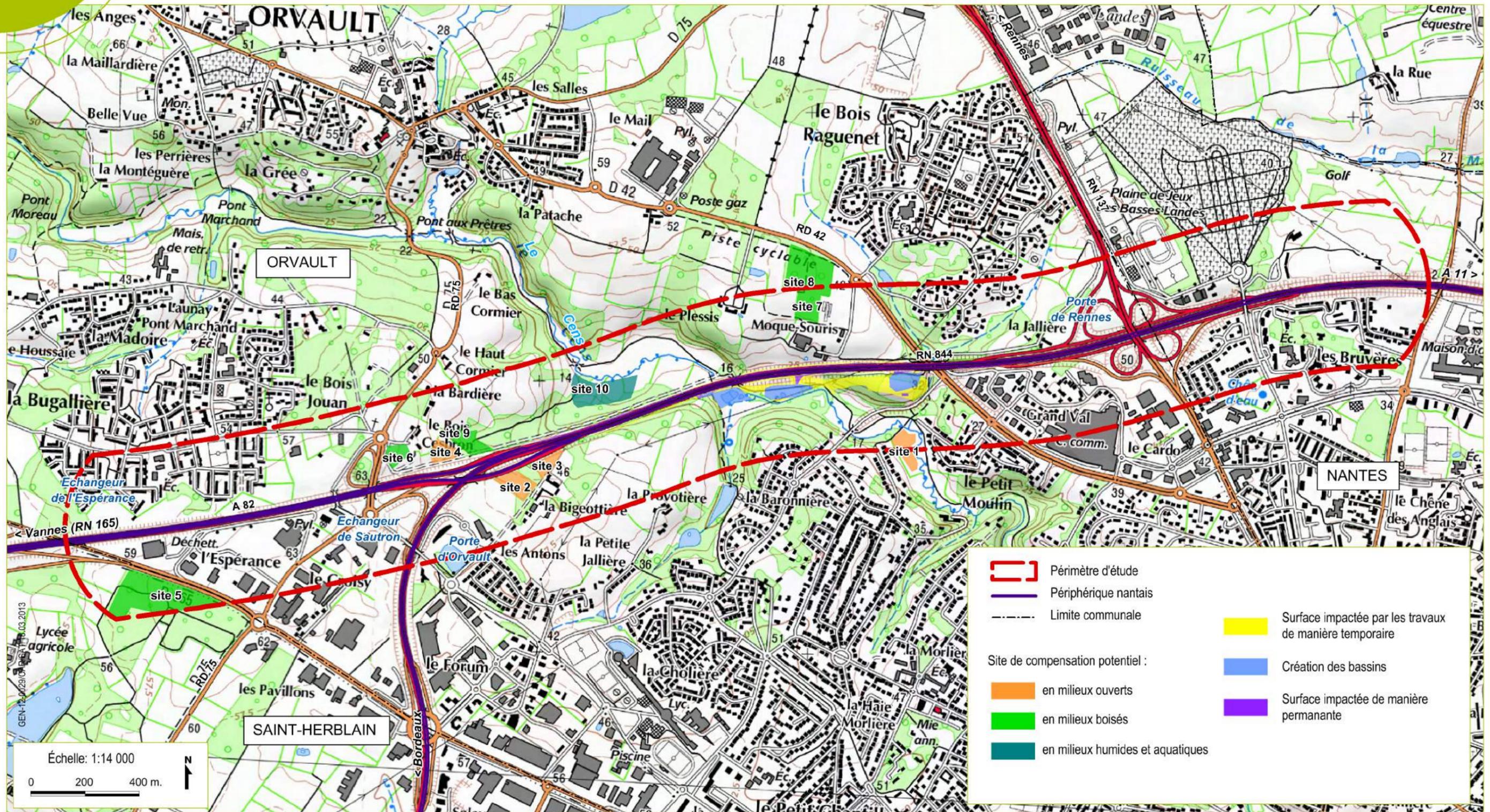
De plus, le maintien des continuités écologiques passera par un entretien adapté des aménagements et des éléments permettant la continuité écologique :

- vérification annuelle et après chaque crue de l'aménagement pour la franchissabilité piscicole et des buses du Cens. Des réparations seront réalisées si nécessaires ;
- vérification annuelle des ouvrages-cadres. Des réparations seront réalisées si nécessaires ;
- vérification et entretien des clôtures anti intrusion de la faune sur le périphérique.

Effets attendus des mesures

- Amélioration et maintien de la transparence écologique du périphérique ;
- Maintien de l'effet barrière des clôtures mises en place.

Sites de compensations



Source :
Fond de plan : © IGN - reproduction interdite - © SCAN25

VI.2.13. Procédure CNPN

Référence cartographique : Sites de compensation

Au vu des impacts du projet sur les espèces protégées, il apparaît qu'une demande de dérogation au titre des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement s'avère nécessaire. En effet, le projet conduit à des risques de destruction d'individus d'espèces de faune protégée ainsi que leurs habitats, ceci de manière permanente (cf. chapitres précédents).

Un dossier de destruction d'espèces protégées a été réalisé. Il a été soumis au CNPN qui a rendu un avis favorable en date du 5 octobre 2015.

Ce dossier a été mis à disposition du public entre le 24 septembre 2015 et le 15 octobre 2015.

Au stade actuel des études, il apparaît qu'aucun impact résiduel ne subsiste pour une espèce à enjeux fort ou majeur. Ainsi, le projet et son économie générale ne seront pas modifiés significativement suite à la procédure CNPN et la faisabilité du projet est assurée.

En outre, il est indiqué dans le présent document des possibilités de compensation pour les différents groupes d'espèces.

Les habitats naturels visés par la compensation sont les milieux boisés et leurs lisières et les milieux humides (prairie humide, mégaphorbiaie, aulnaie marécageuse, etc.).

Dix sites éligibles à la compensation ont fait l'objet d'une analyse de terrain de façon à définir celles présentant les conditions nécessaires (surfaces, fonctionnalité, types d'habitats) au maintien en état de conservation favorable des espèces nécessitant une compensation.

Le choix des parcelles expertisées s'est basé sur plusieurs critères :

- le type d'habitat fonctionnel nécessaire à la compensation ;
- la proximité des parcelles pouvant faire l'objet d'une expertise, vis-à-vis des impacts résiduels du projet (spatialisation des mesures compensatoires au plus près des zones d'impacts) ;
- la possibilité du maître d'ouvrage d'assurer la pérennité des sites de compensation éligibles de façon à maintenir dans le temps des habitats fonctionnels pour les espèces.

En premier lieu, l'ensemble des parcelles expertisées présentent des types de milieux similaires à ceux impactés : boisements, zones humides au sens large (prairies, boisements marécageux) mais en mauvais état de conservation. Ces parcelles, sur lesquelles des actions d'amélioration de l'état de conservation des habitats présents sont possibles, ont été visées car pouvant, grâce aux principes de gestion, présenter des fonctionnalités similaires aux zones d'habitats détruits.

Ensuite, ces parcelles sont toutes situées dans le même bassin versant que celui intercepté par le projet. Elles sont également toutes localisées à proximité du projet, donc des sites d'impacts. La parcelle expertisée la plus éloignée se situe à 1 300 m des emprises définitives du projet, la plus proche à 150 m. Néanmoins, la majorité des parcelles sont situées entre 150 m et 300 m du projet. Cette proximité garantit l'utilisation des parcelles de compensation par les espèces dont les habitats sont supprimés de manière définitive à proximité du projet.

Enfin, les parcelles expertisées ont fait l'objet d'une recherche foncière de manière à s'assurer que les parcelles retenues puissent être acquises par le maître d'ouvrage, et ainsi assurer leur pérennité.

Ainsi, les parcelles présentées ci-après sont celles répondant au mieux aux critères établis ci-avant.

Quatre sites correspondent à des milieux ouverts non humides en mauvais état de conservation, présentant des potentialités de compensation pour les reptiles et les oiseaux.



Figure 154 : Sites potentiels de compensation – Milieux ouverts non humides

Cinq sites correspondent à des milieux boisés en mauvais état de conservation, présentant des potentialités de compensation pour les mammifères terrestres, chiroptères, reptiles et oiseaux.



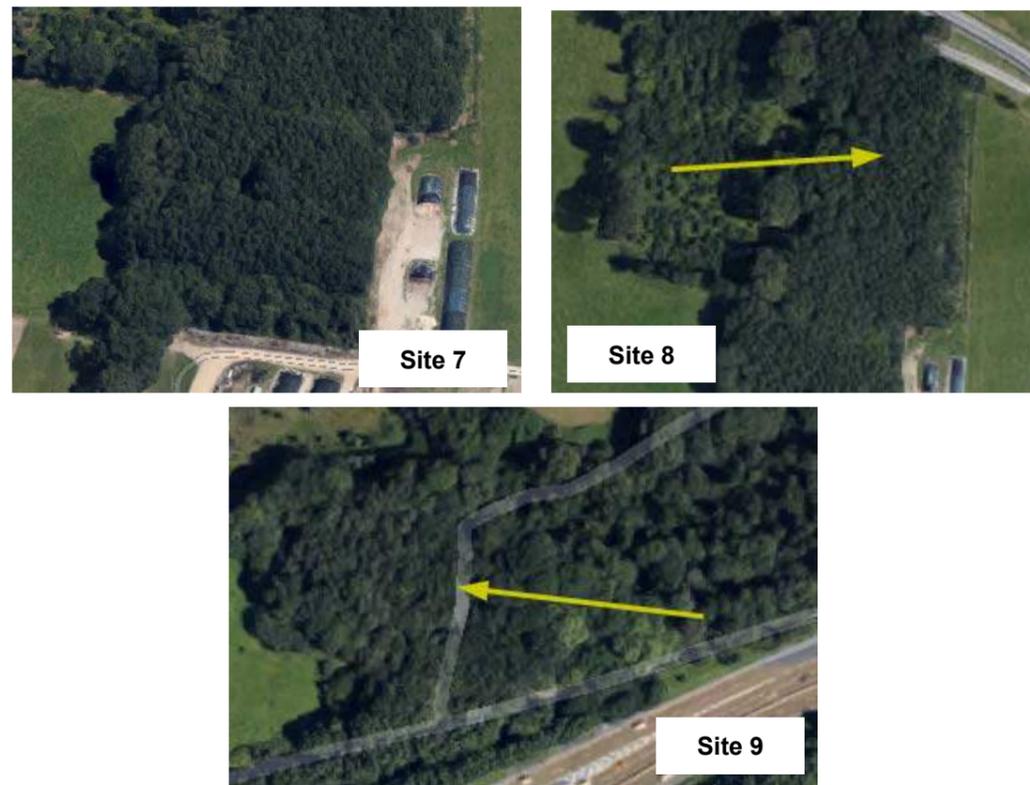


Figure 155 : Sites potentiels de compensation – Milieux boisés

Un site correspond à des milieux humides boisés présentant des potentialités de compensation pour les mammifères, amphibiens, reptiles et oiseaux.



Figure 156 : Site potentiel de compensation – Milieux humides

Selon le principe de mutualisation, les parcelles présentées au chapitre VI.2.2.2. pour la compensation des zones humides (correspondant au site 10 ci-avant) seront propices aux amphibiens pour leur reproduction, mais aussi à toutes les autres espèces de la compensation qui

utilisent ces milieux pour le repos (reptiles et oiseaux) et l'alimentation (Hérisson d'Europe, chiroptères, reptiles et oiseaux du cortège des milieux boisés).

Concernant le besoin de compensation en boisement, étant donné que les parcelles (ou sites) expertisées présentent des similitudes dans le type d'habitat, leur fonctionnalité, leur capacité d'accueil des espèces cibles et les possibilités de gestion et de pérennisation, la discrimination s'est donc faite d'une part sur la proximité des sites retenus par rapport aux habitats impactés, ainsi que leur localisation de part et d'autre du vallon du Cens, connectés à des éco-complexes soit boisés soit plus ouverts.

Ainsi, les sites 7 et 8 (parcelles BL-0017 et BL-0018) sont ceux répondant à l'ensemble des critères présentés ci-avant. La mise en œuvre des principes de gestion, décrit ci-après, est donc adaptée aux espèces ciblées sur chacun de ces 2 sites. En outre, l'ensemble des surfaces nécessaires est respecté.

Ces parcelles permettent donc de répondre au besoin de compensation pour chaque espèce.

La gestion à appliquer à chacune des parcelles retenues, présentant un type de milieu similaire (hêtraies neutrophiles (code Corine : 41.13) en état de conservation dégradé) et de faibles capacités d'accueil pour les espèces cibles à l'heure actuelle, est la même pour chaque parcelle. Celle-ci doit permettre d'augmenter les capacités d'accueil des espèces en offrant des habitats hautement favorables et permettant l'installation durable desdites espèces dans le secteur. Ces habitats compenseront donc ceux détruits de manière permanente dans le secteur immédiat et proche du projet.

Il s'agit de réaliser un taillis dans certains secteurs des boisements afin de créer une variabilité dans la structure des arbres, augmentant ainsi les opportunités de nidification pour certains oiseaux tout en apportant une plus grande quantité de substances trophiques (noisettes, baies, etc.) à des espèces comme l'Écureuil roux.

De plus, il sera nécessaire de têtardiser certains arbres pour les rendre favorables au gîte des chiroptères et à l'Écureuil roux. Enfin, une coupe sélective de 30 % des arbres (hors zone de taillis) sera réalisée pour permettre une maturation plus grande des arbres et créer ainsi des sites de reproduction pour les chiroptères, des oiseaux des milieux boisés et l'Écureuil roux. Ces secteurs seront également favorables aux reptiles, notamment la Couleuvre d'Esculape et le Lézard vert occidental, ainsi qu'à l'hivernage de la Grenouille agile.

VI.2.14. Synthèse des impacts et mesures sur le milieu naturel

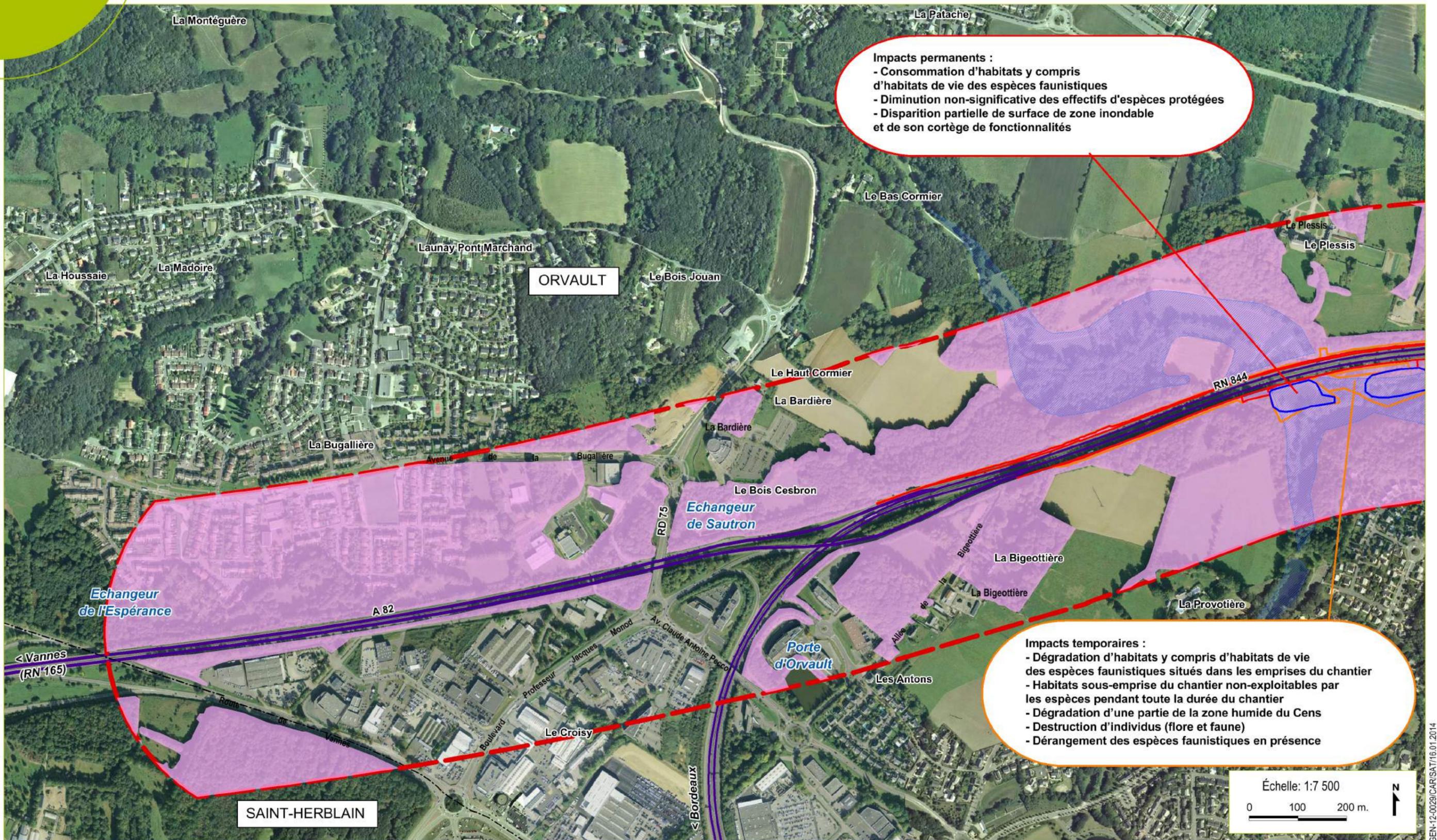
Le tableau et les cartes de synthèse pages suivantes présentent :

- les impacts permanents de l'aménagement du périphérique nord sur le milieu naturel ;
- les mesures envisagées pour éviter, réduire ou compenser les impacts du projet sur le milieu naturel.

Tableau 82 : Synthèse des impacts et mesures mises en œuvre en faveur du milieu naturel en phase d'exploitation

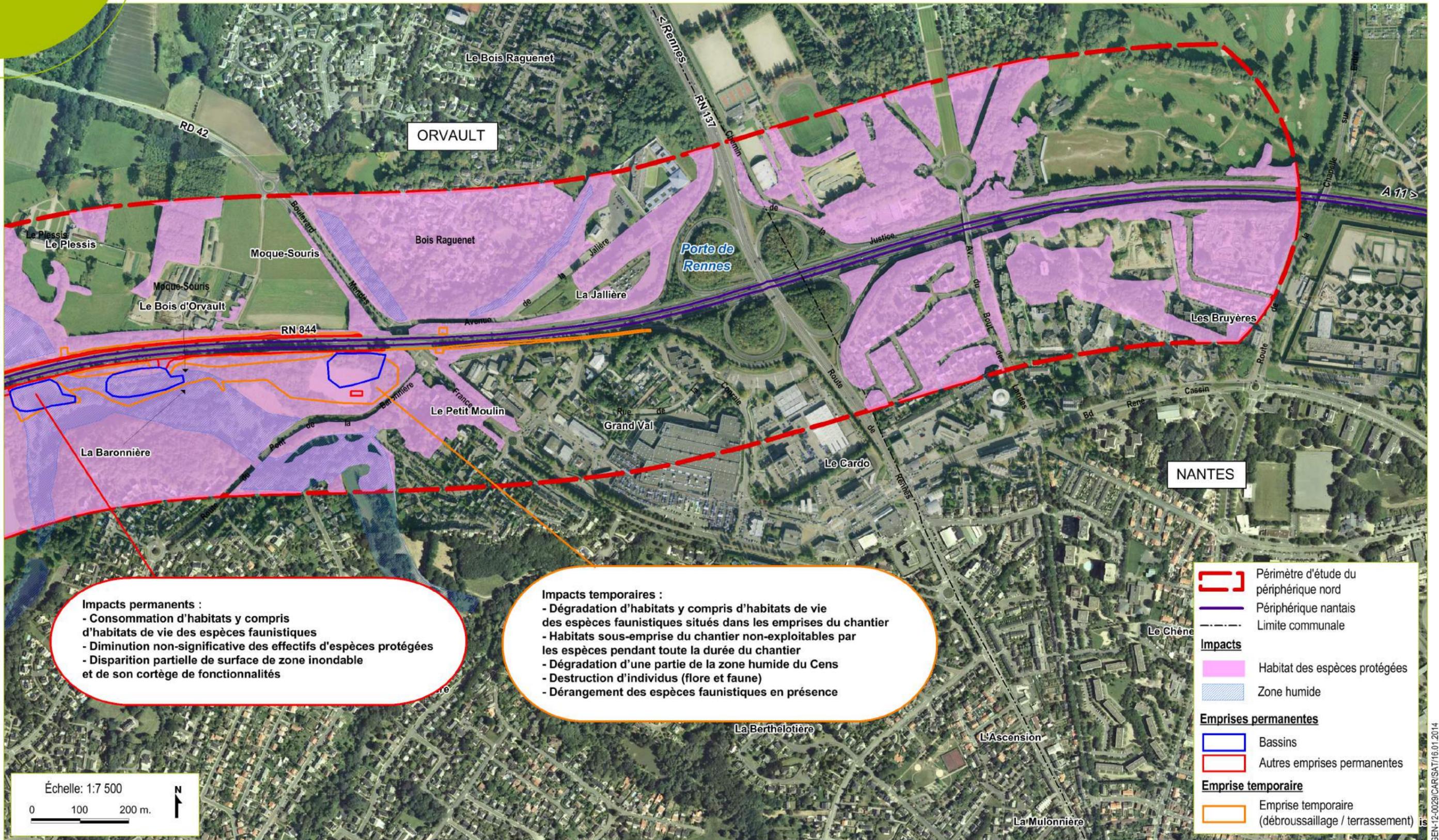
Nature de l'impact	Mesures adaptées mises en œuvre				Composantes concernées
	Éviter	Réduire	Compenser	Suivi et accompagnement	
Altération de la qualité hydrologique du Cens	-	Système d'assainissement définitif	-	Entretien du système	Espaces protégés et zonages d'inventaires, zones humides et tous groupes faunistiques
Altération et destruction d'habitats naturels	Optimisation de la taille et du positionnement des bassins pour limiter les emprises Franchissement du Cens sans emprise sur le lit mineur et les berges	Délimitation et respect des emprises Système d'assainissement définitif	Compensation des habitats d'espèces protégées	Favoriser l'utilisation de l'ouvrage-cadre : ligne arborée Plantations arborées et arbustives de réhabilitation Entretien des aménagements et gestion des sites de compensation Mise en place de piles de bois Mise en place d'un hibernaculum à reptiles dans la vallée du Cens Gestion conservatoire des prairies humides	Mammifères terrestres et semi-aquatiques, Chiroptères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Insectes, Continuités écologiques
Perte de zones humides	Optimisation de la taille et du positionnement des bassins pour limiter les emprises	Délimitation et respect des emprises Système d'assainissement définitif	Compensation des zones humides à hauteur de 200% et à fonctionnalité équivalente selon les préconisations du SDAGE	Entretien des sites de zones humides compensées	Flore, habitats naturels, zones humides, tous groupes faunistiques
Risque de collision avec le trafic et diminution numérique des populations	Franchissement du Cens sans emprise sur le lit mineur et les berges	Clôtures à maillage adapté Réhabilitation des habitats impactés	-	Entretien des clôtures	Mammifères terrestres et semi-aquatiques, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Insectes, Continuités écologiques
Impact positif : aménagement des ouvrages hydrauliques pour la franchissabilité piscicole	-	Aménagement d'un ouvrage permettant de rétablir la continuité piscicole du Cens	-	Vérification après chaque crue du bon état de l'aménagement Vérification annuelles des ouvrages cadres	Poissons et agnathes, Crustacés, Continuités écologiques

Impacts de l'aménagement du périphérique nord sur le milieu naturel (1/2)

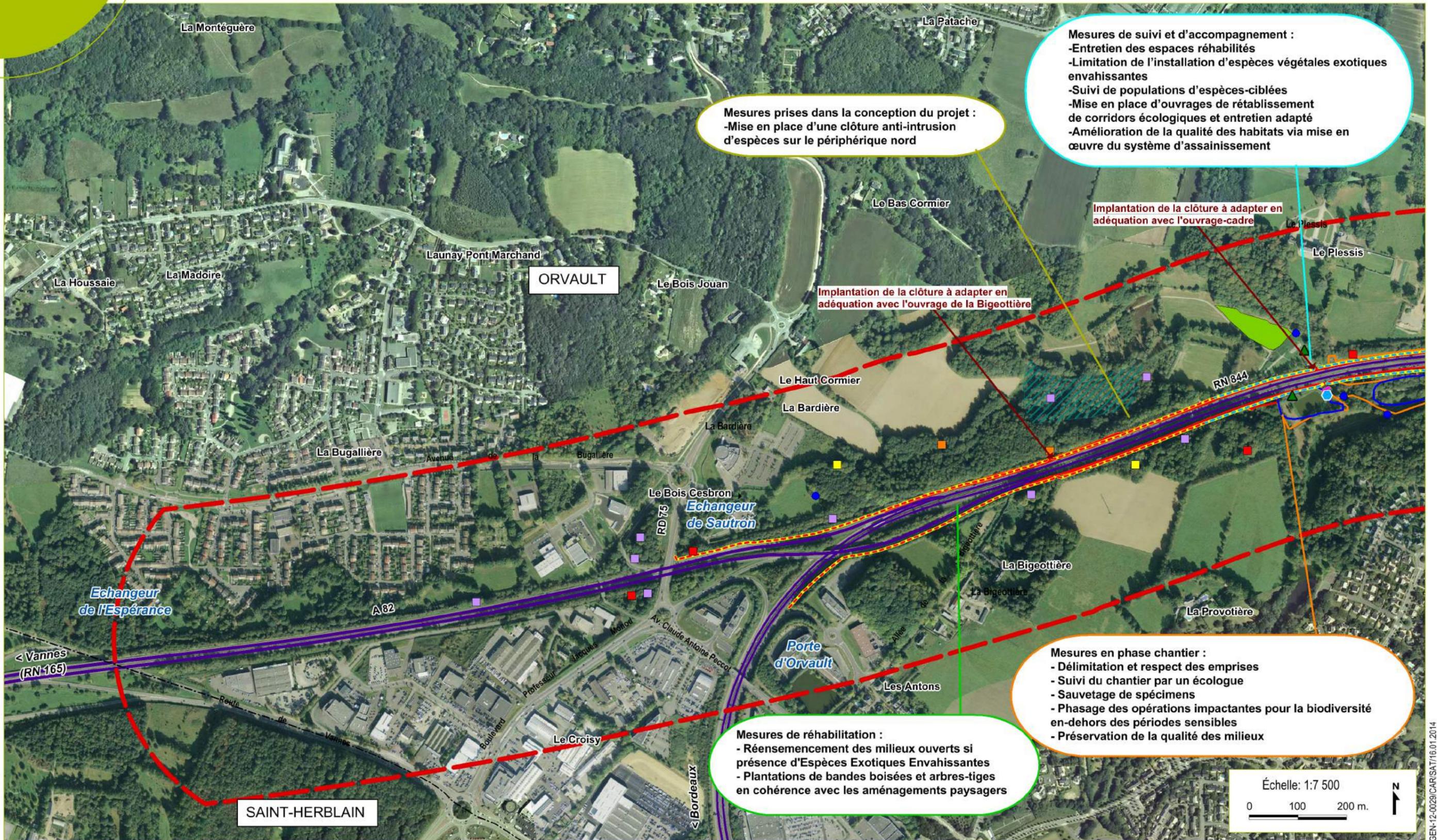


Source :
Fond de plan : © IGN - reproduction interdite - © BD ORTHO

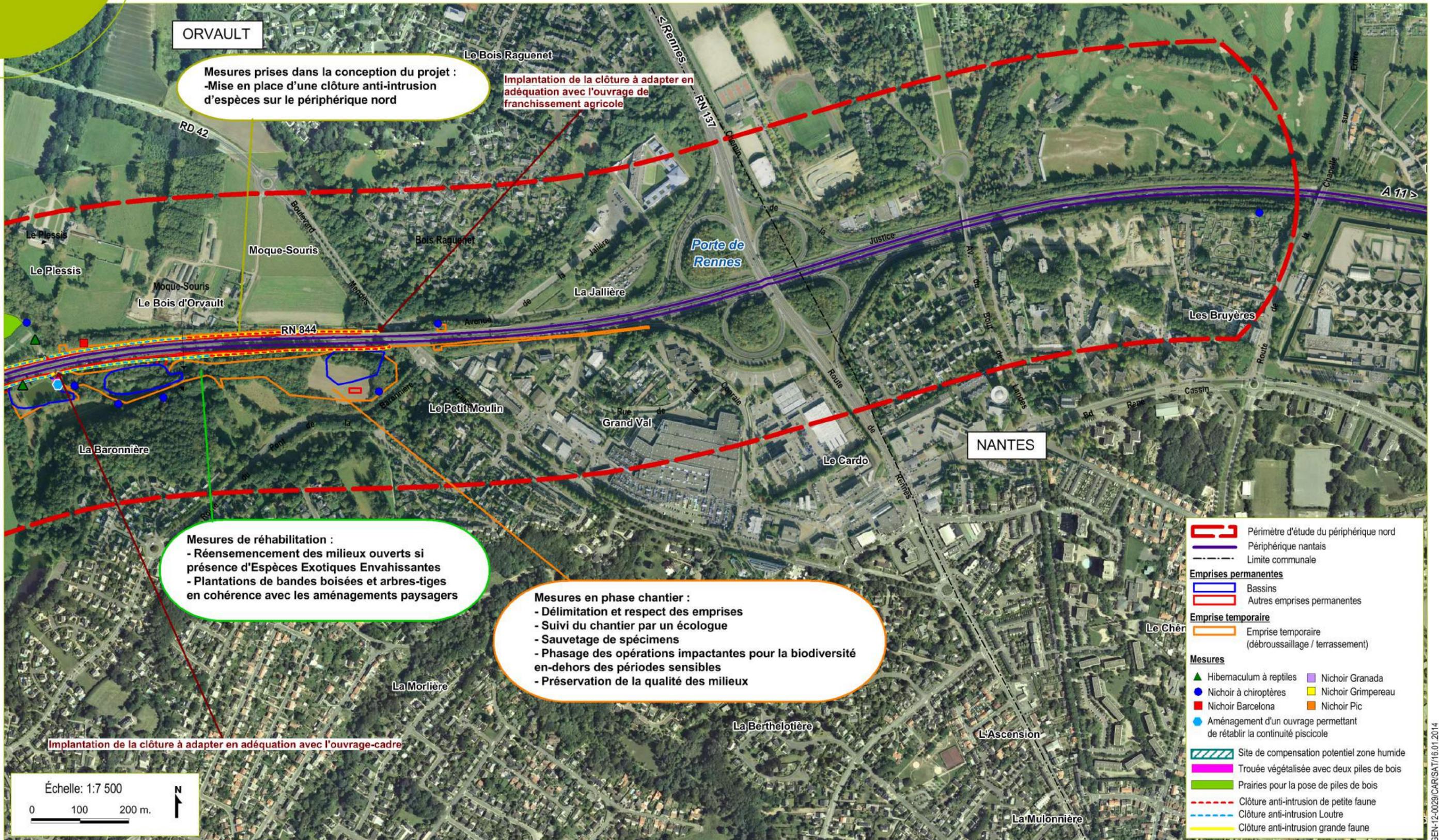
Impacts de l'aménagement du périphérique nord sur le milieu naturel (2/2)



Mesures en faveur du milieu naturel (1/2)



Mesures en faveur du milieu naturel (2/2)



VI.3. Paysage

Référence annexe : Étude paysagère de la solution d'aménagement retenue

VI.3.1.1. Évaluation des impacts

Le projet concentre la zone de travaux sur la séquence de la vallée du Cens.

Les travaux vont impacter la perception des usagers de l'infrastructure via un défrichement important de cette séquence relativement fermée. Ils impactent également le contexte paysager de la vallée du Cens et le cheminement des modes actifs par l'introduction de bassin de rétention des eaux dans le lit majeur et à proximité.

La réponse apportée doit conforter, affirmer cette notion de corridor écologique et paysager à toutes les échelles et pour tous les usages. Le croisement avec la réponse écologique est donc fondamental.

VI.3.1.2. Mesures de réduction

- *Mesures en interface avec l'écologie*

La prise en compte de l'impact du projet sur la faune et la flore se traduit par des mesures qui alimentent le projet paysager :

- Restitution des surfaces boisées via la plantation d'arbres et d'arbustes indigènes en prenant soin de respecter les essences qui étaient présentes avant les opérations de déboisement ;
- Réensemencement des milieux ouverts avec des espèces indigènes initialement rencontrées sur les emprises afin de limiter le risque d'installation d'espèces exotiques envahissantes ;
- Guidage des espèces via la structuration paysagère.

L'objectif est d'assurer la continuité, la diversité des habitats et de ce fait un cadre riche à la promenade du Cens.

- *Restituer une couverture végétale structurante et optimale*

Le chantier nécessite une zone de défrichement importante.

Le projet restitue ces zones boisées pour assurer les continuités écologiques et la diversité des habitats, les zones de refuge pour la faune et intégrer les modelés de terrain liés aux bassins.

Ce cadre très boisé fait partie de l'identité de la promenade du Cens sur ce secteur et va participer à l'intégration des ouvrages d'assainissement.

Les essences utilisées respectent le caractère humide du site : aulne, chêne, fusain, etc. viendront animer par leur feuillaison les paysages de la vallée.

- *Intégrer les mouvements des terres*

La gestion hydraulique et le volume à stocker imposent une morphologie des bassins le plus souvent perchée.

L'objectif est de « tirer » les pentes de talus au maximum pour se raccorder au terrain naturel de la manière la plus souple possible.

Le caractère boisé existant et aménagé dans le cadre du projet en pied de remblai favorise l'intégration de ces talus pour les usagers depuis le périphérique, la route du Pont de La Baronnière ou pour les modes actifs au cœur de la vallée du Cens.

- *Restituer la continuité des modes actifs*

La vallée du Cens, entité structurante de la trame verte et bleue de l'agglomération présente une continuité pour les modes actifs impactée dans le cadre du projet.

Le cheminement longeant le Cens est ici restitué entre le lit mineur du cours d'eau et le bassin créé. Le principe du tracé conserve une approche sinueuse, des ambiances proches du cours d'eau par endroit rendant le Cens visible, et s'éloignant par ailleurs rendant sa présence audible mais non visible.

- *Mettre en scène le site*

L'aménagement de la digue en amont du périphérique a généré une certaine mise en scène de la continuité des modes actifs. Le gabion utilisé en structure de l'ouvrage a contribué également à animer la continuité douce et installer de nouveaux usages (signalétique, assise, etc.).

L'idée est de prolonger cette intention en aval du périphérique le long de la continuité douce restituée. Ces murets vont favoriser l'assouplissement des talus sous forme de soutènement et offrir des zones d'assise.

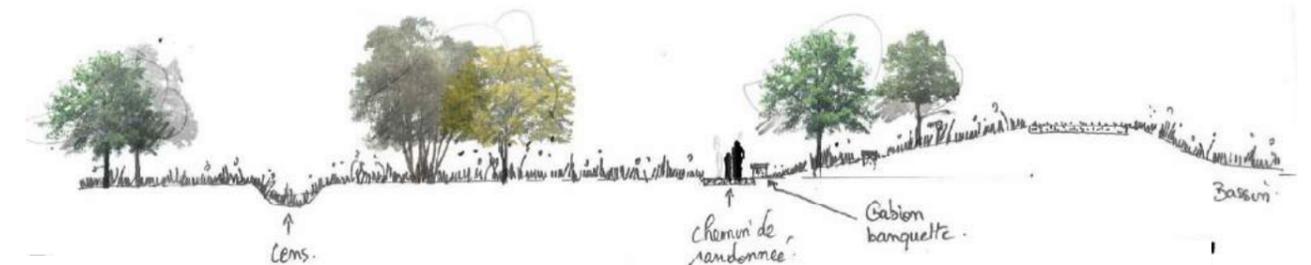


Figure 159 : Coupe au niveau du bassin Cens Est (localisée sur la figure ci-après)

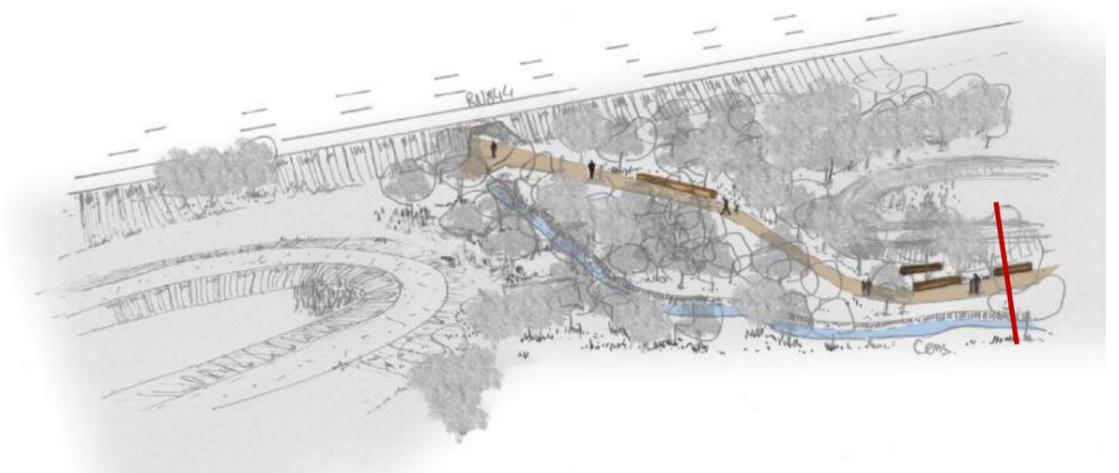


Figure 160 : Mise en scène de la continuité piétonne le long du Cens

- Mobilier

Le mobilier doit être en cohérence avec la séquence traversée. La volonté d'identifier la trame verte et bleue et la vallée du Cens oriente donc vers un mobilier brut dans ses matériaux et utilisant majoritairement le bois et le gabion pour les murets.

Concernant la signalétique, au-delà du cadre paysager offert aux usagers de la promenade, il semble intéressant à l'échelle de l'anneau périphérique de signaler le passage sur la vallée, site emblématique de l'agglomération. Cette signalétique offre plus de lisibilité et de lien entre l'infrastructure et son environnement. Son implantation sera soumise aux procédures relatives à l'implantation de la signalisation d'animation touristique sur autoroute.



Figure 161 : Photomontage sur photo issue d'internet

Effets attendus des mesures

Les objectifs de ses mesures d'intégration sont :

- Restituer une couverture végétale structurante et optimale ;
- Limiter l'artificialisation du site en intégrant les mouvements des terres ;
- Restituer la continuité des modes actifs ;
- Mettre en scène le site ponctuellement au regard de l'aménagement en aval du périphérique (muret gabion, etc.) ;
- Respecter et enrichir l'approche environnementale des travaux.

VI.4. Aspects socio-économiques

VI.4.1. Population et habitat

VI.4.1.1. Évaluation des impacts

L'aménagement du périphérique nord permettra d'améliorer le niveau de service et donc contribuera à **préserver l'attractivité résidentielle de l'agglomération nantaise**.

Le périphérique, et notamment le périphérique nord de Nantes, joue un rôle de support des migrations domicile-travail en particulier aux heures de pointe. Le territoire restera fortement polarisé en 2035 avec 67% de l'emploi total de Loire-Atlantique dans les centres urbains. La dissociation entre les lieux d'habitations et les lieux d'emplois entraînera un maintien de la dissymétrie des flux pendulaires et des phénomènes de congestion.

A l'horizon 2035, le périphérique (nord notamment) continuera à :

- desservir l'agglomération, à assurer les relations de périphérie à périphérie et les relations centre-périphérie ;
- assurer des fonctions en termes de mobilités domicile-travail.

Par ailleurs, le projet ne crée aucun effet d'emprise sur le bâti existant.

VI.4.1.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.4.2. Emplois

VI.4.2.1. Évaluation des impacts

Tous les grands pôles d'emplois sont localisés en bordure du périphérique et desservis par ses portes, y compris Nantes.

L'amélioration du niveau de service du périphérique nord contribuera à conforter l'attractivité économique du pôle nantais. Le dynamisme économique du cœur d'agglomération nantaise sera conforté. Le périphérique, notamment le périphérique nord, jouera toujours un rôle important en termes de localisation des emplois et des entreprises. Il assurera une bonne accessibilité des pôles d'emplois de l'agglomération nantaise.

VI.4.2.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.4.3. Équipements

- *Évaluation des impacts*

L'aménagement du périphérique nord offre l'opportunité d'améliorer les fonctionnalités de ce tronçon du périphérique et sa lisibilité.

Cet effet sera particulièrement positif pour les équipements présents à proximité du périphérique qui bénéficieront d'une amélioration de leur desserte.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.4.4. Activités économiques

VI.4.4.1. Zones d'activités économiques

- *Évaluation des impacts*

L'aménagement du périphérique nord offre l'opportunité d'améliorer les fonctionnalités de ce tronçon du périphérique et sa lisibilité.

Cet effet sera particulièrement positif pour les zones d'activités présentes à proximité du périphérique qui bénéficieront d'une amélioration de leur desserte.

En effet, l'accessibilité est un argument significatif dans le choix d'implantation des entreprises, or la zone d'activités du Bois Cesbron dispose encore d'un potentiel de développement.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.4.4.2. Activité agricole

- *Évaluation des impacts*

Une parcelle agricole est touchée par le projet d'aménagement. Elle est située en bordure sud du périphérique nord à l'ouest de la RD 42 et elle a une surface d'environ 1 ha. Il s'agit d'une parcelle utilisée en rotation prairie / culture.

Elle servira à la création du bassin de rétention des eaux pluviales de la Jallière et au stockage de matériaux en phase chantier.

Elle est exploitée par le GAEC des Chênes Verts dont le siège d'exploitation est situé au lieu-dit « Moque-Souris ». Sa SAU (superficie agricole utilisée) est d'environ 100 ha. Leur type de production est le suivant : vaches laitières, génisses, veaux et quelques cultures (rotation entre prairie temporaire, blé, colza et maïs).

Un secteur de friches agricoles est touché par le projet d'aménagement. Il est situé en bordure sud du périphérique nord entre le Cens et la RD 42 et il a une surface d'environ 3,5 ha.

Ce secteur servira à la création du bassin de rétention des eaux pluviales de la Jallière et au stockage de matériaux en phase chantier.

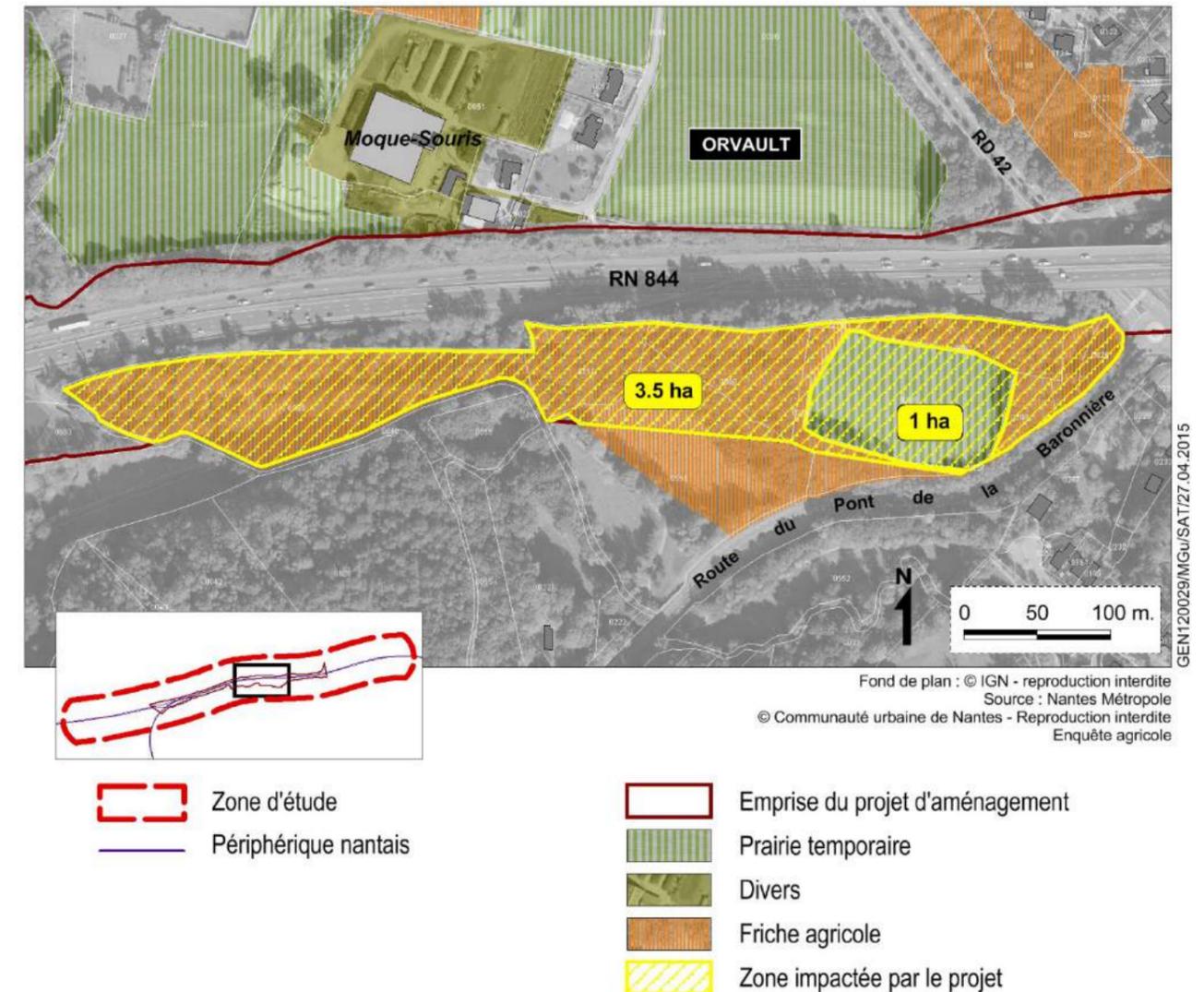


Figure 162 : Parcelle agricole et friches agricoles impactées par l'emprise du projet d'aménagement

3,9 ha de l'emprise sont inclus dans le périmètre du PEAN des vallées de l'Erdre, du Gesvres et du Cens au nord de l'axe central du périphérique. Cette surface est à relativiser puisque le projet sera réalisé sur les emprises routières actuelles appartenant à l'État.

Le programme d'action du PEAN ne fera pas obstacle au projet dès lors que les aménagements prévus sur le périphérique nord n'emporteront pas modification du zonage du PLU de Nantes Métropole – commune d'Orvault, mais simplement une mise en compatibilité portant sur l'écriture du règlement de la zone NNs.

Les aménagements prévus sur le périphérique nord ne seront en aucun cas le « support » d'un développement d'activités urbaines nouvelles, autres que celles déjà envisagées dans le document d'urbanisme local d'Orvault en bordure de celui-ci.

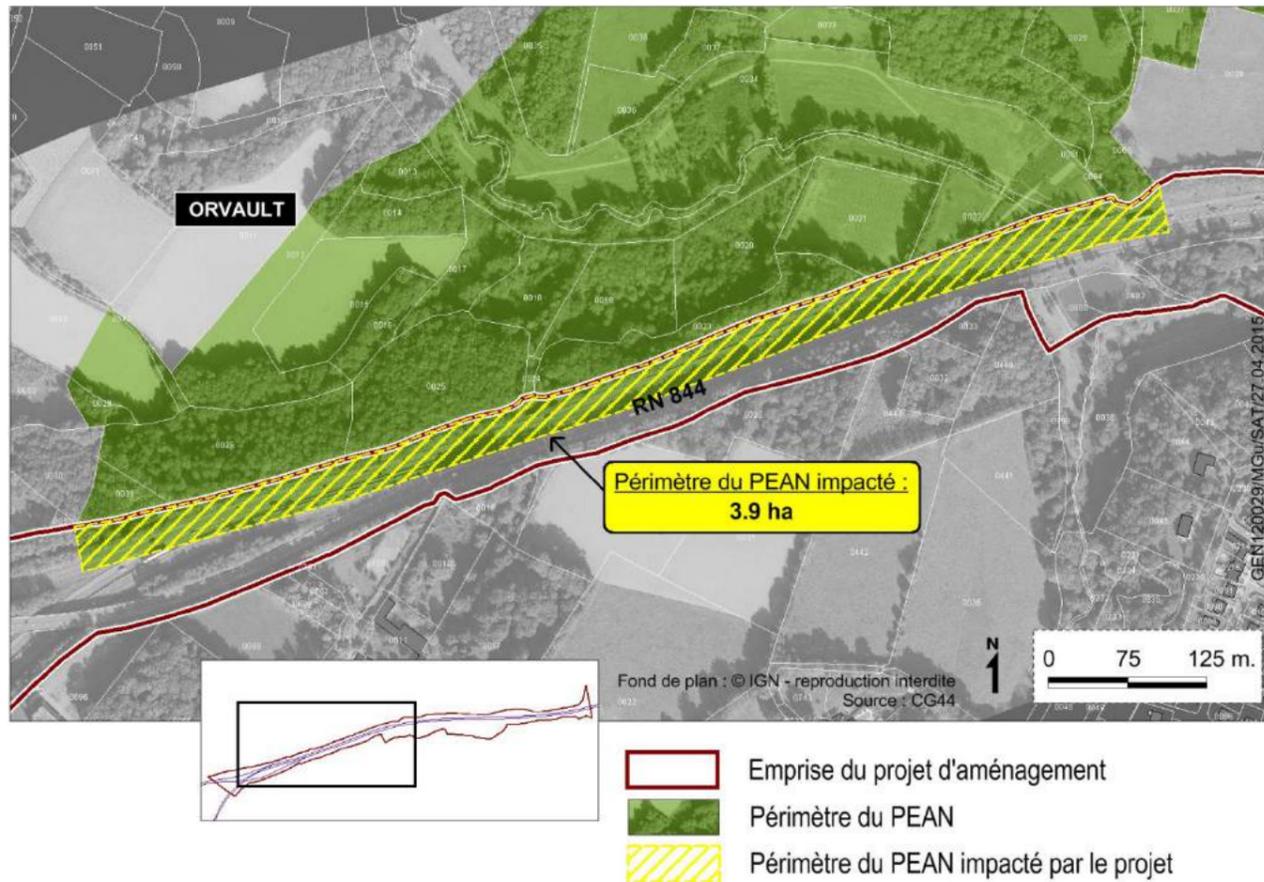


Figure 163 : Surface d'emprise du projet sur le périmètre du PEAN

Source : Conseil général de Loire-Atlantique

- *Mesures de compensation*

Les terrains agricoles qui se trouvent sous les emprises du projet feront l'objet d'acquisition par le maître d'ouvrage. Les exploitants agricoles percevront le versement d'une indemnité.

Effets attendus des mesures

L'indemnisation des exploitants agricoles impactés permettra de compenser les pertes occasionnées par le projet sur l'exploitation agricole concernée.

VI.4.4.3. Risques potentiels liés aux aménagements fonciers, agricoles et forestiers

- *Évaluation des impacts*

Le projet impacte peu de zones forestières et agricoles.

Il n'est pas prévu d'opération d'aménagements fonciers, agricoles ou forestiers.

- *Mesures de réduction*

Des mesures de réduction des impacts seront proposées aux exploitants agricoles (Cf. chapitre ci-avant).

Effets attendus des mesures

L'objectif est de garantir la poursuite de l'activité agricole des exploitations concernées par le projet.

VI.4.5. Projets d'aménagement

- *Évaluation des impacts*

Le projet d'aménagement du périphérique nord de Nantes n'aura aucun effet sur les autres projets d'aménagement recensés à proximité du périphérique nord (contournement du bourg d'Orvault, ZAC de la Bigeottière et aménagement de l'avenue du Bout des Landes).

En effet, aucun de ces projets connus n'est touché par le projet retenu.

L'analyse des effets cumulés avec les autres projets connus est traitée au chapitre « XI Analyse des effets cumulés avec d'autres projets connus ».

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.5. Urbanisme

VI.5.1. SCOT de la métropole Nantes – Saint-Nazaire

- *Évaluation des impacts*

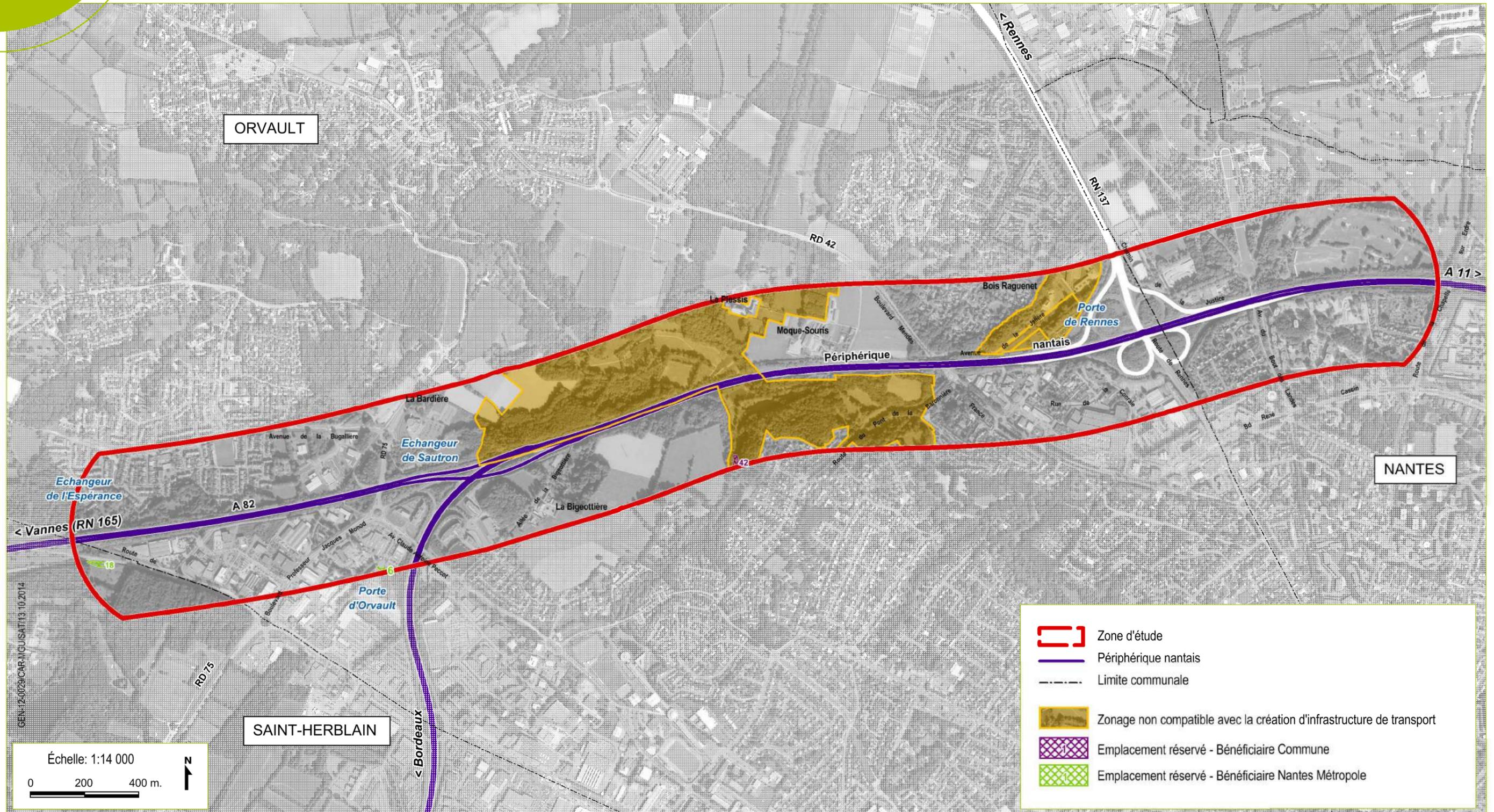
Dans le Document d'Orientations Générales du SCOT de la métropole Nantes – Saint-Nazaire, une des actions est d'« apaiser le réseau routier ». L'objectif poursuivi est d'assurer un maillage dans une perspective de fluidité et de sécurité. Ainsi, tout projet d'aménagement/création de voirie doit privilégier la sécurité, la fluidité du trafic plutôt que la vitesse.

Le projet est donc compatible avec les orientations du SCOT de la métropole Nantes – Saint-Nazaire.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

Urbanisme - Compatibilité du zonage et classification des emplacements réservés



Fond de plan : © IGN - reproduction interdite - ©BD ORTHO
 Source : Nantes Métropole - © Communauté urbaine de Nantes
 Reproduction interdite

VI.5.2. Documents d'urbanisme locaux

Référence cartographique : *Urbanisme – Compatibilité du zonage et classification des emplacements réservés*

VI.5.2.1. Zonages et règlement

- *Évaluation des impacts*

Les zonages du plan local d'urbanisme de Nantes Métropole – commune d'Orvault présents dans l'emprise du projet sont les suivantes :

- **UE** : il s'agit d'une zone déjà urbanisée destinée à recevoir des activités économiques : services, bureaux, activités légères et d'artisanat, commerces ainsi que des constructions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif. Les équipements nécessaires au fonctionnement de la zone existent ou sont en cours de réalisation. Sont admises dans la zone UE [...], sous conditions, les occupations et utilisations du sol suivantes : les affouillements et exhaussements du sol tendant à modifier le relief général du terrain, nécessaires à la réalisation d'ouvrages d'infrastructure.
- **A** : la zone agricole correspond aux espaces dédiés à l'activité agricole, équipés ou non, à protéger en raison de leur potentiel agronomique, biologique ou économique. Sont admises, dès lors qu'elles sont conçues pour s'intégrer au site dans lequel elles s'implantent et ne compromettent pas le caractère agricole de la zone, les occupations et utilisations des sols suivantes : les affouillements et exhaussements du sol tendant à modifier le relief général du terrain, nécessaires à la réalisation d'ouvrages d'infrastructure.
- **NL** : cette zone caractérise des espaces naturels destinés à être aménagés pour des activités de loisirs de plein air et sportives. Sont admises, dès lors qu'elles ne portent pas atteinte, à la sauvegarde des sites, milieux naturels et paysages, les occupations et utilisations des sols suivantes : les affouillements et exhaussements du sol, tendant à modifier le relief général du terrain, nécessaires à la réalisation d'ouvrages d'infrastructure.
- **NN et NNs** : cette zone constitue une zone de protection d'espaces naturels d'intérêt paysager ou écologique. Le secteur NNs protège les milieux naturels sensibles d'intérêt écologique. Sont admises, dès lors qu'elles ne portent ni atteinte à la préservation des sols agricoles et forestiers, ni à la sauvegarde des sites, milieux naturels et paysages, les occupations et utilisations des sols suivantes : Dans la zone NN, à l'exception du secteur NNs : les constructions, extensions et installations nécessaires aux services publics ou d'intérêt collectif, dès lors qu'elles font l'objet d'un traitement paysager de qualité, limitant l'imperméabilisation des sols.
Pour le secteur NNs, le règlement d'urbanisme n'autorise pas les aménagements nécessaires à la réalisation d'ouvrages d'infrastructure.

Le projet d'aménagement n'a aucun effet sur les zones d'urbanisation future recensées à proximité du périphérique nord (une partie de la ZAC de la Bigeottière au sud du périphérique et un secteur au nord-est de la ZAC du Bois Cesbron au nord du périphérique).

En effet, aucune de ces zones, classées en 1AUb dans le plan local d'urbanisme de Nantes Métropole – commune d'Orvault, n'est touchée par le projet retenu.

- *Mesures*

Une mise en compatibilité du règlement du zonage NNs non compatibles avec le projet sera nécessaire.

Effets attendus des mesures

La mise en compatibilité du règlement du document d'urbanisme d'Orvault permettra la réalisation du projet.

En application des articles L.123-14 et L.123-14-2 du code de l'urbanisme, la Déclaration d'Utilité Publique emportera l'approbation de la mise en compatibilité du document d'urbanisme de la commune d'Orvault.

VI.5.2.2. Emplacements réservés

- *Évaluation des impacts*

Le projet d'aménagement n'a aucun effet sur les emplacements réservés recensés à proximité du périphérique nord. En effet, aucun de ces emplacements réservés n'est touché.

Le document d'urbanisme d'Orvault ne prévoit pas d'emplacement réservé relatif à l'aménagement du périphérique nord de Nantes.

- *Mesures*

Une mise en compatibilité du document d'urbanisme d'Orvault sera nécessaire : un emplacement réservé relatif au projet sera créé.

Effets attendus des mesures

La mise en compatibilité du document d'urbanisme d'Orvault par la création d'un emplacement réservé relatif au projet permettra sa réalisation.

En application des articles L.123-14 et L.123-14-2 du code de l'urbanisme, la Déclaration d'Utilité Publique emportera l'approbation de la mise en compatibilité du document d'urbanisme de la commune d'Orvault.

VI.5.2.3. Espaces boisés classés et éléments naturels à protéger au titre de l'article L.123-1-5 7° du code de l'urbanisme

- *Évaluation des impacts*

Deux Espaces boisés classés (EBC) sont touchés par le projet d'aménagement en bordure sud du périphérique nord à l'ouest de la RD 42 pour une surface d'environ 1,8 ha :

- au nord-est de la parcelle agricole : 4 772 m² ;
- au nord-ouest de la parcelle agricole : 13 876 m².

Ces espaces serviront à la création du bassin de rétention des eaux pluviales de la Jallière et au stockage de matériaux en phase chantier.

En revanche, le projet d'aménagement n'a aucun effet sur les éléments naturels à protéger au titre de l'article L.123-1-5, 7° du code de l'urbanisme recensés à proximité du périphérique nord.

En effet, aucun de ces éléments à protéger n'est touché.

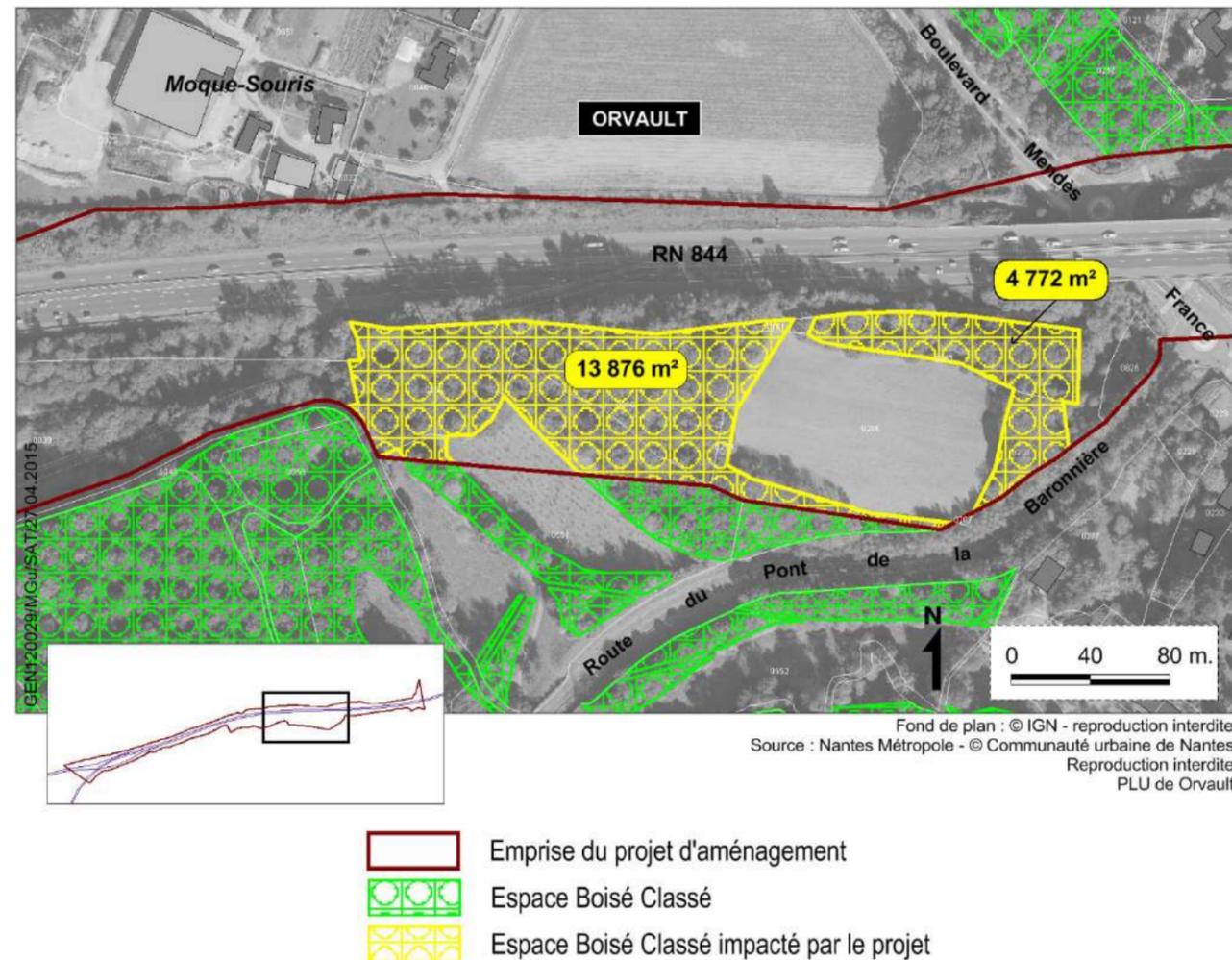


Figure 165 : EBC impactés par l'emprise du projet d'aménagement

- *Mesures*

Une mise en compatibilité du document d'urbanisme d'Orvault sera nécessaire afin de déclasser sur les plans de zonage les EBC touchés identifiés ci-avant.

Effets attendus des mesures

La mise en compatibilité des plans de zonage du document d'urbanisme d'Orvault permettra la réalisation du projet.

En application des articles L.123-14 et L.123-14-2 du code de l'urbanisme, la Déclaration d'Utilité Publique emportera l'approbation de la mise en compatibilité du document d'urbanisme de la commune d'Orvault.

VI.5.2.4. Servitudes d'utilité publique

- *Évaluation des impacts*

Le projet d'aménagement recoupe ou traverse différentes servitudes d'utilité publique :

- EL11 Servitudes relatives aux interdictions d'accès grevant les propriétés limitrophes des routes express et des déviations d'agglomération : tout le long du périphérique ;
- I3 Servitudes relatives aux canalisations de transport et de distribution de gaz : canalisation de transport de gaz naturel haute pression Nantes-Rennes d'un diamètre de 200 mm à l'ouest du Cens ;
- I4 Servitudes relatives aux lignes de transport d'énergie électriques : une ligne électrique aérienne à 63 000 volts présente à l'ouest de la RD42 ;
- PT1 Servitudes relatives aux liaisons hertziennes : périmètre de protection à l'est de la porte d'Orvault ;
- PT2 Servitudes relatives à la protection des centres et des liaisons radioélectriques contre les perturbations électromagnétiques : une liaison hertzienne à l'ouest de la porte de Rennes ;
- PT3 Servitudes relatives aux protections des câbles enterrés de télécommunications : une ligne de communications électriques traverse le périphérique le long de la RD 42.

- *Mesures*

Le projet prendra en compte les servitudes d'utilité publique présente sur le site.

Le détail des mesures est au chapitre «VI.7. VI.7. Réseaux ».

Effets attendus des mesures

La prise en compte des servitudes d'utilité publique existantes permettra la réalisation du projet.

VI.5.3. Conséquences prévisibles du projet sur le développement éventuel de l'urbanisation

VI.5.3.1. Évaluation des impacts

Les projections pour 2035 identifient une croissance de la population de l'aire urbaine de Nantes de plus de 217 000 habitants (+0,8%/an en moyenne).

Le nombre d'emplois total de l'aire urbaine de Nantes passera de 386 000 à 480 000 entre 2008 et 2035, soit plus de 94 000 emplois (+0,8%/an en moyenne). L'aire urbaine de Nantes constituera une importante polarité de l'emploi à l'échelle de Loire-Atlantique : 72 % de la création nette d'emplois du département y sera concentrée. Ces emplois permettront de satisfaire les besoins de la population nouvelle.

Ces perspectives démographiques et économiques s'inscrivent dans une stratégie d'évolution de l'organisation urbaine à l'échelle du Grand Ouest engagée notamment par l'État, les Conseils régionaux des Pays de la Loire et de Bretagne, les Conseils généraux et les métropoles de Nantes et Rennes. Le scénario choisi a ensuite été décliné sur l'aire urbaine nantaise.

Cette stratégie s'appuie sur la volonté d'un étalement urbain raisonné, d'un accroissement de la polarisation de la ville, d'une armature urbaine claire et hiérarchisée, d'une densification de l'habitat, des équipements et des services, de l'emploi et des commerces, d'un contexte économique favorable.

Le périphérique nord de Nantes traverse des territoires du cœur de l'agglomération qui, souvent, sont déjà fortement urbanisés. Le projet d'aménagement du périphérique nord permettra donc d'accompagner cette ambition d'évolution et de développement de l'agglomération en participant à la densification de l'urbanisation du cœur de l'agglomération.

VI.5.3.2. Mesures

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.6. Déplacements

VI.6.1. Hypothèses de trafic

Les hypothèses prises en compte dans l'étude de trafic sont détaillées au chapitre « XIV.1. Analyse des méthodes utilisées ».

Pour rappel, il est intéressant d'avoir en tête qu'en situation actuelle, l'outil de modélisation tient compte des capacités horaires suivantes :

- Périphérique intérieur : 5 200 UVP²⁸ par heure soit environ 4 700 véhicules par heure (en tenant compte d'un taux de poids lourds (PL) de 10%) ;
- Périphérique extérieur : 5 000 UVP par heure soit environ 4 500 véhicules par heure.

L'amélioration de capacité permise par l'aménagement d'une voie d'entrecroisement prise en compte dans l'outil de modélisation est comprise entre 19 et 24 % suivant le sens :

- Périphérique intérieur : 6 200 UVP par heure soit un gain de + 19 % ;
- Périphérique extérieur : 6 200 UVP par heure soit un gain de + 24 %.

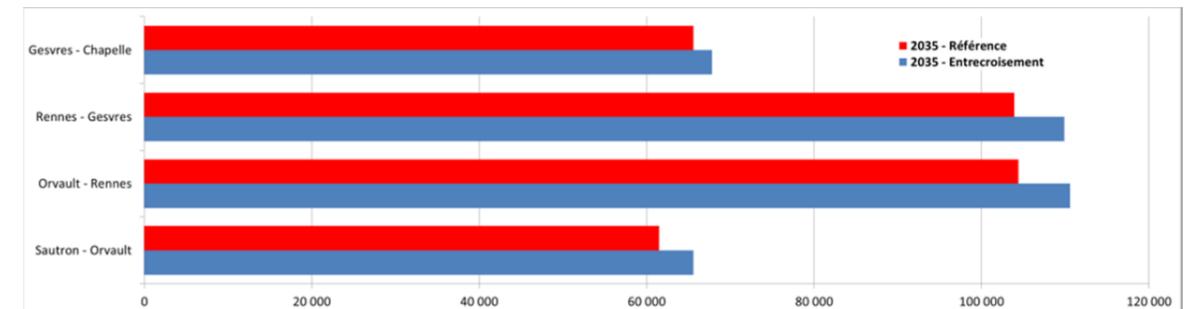
VI.6.2. Prévisions de trafics

VI.6.2.1. Trafics journaliers

Sur une journée, l'augmentation de trafic attendue sur la section Orvault – Gesvres du fait de l'aménagement est de 6 % :

- Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) : ~ 110 600 véhicules / jour ;
- Trafic Moyen Journalier Jours Ouvrés (TMJO) : ~ 121 500 véhicules / jour ouvré.

Figure 166 : Trafics TMJA modélisés par section en situation de référence 2035 et situation projet (avec les voies d'entrecroisement) et écarts : Tous véhicules – 2 sens confondus



TMJA TV – 2 sens confondus	2035 - Référence	2035 - Entrecroisement	Ecart en volume	Ecart en %
Sautron - Orvault	61 500	65 600	4 100	+ 7%
Orvault - Rennes	104 400	110 600	6 200	+ 6%
Rennes - Gesvres	103 900	109 900	6 000	+ 6%
Gesvres - Chapelle	65 600	67 800	2 200	+ 3%
Total	335 390	353 820	18 430	+ 5%

Source : Cerema

Dans le détail, les gains sont relativement dissymétriques avec :

- Un surplus journalier de 4 % dans le sens intérieur représentant 2 100 véhicules en TMJA ;
- Un surplus journalier de 8 % dans le sens extérieur représentant 4 100 véhicules en TMJA.

²⁸ Unités de Véhicules Particuliers (1VP = 1UVP et 1PL = 2UVP)

Figure 167 : Trafics TMJA modélisés par section en situation de référence 2035 et situation projet (avec les voies d'entrecroisement) et écarts : Tous véhicules par sens

TMJA – Intérieur	2035 - Référence	2035 - Entrecroisement	Ecart en volume	Ecart en %
Sautron - Orvault	27 700	29 300	1 600	+ 5%
Orvault - Rennes	50 900	53 000	2 100	+ 4%
Rennes - Gesvres	50 800	53 700	2 900	+ 6%
Gesvres - Chapelle	32 100	33 500	1 400	+ 4%
Total	161 510	169 430	7 920	+ 5%

TMJA – Extérieur	2035 - Référence	2035 - Entrecroisement	Ecart en volume	Ecart en %
Chapelle - Gesvres	33 500	34 400	900	+ 3%
Gesvres - Rennes	53 100	56 100	3 000	+ 6%
Rennes - Orvault	53 500	57 600	4 100	+ 8%
Orvault - Sautron	33 800	36 300	2 500	+ 8%
Total	173 870	184 390	10 520	+ 6%

Source : Cerema

Les prévisions de trafic ne font apparaître aucun surcroît pour le trafic Poids Lourds²⁹. Hormis les gains de temps, les gains de capacité ne bénéficient donc qu'au trafic automobile.

- Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) : ~ 15 300 PL / jour ;
- Trafic Moyen Journalier Jours Ouvrés (TMJO) : ~ 16 800 PL / jour ouvré.

VI.6.2.2. Trafics en heure de pointe du matin

Les effets identifiés sur la journée sont également identifiés, mais de façon plus marquée, aux périodes de pointe du matin et du soir car c'est sur ces périodes que les aménagements prévus présentent un réel intérêt pour les usagers. En période creuse normale non congestionnée, les gains procurés par l'aménagement sont en effet plus faiblement ressentis par les usagers.

L'augmentation de capacité et l'amélioration des niveaux de service augmentent l'attractivité du périphérique nord et permettent donc l'accueil d'un surcroît de trafic d'environ 10 % :

- Sens intérieur : ~ 4 070 véhicules / Heure, soit une croissance de + 9 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035 ;
- Sens extérieur : ~ 4 920 véhicules / Heure, soit une croissance de + 12 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035 ;

²⁹ Les affectations du trafic PL dans l'outil de modélisation SIM'44 sont réalisées en amont des affectations du trafic général et restent donc de fait insensibles aux conditions de circulation. Ceci étant, les contraintes à la circulation des PL en milieu urbain et le poids relatif des coûts liés à la consommation de carburant entraînent une forte inertie de ce type de flux face à la congestion.

- Deux sens confondus : ~ 8 990 véhicules / Heure, soit une croissance de + 10 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035,

Le projet reste sans effet sur le trafic poids lourds :

- Sens intérieur : ~ 630 PL / Heure ;
- Sens extérieur : ~ 600 PL / Heure ;
- Deux sens confondus : ~ 1 230 PL / Heure.

VI.6.2.3. Trafics en heure de pointe du soir

L'augmentation de capacité et l'amélioration des niveaux de service augmentent l'attractivité du périphérique Nord et permettent donc l'accueil d'un surcroît de trafic d'environ 8 % :

- Sens intérieur : ~ 4 530 véhicules / Heure, soit une croissance de + 7 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035 ;
- Sens extérieur : ~ 4 380 véhicules / Heure, soit une croissance de + 10 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035 ;
- Deux sens confondus : ~ 8 910 véhicules / Heure, soit une croissance de + 8 % par rapport à la situation fil de l'eau 2035.

Comme en période de pointe du matin, l'option de projet retenue reste sans effet sur le trafic poids lourds :

- Sens intérieur : ~ 420 PL / Heure,
- Sens extérieur : ~ 390 PL / Heure ;
- Deux sens confondus : ~ 810 PL / Heure.

VI.6.3. Conditions de circulation

VI.6.3.1. Indicateurs de congestion

- *Périphérique intérieur*

Les effets du projet sur le périphérique intérieur à la période de pointe du matin sont positifs mais portent sur une situation de référence déjà favorable.

En période de pointe du soir, le projet permet la réduction de la congestion causée par le rétrécissement de 3 à 2 voies identifiée en situation actuelle et accrue en situation de référence 2035.

Si le périphérique nord intérieur devait subir, à l'horizon 2035, l'onde de congestion occasionnée par le pont de Bellevue, cette dernière n'affectera pas le périphérique nord sur toute la période 2017 – 2035. Sur la plus grande partie de cette période, l'aménagement proposé permettra un bon fonctionnement du périphérique intérieur nord.

L'aménagement améliorera les accès du périphérique nord par la RN137 et le RN165 en facilitant les échanges.

- *Périphérique extérieur*

En période de pointe du matin, le projet permet de lever le point dur que constitue la porte de Rennes et de faire disparaître l'onde de congestion qui perturbait le fonctionnement de la section amont entre la porte de Gesvres et la porte de Rennes.

De la même façon, cet aménagement a des résultats comparables sur la période de pointe du soir.

Comme en périphérique intérieur, l'aménagement améliorera les accès du périphérique nord par la RN137 et le RN165 en facilitant les échanges.

VI.6.3.2. Vitesses moyennes attendues en section (sur une journée)

Les vitesses moyennes attendues sur le périphérique nord pour la situation de référence 2035 et le projet en 2035 sont indiquées dans le tableau ci-après.

Figure 168 : Synthèse des rapports entre distances parcourues cumulées et temps passés par jour sur la section à aménager suivant le type de véhicule, le sens et la situation (situation de référence et projet)

Source : Modélisation statique SIM'44 et Modélisation dynamique du trafic sur le périphérique nantais (2013)

	Périphérique intérieur		Périphérique extérieur		2 sens confondus		
	VL (en eq. km/h)	PL (en eq. km/h)	VL (en eq. km/h)	PL (en eq. km/h)	VL (en eq. km/h)	PL (en eq. km/h)	TV (en eq. km/h)
Situation de référence 2011	60.1	63.6	71.1	72.1	64.7	67.1	65.1
Situation de référence 2035	49.8	57.1	61.3	65.1	54.5	60.5	55.5
<i>Evolutions 2011 / 2035</i>	-17%	-10%	-14%	-10%	-16%	-10%	-15%
Scénario VAE	47.7	55.7	72.7	74.4	56.8	62.8	57.8
<i>Ecart / référence 2035</i>	-4%	-2%	19%	14%	4%	4%	4%

N.B. : Le rapport entre les distances parcourues cumulées et les temps de parcours cumulés équivaut à une vitesse moyenne calculée sur une journée.

Les équivalences de vitesses moyennes sont plus élevées pour les poids lourds que pour les véhicules légers. Cela est dû aux différences de distribution dans le temps des flux VL et PL, la proportion des PL circulant en heure creuse étant plus importante.

Les effets du projet sont contrastés sur les vitesses moyennes journalières :

- le projet a un léger impact négatif (mais non significatif) sur le périphérique intérieur du fait de la croissance des trafics venant contrecarrer l'amélioration des niveaux de service offerts et également du fait de la remontée de congestion depuis Bellevue en période de pointe du soir. Le scénario « Voies d'entrecroisement » permettra cependant, sur la période 2017 – 2035, avant que la remontée de congestion de Bellevue atteigne de façon récurrente la porte de Gesvres, le traitement de la congestion observée aujourd'hui sur le sens intérieur ;
- Le projet a un impact positif marqué sur le périphérique extérieur et ce malgré l'augmentation de trafic.

Texte complété dans la note en réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale.

VI.7. Réseaux

- *Évaluation des impacts*

Le projet d'aménagement croise une canalisation de transport de gaz naturel haute pression à l'ouest du Cens, un réseau d'eaux usées au niveau du Cens et une ligne électrique aérienne à 63 000 volts à l'ouest de la RD42.

L'impact permanent sur la fonctionnalité des réseaux existants du fait de l'aménagement du périphérique nord sera nul.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.8. Loisirs et tourisme

- *Évaluation des impacts*

L'aménagement du périphérique nord offre l'opportunité d'améliorer les fonctionnalités de ce tronçon du périphérique et sa lisibilité.

Cet effet sera particulièrement positif pour les équipements de loisirs et de tourisme présents à proximité du périphérique qui bénéficieront d'une amélioration de leur desserte.

Le cheminement piéton le long du Cens sera rétabli.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.9. Patrimoine culturel

- *Évaluation des impacts*

L'aménagement ne touche aucun monument historique et aucun périmètre de protection de monument historique n'est traversé.

Aucun site archéologique, zone de présomption de prescriptions archéologiques, zone de sensibilité archéologique n'est touché par le projet retenu.

- *Mesures*

Aucune mesure spécifique n'est nécessaire.

VI.10. Risques majeurs

VI.10.1. Évaluation des impacts

Nantes Métropole, dans le cadre de son projet local de prévention des risques et pollution, a réalisé une carte des aléas des risques naturels et technologiques à l'échelle de l'agglomération et à l'échelle de chaque commune afin de pouvoir identifier les enjeux et les vulnérabilités du territoire.

L'emprise du projet est concernée par le transport de matières dangereuses (TMD) :

- Routier : l'ensemble du périphérique nantais et la RD 42 dans sa partie au nord du périphérique ;
- Canalisation de gaz : une canalisation recoupe transversalement le périphérique à l'ouest du Cens.

Le risque d'incident lié à ce risque existe sur le périphérique nord, cependant aucun événement de ce type n'a été recensé par l'exploitant.

À noter également la présence d'une ligne électrique aérienne à 63 000 volts qui traverse le périphérique nord à l'ouest de la RD42.

Depuis 2009, plusieurs événements neigeux ont nécessité l'intervention des agents de la DIRO sur le périphérique nord.

Les modalités de gestion des crises relatives aux risques majeurs naturels et technologiques ne nécessitent pas de modifications en lien avec l'aménagement du périphérique nord de Nantes.

VI.10.2. Mesures de réduction

Un système d'assainissement approprié, composé d'un réseau longitudinal et de bassins de rétention, sera mis en place aux abords de la plateforme routière du périphérique nord.

Les bassins de traitement assureront un traitement de la pollution accidentelle et de la pollution chronique et respecte un débit de fuite de 3 l/s/ha.

Ces bassins seront équipés :

- d'un volume mort ;
- d'un ouvrage d'entrée avec by-pass ;
- d'un ouvrage de sortie régulé avec une cloison siphonide ;
- d'une surverse par abaissement ponctuel de la digue (bassins Cens Ouest et Cens Est) ou par busage complémentaire dans la digue (bassin de la Jallière) ;
- d'une rampe ;
- d'un filtre à sable de 250 m².

Les bassins de traitement seront dimensionnés pour contenir une pollution de 50 m³ dans le cas d'une pluie quinquennale.

Effets attendus des mesures

Le système d'assainissement proposé permettra d'éviter une pollution de grande ampleur en cas de renversement de matière dangereuse sur le périphérique.

VI.11. Bruit

Texte modifié dans la note complémentaire en réponse à l'avis de l'Autorité Environnementale

VI.11.1. Évaluation des impacts

• ~~Seuil réglementaire~~

~~Les niveaux sonores en situation initiale permettent de fixer les seuils réglementaires à respecter en façade des bâtiments. Ces seuils dépendent de la nature du bâtiment et de l'ambiance sonore dans lequel ce dernier est initialement situé.~~

~~Tableau 83 : Seuils acoustiques réglementaires en cas de modification significative d'une route existante~~

Usage et nature des locaux	Zone d'ambiance sonore préexistante (toutes sources)	Période diurne (6h-22h)		Période nocturne (22h-6h)	
		Contribution sonore routière initiale	Contribution sonore routière maximale admissible après travaux (1)	Contribution sonore routière initiale	Contribution sonore routière maximale admissible après travaux (1)
Logements	Modérée	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	Contribution sonore routière initiale	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution sonore routière initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)	> 60 dB(A)	60 dB(A)
	Modérée de nuit	Indifférente	65 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
				> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution sonore routière initiale
				> 60 dB(A)	60 dB(A)
Non modérée	Indifférente	65 dB(A)	Indifférente	60 dB(A)	
Établissements de santé, de soins et d'action sociale(2)	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	≤ 55 dB(A)	55 dB(A)
		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	Contribution sonore routière initiale	> 55 dB(A) et ≤ 60 dB(A)	Contribution sonore routière initiale
		> 65 dB(A)	65 dB(A)	> 60 dB(A)	60 dB(A)
Établissements	Indifférente	≤ 60 dB(A)	60 dB(A)	Pas d'obligation	

Usage et nature des locaux	Zone d'ambiance sonore préexistante (toutes sources)	Période diurne (6h-22h)		Période nocturne (22h-6h)	
		Contribution sonore routière initiale	Contribution sonore routière maximale admissible après travaux (1)	Contribution sonore routière initiale	Contribution sonore routière maximale admissible après travaux (1)
d'enseignement sauf les ateliers bruyants et locaux sportifs		> 60 dB(A) et ≤ 65 dB(A)	Contribution sonore routière initiale		
		> 65 dB(A)	65 dB(A)		
Locaux à usage de bureaux	Modérée	Indifférente	65 dB(A)	Pas d'obligation	
	Autres	Pas d'obligation		Pas d'obligation	

(1) Ces valeurs sont supérieures de 3dB(A) à celles qui seraient mesurées en champ libre ou en façade, dans le plan d'une fenêtre ouverte, dans les mêmes conditions de trafic, à un emplacement comparable. Il convient de tenir compte de cet écart pour toute comparaison avec d'autres réglementations qui sont basées sur des niveaux sonores maximaux admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

(2) Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour de malades, ces niveaux sont abaissés de 3dB(A).

• Méthodologie

Le but de ce chapitre est de caractériser les nuisances sonores induites par les travaux réalisés sur les voies routières constituant le projet. La méthodologie générale de l'étude d'impact peut être schématisée selon la figure ci-après.

Pour qu'il soit nécessaire réglementairement de prévoir des protections sonores, il faut donc que deux conditions soient réunies :

- Les travaux engendrent une modification significative de l'ambiance sonore sur au moins une des deux périodes jour ou nuit ;

Et

- Les niveaux sonores en situation projet sont supérieurs aux seuils réglementaires sur au moins une des deux périodes jour ou nuit.

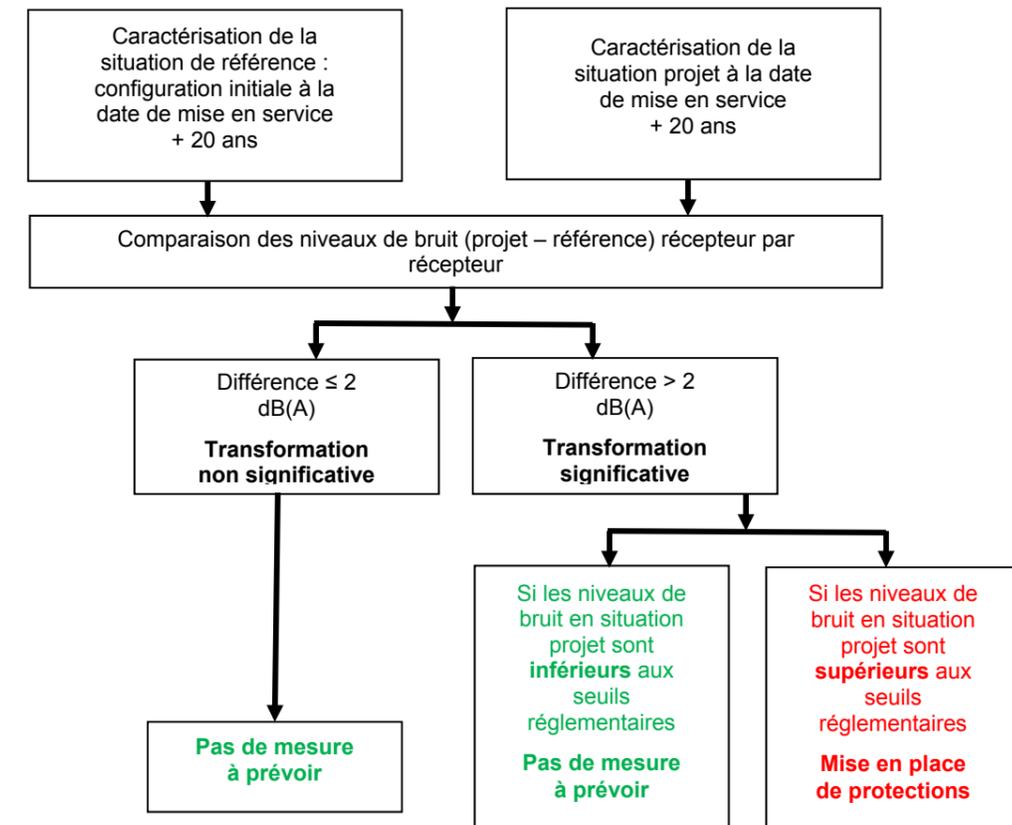


Figure 169 : Méthodologie de l'étude acoustique de l'aménagement du périphérique nord de Nantes

• Modélisation de la situation de référence 2035

Références cartographiques : Situation fil de l'eau en 2035 – Laeq(6h-22h) à 4 mètres de haut par rapport au sol (périphérique seul) ; Situation fil de l'eau en 2035 – Laeq(22h-6h) à 4 mètres de haut par rapport au sol (périphérique seul)

Référence annexe : Détail des résultats de calculs sonométriques

La modélisation de l'état de référence reprend la configuration actuelle des voies tout en intégrant le trafic à terme (mise en service + 20 ans). Seule la contribution sonore de l'infrastructure routière objet de l'étude est prise en compte.

Les vitesses modélisées en situation de référence sont les vitesses réelles de circulation (70 à 80 km/h sur la section courante).

Les résultats de calcul sont présentés ci-après :

- Carte isophone à 4 mètres de hauteur ;
- Carte de localisation des récepteurs avec tableau de détails des résultats en annexe : 5^e et 6^e colonnes ; niveaux sonores de la situation de référence.

• *Modélisation de l'état projet 2035*

Références cartographiques : Références cartographiques : Scénario d'aménagement par voies auxiliaires d'entrecroisement en 2035 — Laeq(6h-22h) à 4 mètres de haut par rapport au sol (périphérique seul) ; Scénario d'aménagement par voies auxiliaires d'entrecroisement en 2035 — Laeq(22h-6h) à 4 mètres de haut par rapport au sol (périphérique seul) ; Impacts acoustiques du scénario d'aménagement par voies auxiliaires d'entrecroisement

Référence annexe : Détail des résultats de calculs sonométriques

La modélisation de l'état projet consiste à reprendre le modèle de la situation de référence en intégrant les données géométriques du projet en 3D. Ces données contiennent les entrées en terre ainsi que la géométrie des voies modifiées.

La modélisation intègre également le trafic à terme (2035). Seule la contribution sonore de l'infrastructure routière objet de l'étude est prise en compte.

Les vitesses modélisées en situation projet sont les vitesses réglementaires (90 km/h sur la section courante). Cette hypothèse permet de maximiser la différence entre les niveaux sonores de projet et les niveaux sonores de référence, et ainsi d'être majorant. Il s'agit d'un choix allant dans le sens du riverain car l'hypothèse la plus exigeante est retenue. Cette différence d'hypothèse sur les vitesses, prise en faveur du riverain, explique majoritairement la variation du nombre d'habitations impactées entre le projet présenté à la concertation et celui-ci.

Les résultats de calcul sont présentés ci-après :

- Carte d'isophones à 4 mètres de hauteur (entre le rez de chaussée et le 1^{er} étage) ;
- Carte de localisation des récepteurs avec tableau de détails des résultats en annexe : 9e et 10e colonnes ; impact projet sans protection acoustique.

Les résultats de ces calculs sont comparés avec les niveaux sonores en situation de référence pour vérifier si l'augmentation du niveau sonore, en façade des bâtiments concernés, est significative (différence projet — référence > 2 dB(A)).

Si la modification est significative, il convient de vérifier si les seuils en situation projet sont également dépassés ou non. Ces seuils sont déterminés en fonction de la contribution actuelle de l'infrastructure.

Les habitations nécessitant réglementairement une protection acoustique sont repérées en rose sur la carte des récepteurs et dans la 13^e colonne du tableau associé en annexe ; elles concernent :

- 4 habitations situées dans le quartier de La Baronnière ; récepteurs n°21, n°26, n°28, n°30 ;
- 1 habitation dans le quartier Du Petit Moulin ; récepteur n°118-1 ;
- 1 habitation dans le quartier du Grand Val ; récepteur n°168.

Le tableau d'analyse ci-après indique pour chacun de ces bâtiments les dépassements observés par rapport aux seuils réglementaires.

Tableau 84 : Analyse des résultats de calcul sur récepteur

Récepteur	Augmentation significative			Niveau sonore en situation projet			
	Seuil réglementaire	Dépassé de		Seuil réglementaire		Dépassé de	
		Jour	Nuit	Jour	Nuit	Jour	Nuit
21 (RdC)	> 2 dB(A)	0.6 dB(A)	0.3 dB(A)	61.2 dB(A)	55 dB(A)	0.7 dB(A)	0.6 dB(A)
21 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.5 dB(A)	0.3 dB(A)	61.6 dB(A)	55.1 dB(A)	0.7 dB(A)	0.9 dB(A)
26 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.5 dB(A)	0.4 dB(A)	60.0 dB(A)	55 dB(A)	0.2 dB(A)	respecté
28 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.5 dB(A)	0.3 dB(A)	60.0 dB(A)	55 dB(A)	0.4 dB(A)	respecté
30 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.5 dB(A)	0.4 dB(A)	60.0 dB(A)	55 dB(A)	0.1 dB(A)	respecté
118-1 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.1 dB(A)	0.0 dB(A)	60.1 dB(A)	55.3 dB(A)	0.2 dB(A)	0.5 dB(A)
168 (1 ^{er} étage)	> 2 dB(A)	0.3 dB(A)	0.2 dB(A)	65.0 dB(A)	60 dB(A)	3.6 dB(A)	1.6 dB(A)

Il est à noter que l'analyse des résultats de calcul a été réalisée de façon très précise (arrondi au dixième de dB(A)).

Hormis le bâtiment n°21, seuls les 1^{ers} étages sont concernés par une protection acoustique réglementaire.

Pour le récepteur n°118-1 l'augmentation significative est avérée pour un dépassement de seulement 0,1 dB(A) au 1^{er} étage ce qui est très négligeable d'un point de vue acoustique.

Le bâtiment n°91, situé plus proche du périphérique mais légèrement en contrebas par rapport au n°118 n'est pas en situation de modification significative car l'augmentation du bruit au 1^{er} étage est tout juste égale au seuil de 2 dB(A).

Le bâtiment n°99, également situé entre le périphérique et le bâti n°118, ne nécessite pas de protection acoustique car il a seulement un rez de chaussée (pas de 1^{er} étage) où les niveaux sonores sont inférieurs aux seuils réglementaires.

Les seuils réglementaire en façade des bâtiments est faiblement dépassé (0,1 à 0,2 dB(A)) pour les bâtiments n°26 et 30.

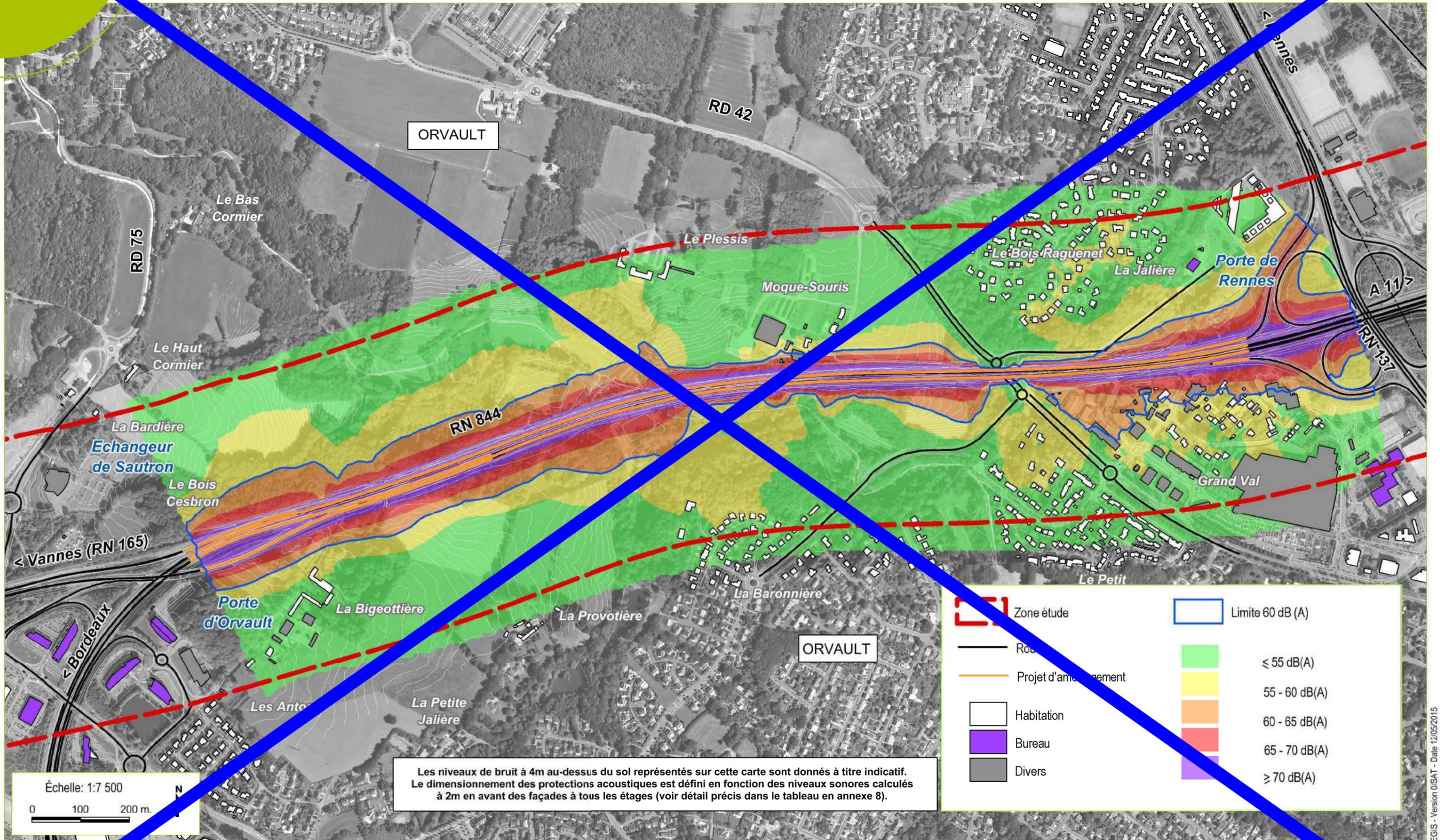
La protection acoustique nécessaire est donc à la marge et dans le cas où le bâtiment possède déjà un bon isolement acoustique de façade, des travaux ne seront pas forcément nécessaires (voir paragraphe suivant).

Le cas échéant, les mesures de compensation acoustique seront prises en charge financièrement par le maître d'ouvrage.

P

ÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

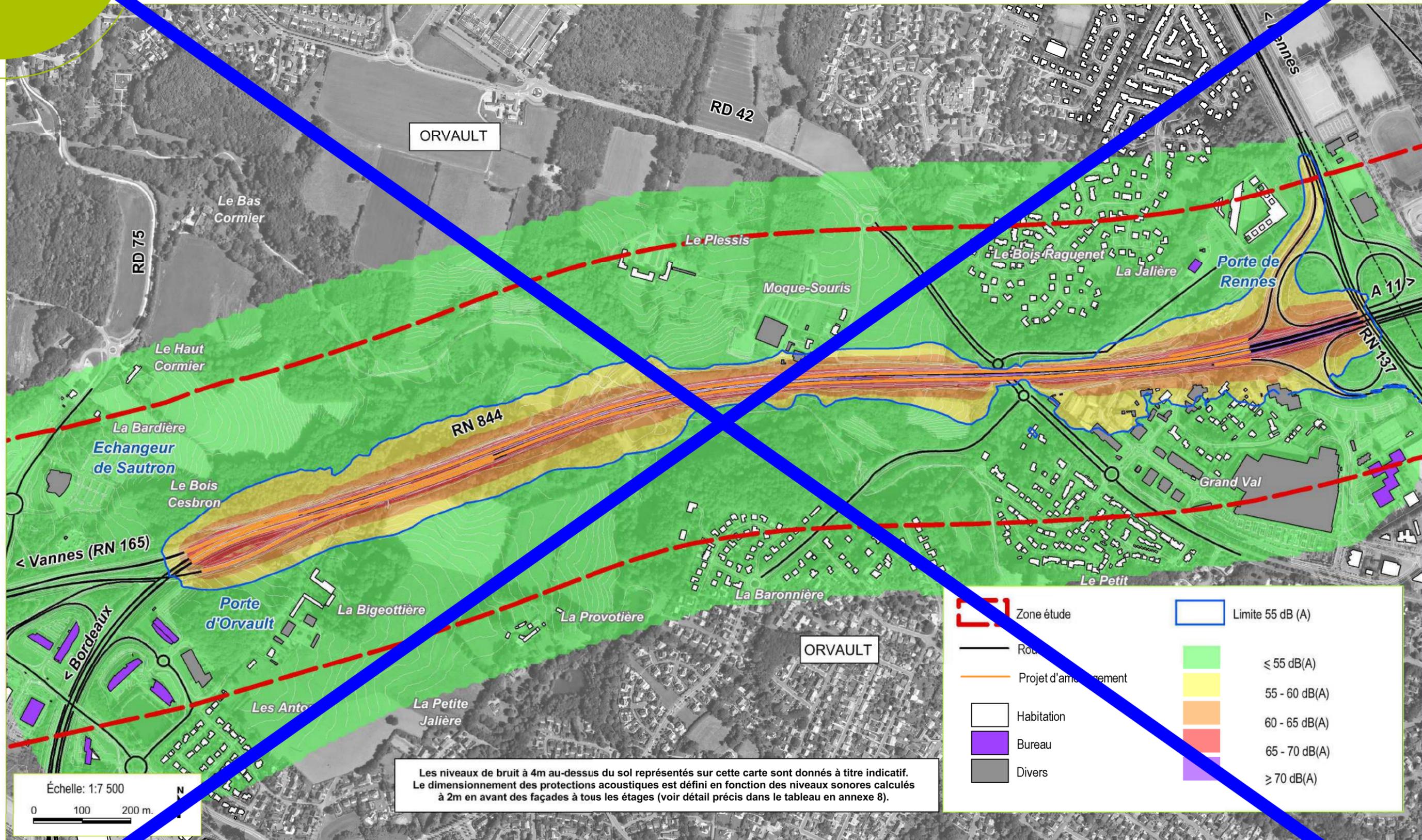
Situation fil de l'eau en 2035 - LAeq (6h-22h) à 4m. de haut par rapport au sol (périphérique seul)



P

ÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

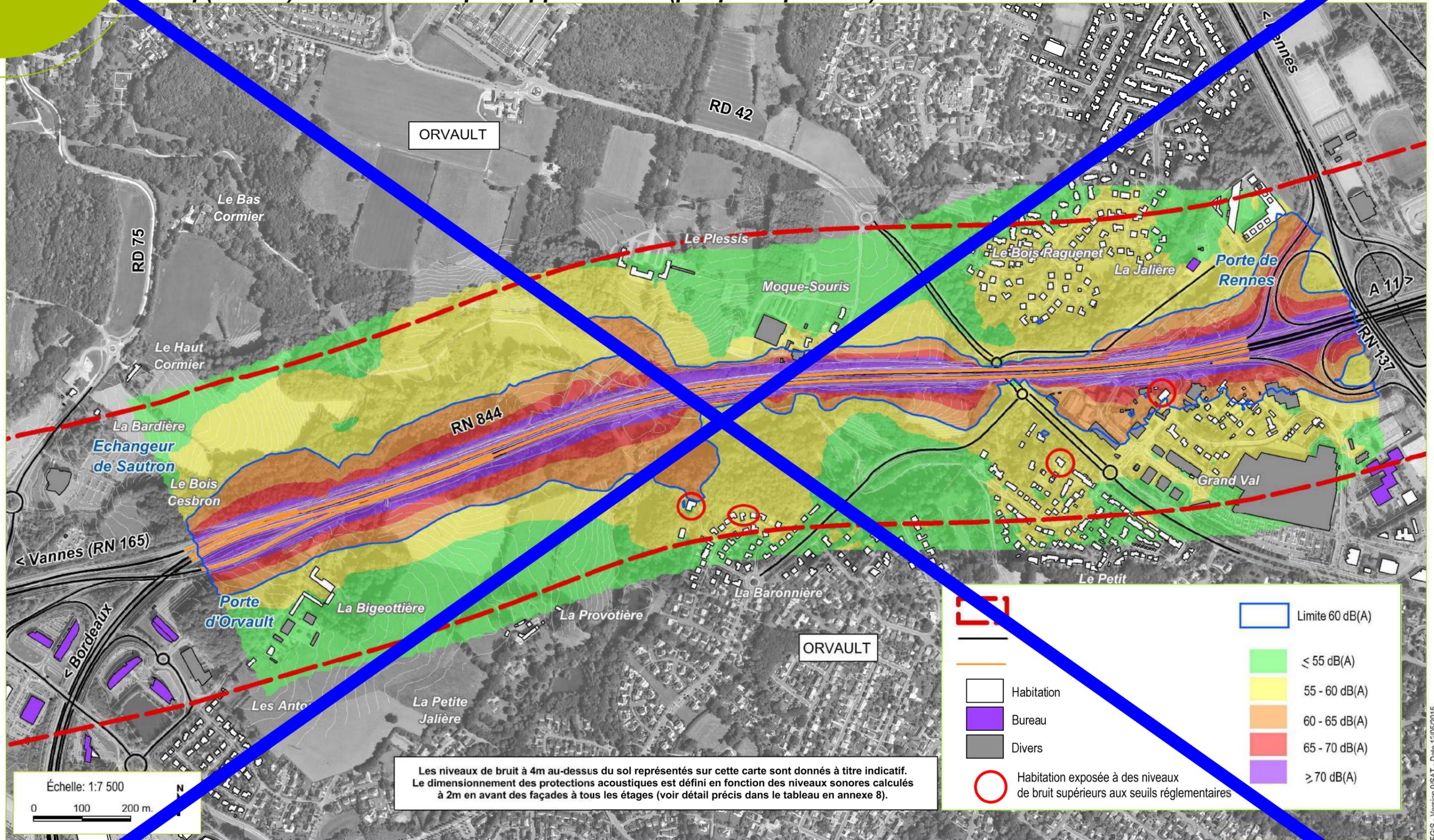
Situation fil de l'eau en 2035 - LAeq (22h-6h) à 4m. de haut par rapport au sol (périphérique seul)



PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Scénario d'aménagement par voie auxiliaire d'entrecroisement en 2035

LAeq (6h-22h) à 4 m. de haut par rapport au sol (périphérique seul)



Échelle: 1:7 500
 0 100 200 m.

Les niveaux de bruit à 4m au-dessus du sol représentés sur cette carte sont donnés à titre indicatif. Le dimensionnement des protections acoustiques est défini en fonction des niveaux sonores calculés à 2m en avant des façades à tous les étages (voir détail précis dans le tableau en annexe 8).

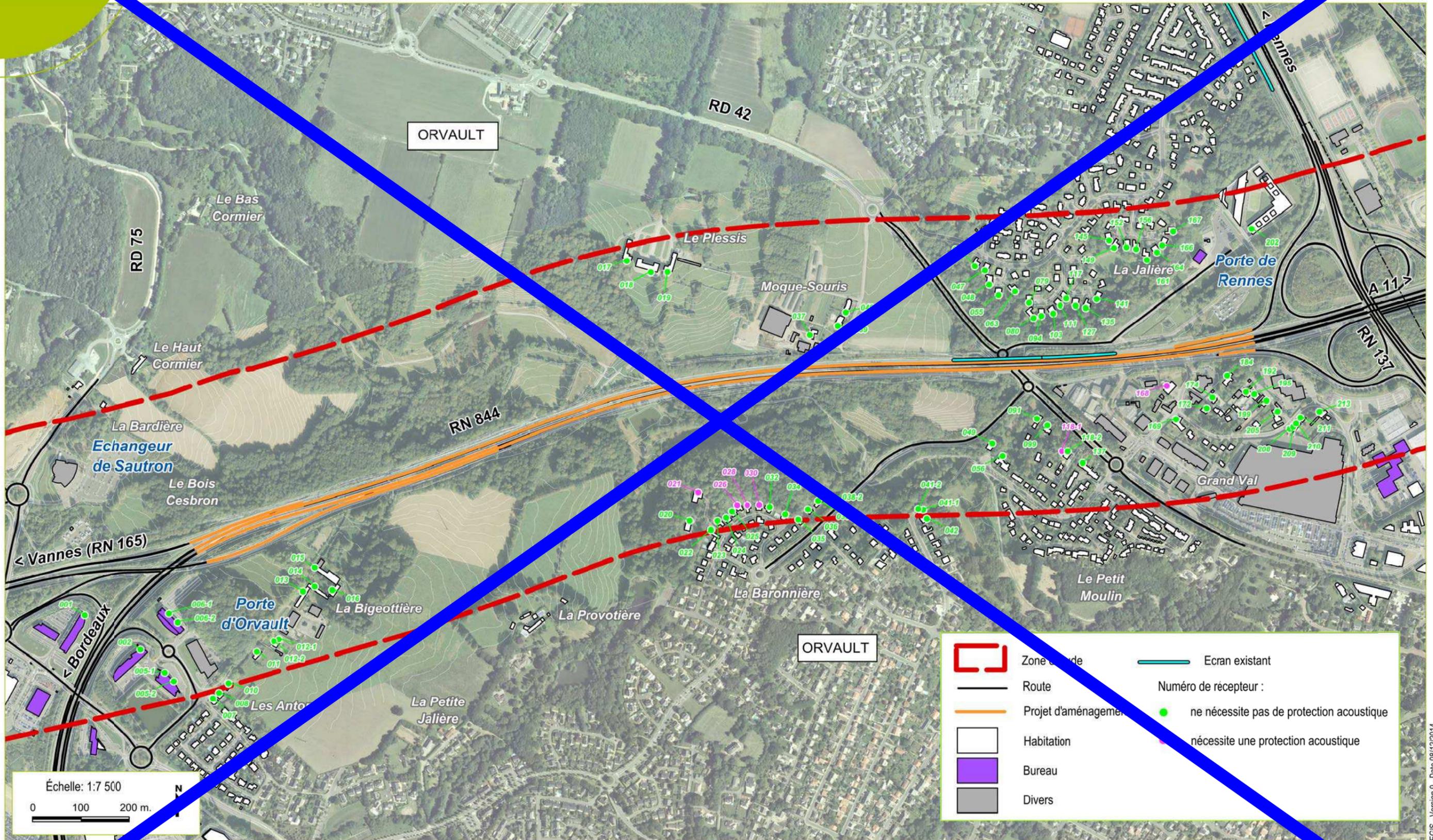
	Limite 60 dB(A)
	≤ 55 dB(A)
	55 - 60 dB(A)
	60 - 65 dB(A)
	65 - 70 dB(A)
	≥ 70 dB(A)
	Habitation
	Bureau
	Divers
	Habitation exposée à des niveaux de bruit supérieurs aux seuils réglementaires

Source : EGIS 2014
 Fond de plan : © IGN - reproduction interdite - © ORTHO

P

ÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Impact acoustique du scénario d'aménagement par voies auxiliaires d'entrecroisement



VI.11.2. Mesures

VI.11.2.1. Mesures réglementaires de réduction

Le nombre d'habitations nécessitant réglementairement une mesure de protection acoustique étant faible, la mise en place d'un écran antibruit n'est pas appropriée. En effet, le coût d'un ouvrage de ce type sera trop important au regard du nombre d'habitations à protéger.

De plus, pour les bâtiments éloignés de l'infrastructure (notamment la Baronnière), un écran de moins de 100 m de long et 4 m de haut ne serait pas suffisamment efficace. Il faudrait qu'il soit surdimensionné (très long et très haut), ce qui est difficile à mettre en place pour des raisons techniques et financières.

Par conséquent des travaux de renforcement de l'isolement de façade sont préconisés pour chacune des six habitations impactées.

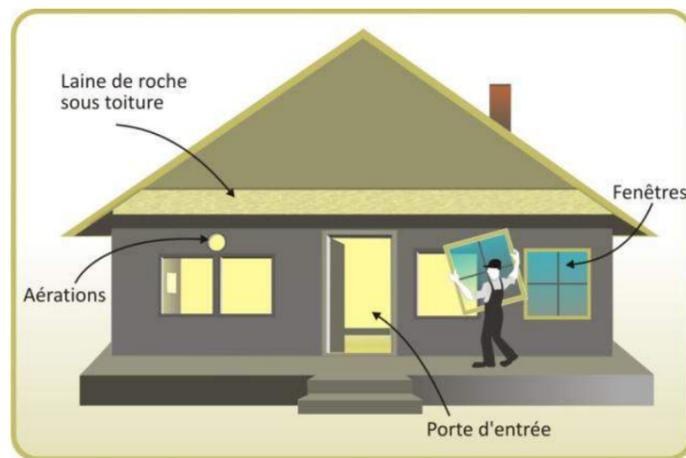


Figure 175 : Illustration d'un renforcement de l'isolement de façade d'un logement (Source : Egis)

L'article 4 de l'arrêté du 5 mai 1995 donne les valeurs d'isolement acoustique contre les bruits extérieurs (D_{FAT}) à prendre en compte par le maître d'ouvrage en cas de traitement d'isolation des ouvertures des bâtiments soit :

$$D_{\text{FAT}} \geq \text{LAeq Objectif} + 25 \text{ sans être inférieur à } 30 \text{ dB(A)}.$$

LAeq est la contribution de l'infrastructure en façade de l'habitation

Objectif est le niveau dû par le maître d'ouvrage en façade de l'habitation

Par exemple, si LAeq est de 69 dB(A) et l'Objectif de 60 dB(A), un isolement acoustique minimum de 34 dB(A) est à respecter. Cet isolement devra être respecté dans les pièces principales et la cuisine et prendra en compte les exigences de pureté de l'air et de confort thermique en saison chaude à l'intérieur des bâtiments.

Effets attendus des mesures

L'isolement acoustique doit être suffisamment efficace pour atteindre à l'intérieur des bâtis des niveaux sonores conformes à la réglementation. Pour les habitations, l'isolation concerne les pièces principales (chambre, salon, salle à manger, bureau).

Dans certains cas, les ouvertures existantes permettent déjà d'atteindre l'objectif d'isolement acoustique. Aucun traitement de protection acoustique n'est alors à mettre en œuvre. Ce ne sera qu'à l'issue d'un diagnostic in-situ de l'isolement acoustique existant que cela pourra être défini.

VI.11.2.2. Mesures supplémentaires de réduction

La modélisation du projet d'aménagement prend en compte un revêtement routier de très bonne qualité.

Le maître d'ouvrage s'engage à proposer une mesure supplémentaire de réduction du bruit, à savoir la mise en place d'un revêtement routier parmi les plus performants actuellement (de type Rugosoft® ou Nanosoft® de Colas) afin de minimiser au maximum les émissions sonores liées à la circulation routière du périphérique nantais.

La figure ci-dessous présente une base de données constituée par le Laboratoire régional des ponts et chaussées (LRPC) de Strasbourg, regroupant 19 types de revêtements routiers classés par émission sonore. La Nouvelle Méthode de Prédiction du Bruit 2008 permet de modéliser ces différents revêtements, en les regroupant en trois classes R1, R2 et R3 (du moins au plus bruyant).

Les revêtements Rugosoft® et Nanosoft® sont ajoutés à ce classement à titre de comparaison, et sont plus performant d'environ 2 à 5 dB(A) que le groupe de revêtements de type R1 pouvant être pris en compte conformément à la NMPB08 dans les modèles de calcul.

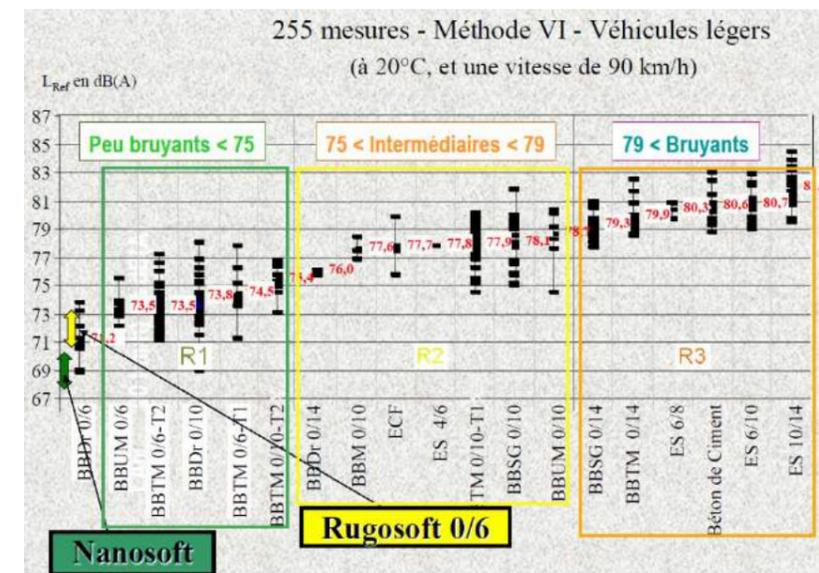


Figure 176 : Base de données du LRPC de Strasbourg / Colas

Ce type d'enrobé étant innovant il n'est pas possible à ce jour de l'intégrer dans les modélisations acoustiques définissant les obligations réglementaires citées ci-avant, c'est donc pour cela que les modélisations acoustiques présentées n'intègrent pas ce revêtement routier. Cependant au regard des résultats des essais effectués à ce jour sur d'autres infrastructures (comme le périphérique parisien), sa mise en œuvre permettra une réelle diminution du niveau de bruit.

~~Notons également que le joint de chaussée sera choisi en fonction du souffle de l'ouvrage et de ces caractéristiques acoustiques afin de limiter les claquements.~~

~~Enfin, l'écran acoustique situé au droit de la RD42 présente des détériorations pouvant affecter son efficacité. Une réfection de cet ouvrage est donc prévue.~~

Effets attendus des mesures

~~La mise en place d'un revêtement acoustique plus performant qu'actuellement constitue une mesure volontariste de la part du maître d'ouvrage. Tous les bâtis sensibles situés aux abords de la zone d'étude bénéficieront de cette mesure car celle-ci permet de réduire le bruit directement à la source.~~

~~La réfection de l'écran acoustique situé au droit de la RD42 permet d'améliorer son efficacité acoustique.~~

VI.12. Qualité de l'air et santé

VI.12.1. Évaluation des impacts

L'évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air se déroule en trois étapes :

- l'évaluation des émissions polluantes induites par le trafic routier sur le projet et les axes routiers impactés par le projet ;
- la modélisation de la dispersion atmosphérique de ces émissions et l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant dans la bande d'étude ;
- la comparaison de ces teneurs aux normes de qualité de l'air en vigueur.

L'ensemble des données, hypothèses et logiciels utilisés dans le cadre de cette étude est présenté au chapitre « XIV.1. Analyse des méthodes utilisées ».

Les émissions routières ont été évaluées pour chacun des tronçons du réseau routier, pour l'état initial (2011), l'état de référence (2035 sans projet) et l'état projeté (2035 avec projet).

Dans ces tableaux, les pourcentages correspondent aux écarts relatifs entre le scénario de référence et l'état initial (noté (ER-EI)/EI) et entre l'état de référence et l'état projeté (noté (EP-ER)/EP).

VI.12.1.1. Évaluation de l'impact du projet sur la qualité de l'air

VI.12.1.1.1. Analyse comparative des bilans des émissions 2011 et 2035 sans projet

L'analyse comparative des émissions polluantes entre l'horizon 2011 (état initial) et l'horizon 2035 sans réalisation du projet (état de référence) met en évidence une diminution des émissions routières pour l'ensemble des polluants (- 10 % à - 95 % suivant les polluants), excepté le dioxyde de soufre (+ 20 %), le benzo(a)pyrène (+ 41 %) et le cadmium (+ 10 %) dont les émissions augmentent.

Malgré l'augmentation du kilométrage parcouru à l'horizon 2035 (+ 22 %), les émissions routières du réseau étudié diminuent pour certains polluants, du fait du renouvellement du parc automobile. Ces résultats montrent les effets positifs liés aux améliorations technologiques (généralisation du pot catalytique, reformulation des carburants, etc.) et au renouvellement du parc automobile entre 2011 et 2035. Le renouvellement du parc roulant est un facteur important de réductions des nuisances atmosphériques.

Les émissions polluantes pour l'état initial et pour l'état de référence sont présentées en annexe (Cf. chapitre « XVI.9. Résultats des émissions polluantes de l'étude air »).

VI.12.1.1.2. Analyse comparative des bilans des émissions 2035 avec et sans la réalisation du projet

L'analyse comparative des émissions polluantes à l'horizon 2035, avec et sans la réalisation du projet, met en évidence une augmentation sensible des émissions routières pour la quasi-totalité des polluants (10% à 55 %). Cette évolution est, pour la majorité des polluants, plus importante que l'évolution de kilométrage parcouru (+ 3 %) du fait de vitesses plus importantes à l'état projeté qu'à l'état de référence.

Cette différence résulte du choix des hypothèses de trafics entre l'état de référence et l'état projeté, en particulier pour les vitesses correspondant aux vitesses en charge pour l'état de référence et aux vitesses réglementaires pour l'état projeté.

Dans l'hypothèse de vitesses homogènes entre l'état de référence et l'état projeté, les émissions routières calculées seront, globalement pour tous les polluants, en augmentation de l'ordre de 3 % entre l'état de référence et l'état projeté, conformément à l'évolution du kilométrage parcouru.

Les émissions polluantes pour l'état projeté sont présentées en annexe (Cf. chapitre « XVI.9. Résultats des émissions polluantes de l'étude air »).

VI.12.1.2. Évaluation du projet dans l'air ambiant

La dispersion et l'évaluation des teneurs en polluant dans l'air ambiant ont été déterminées avec le logiciel ADMS Road. Les teneurs en polluant ainsi obtenues sont exprimées sous la forme de teneurs moyennes annuelles en tout point de la bande d'étude.

Ces teneurs annuelles sont comparables aux normes de qualité de l'air en vigueur et leur comparaison aux différents horizons permet d'appréhender l'impact du projet sur la qualité de l'air.

Il convient de souligner que ces résultats mettent en évidence la contribution des émissions induites par le réseau routier étudié pour le dioxyde d'azote, le benzène et les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}), polluants pour lesquels la pollution de fond est connue et à l'exclusion de toute autre source d'émissions pour les autres polluants.

VI.12.1.2.1. Cartographie des teneurs en polluant

Références cartographiques : *Dioxyde d'azote – État initial ; Dioxyde d'azote – État de référence 2035 ; Dioxyde d'azote – État projeté 2035 ; Benzène – État initial ; Benzène – État de référence 2035 ; Benzène – État projeté 2035 ; PM₁₀ – État initial ; PM₁₀ – État de référence 2035 ; PM₁₀ – État projeté 2035 ; PM_{2,5} – État initial ; PM_{2,5} – État de référence 2035 ; PM_{2,5} – État projeté 2035.*

Les cartographies, dans le cadre des impacts du projet, des teneurs en dioxyde d'azote, en benzène et en particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) en tout point de la bande d'étude, sont présentées en pages suivantes pour l'état initial (2011), l'état de référence (2035) et l'état projeté (2035).

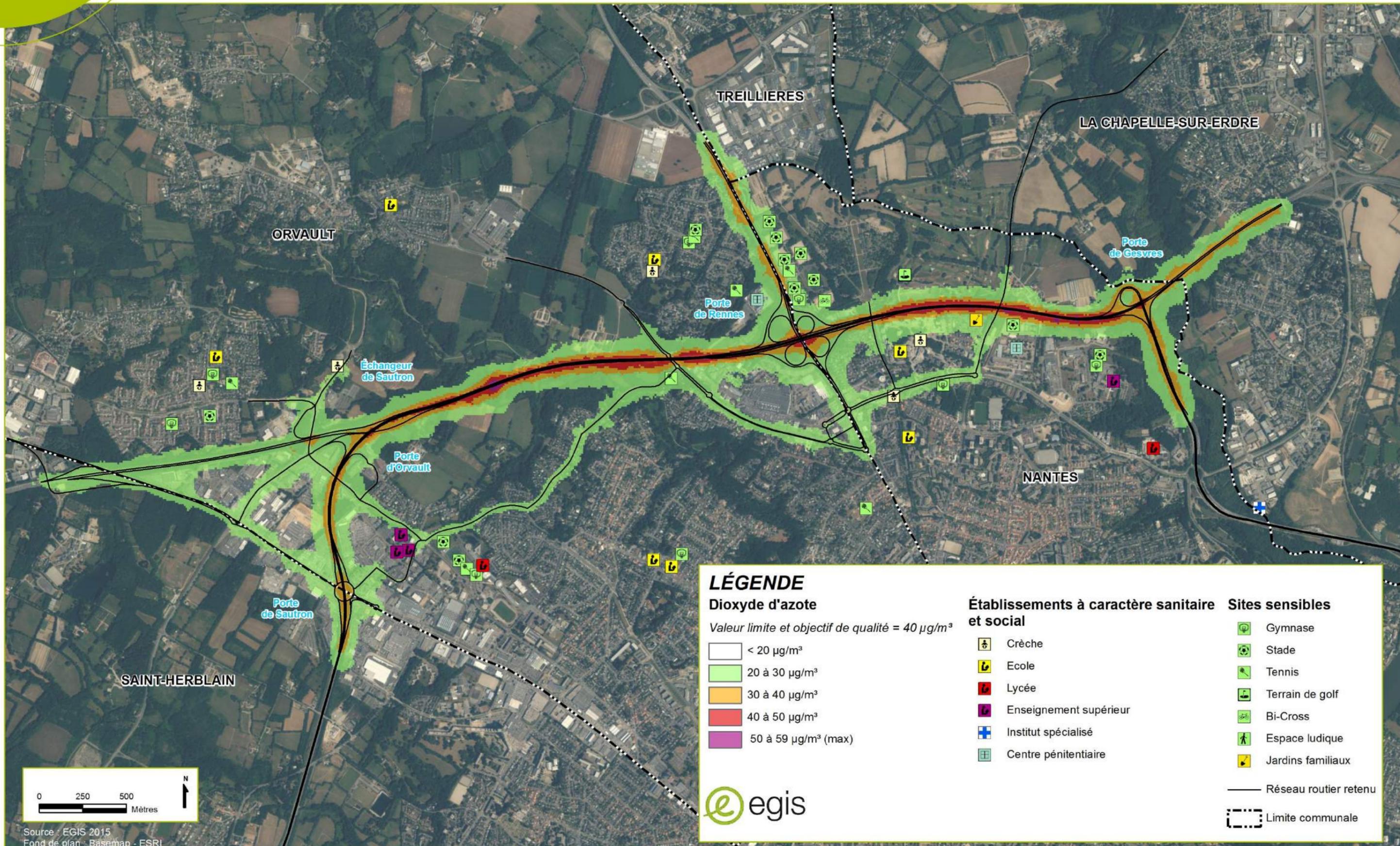
Ces cartographies ont été réalisées sous SIG (Système d'Information Géographique) par interpolation géostatistique des teneurs évaluées, en chaque point du maillage (environ 6 300 points pour l'état initial, l'état de référence et l'état projeté), à l'issue des calculs de dispersion atmosphérique.

Ces cartographies mettent en évidence :

- les effets significatifs, mais néanmoins géographiquement limités, des émissions polluantes induites par le trafic routier du réseau étudié sur la qualité de l'air (entre 50 et 150 m de part et d'autre des infrastructures routières en fonction des axes et des polluants) ;
- une amélioration de la qualité de l'air à l'échelle du domaine d'étude entre l'état initial et l'état de référence pour le benzène et les particules, du fait du renouvellement du parc automobile entre 2011 et 2035 et ce, malgré l'augmentation du kilométrage parcouru ;
- une relative stabilité des effets induits par les émissions polluantes entre l'état de référence et l'état projeté, témoignant ainsi d'une faible variation du kilométrage parcouru et de l'impact malgré tout modéré de la différence des hypothèses de vitesses.

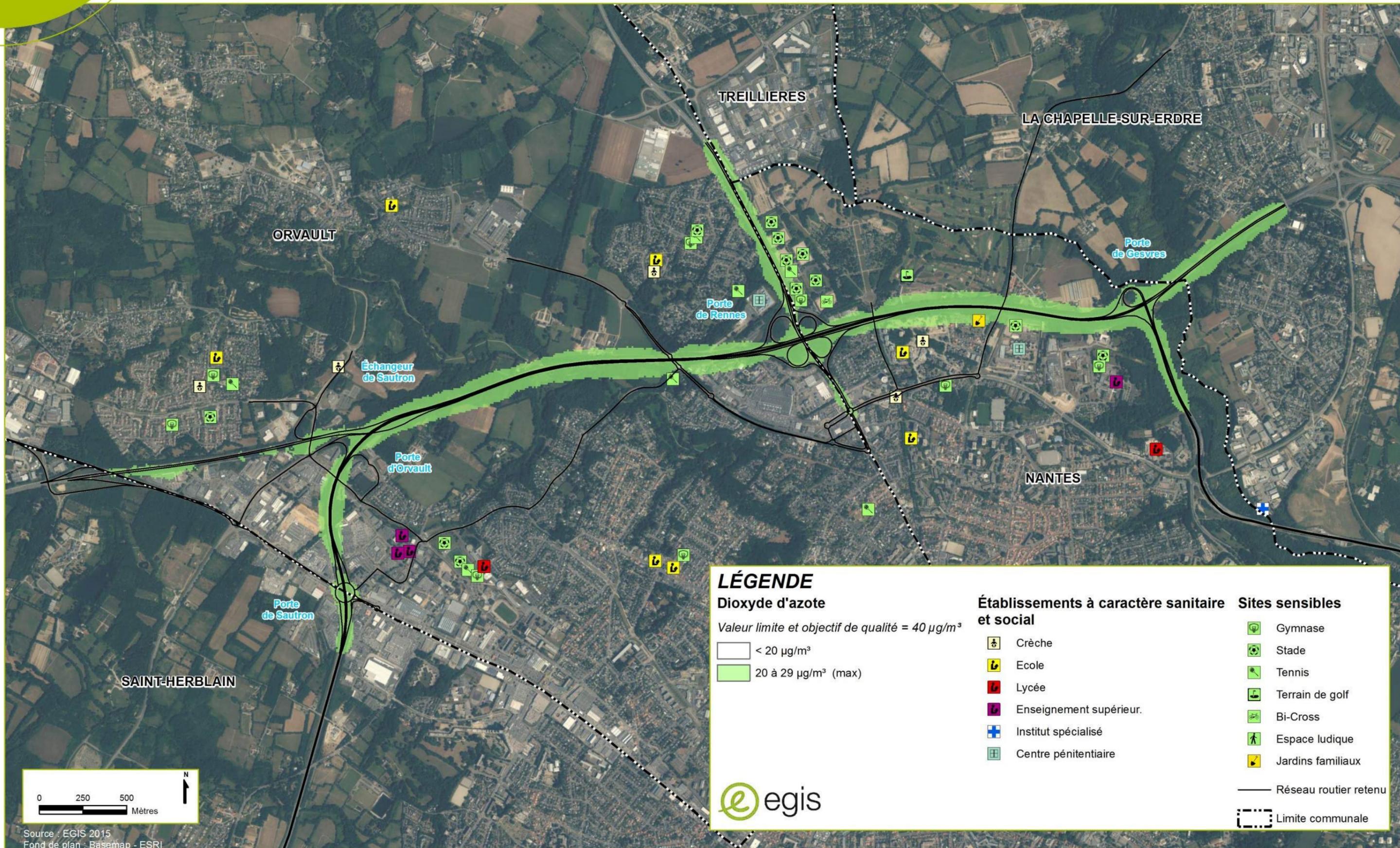
PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Dioxyde d'azote - État initial



PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Dioxyde d'azote - État de référence - 2035



LÉGENDE

Dioxyde d'azote

Valeur limite et objectif de qualité = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$

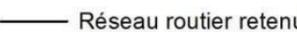
- $< 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 20 à $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (max)

Établissements à caractère sanitaire et social

-  Crèche
-  Ecole
-  Lycée
-  Enseignement supérieur.
-  Institut spécialisé
-  Centre pénitentiaire

Sites sensibles et social

-  Gymnase
-  Stade
-  Tennis
-  Terrain de golf
-  Bi-Cross
-  Espace ludique
-  Jardins familiaux

-  Réseau routier retenu
-  Limite communale

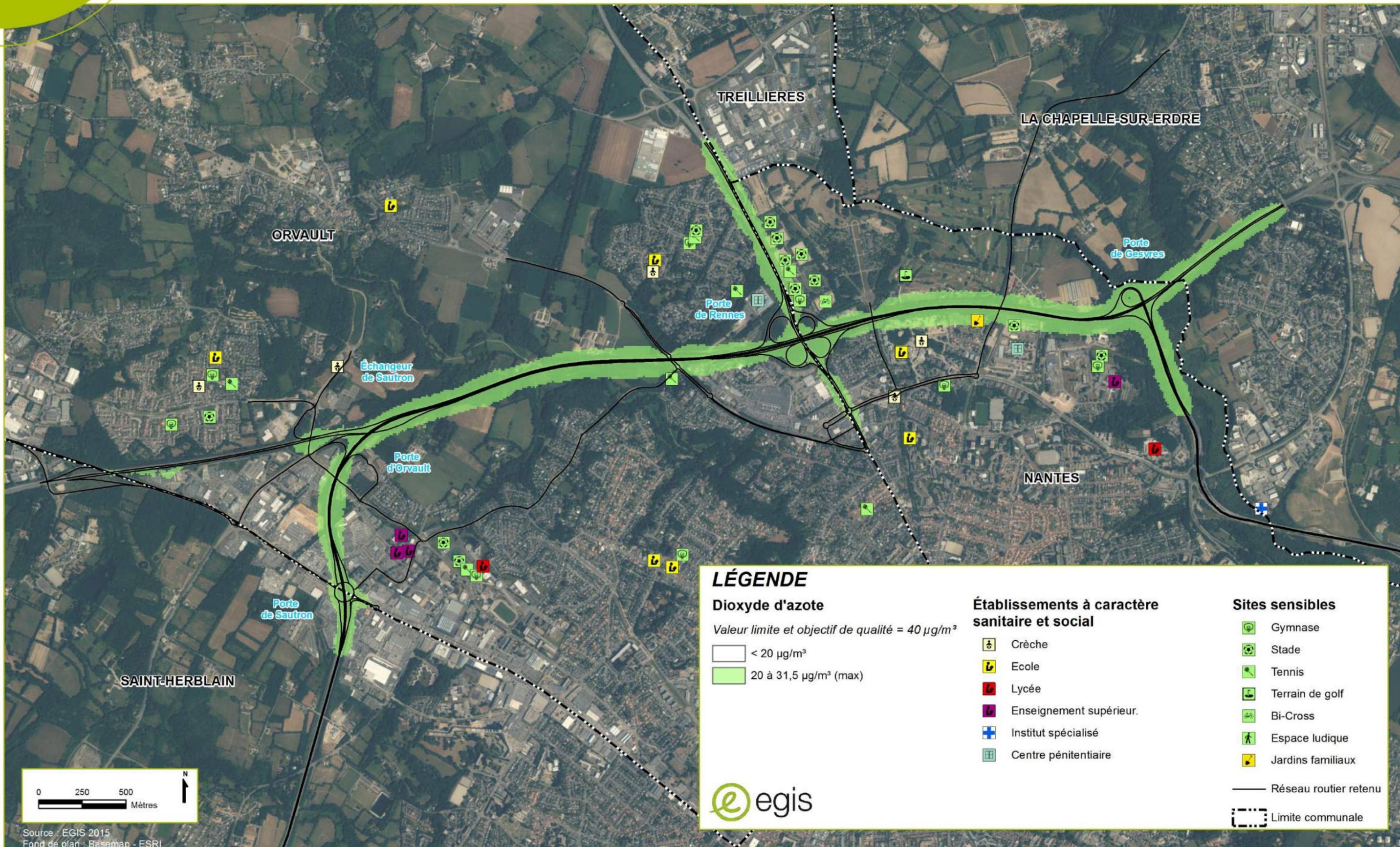


0 250 500
Mètres



PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Dioxyde d'azote - État projeté - 2035



LÉGENDE

Dioxyde d'azote

Valeur limite et objectif de qualité = 40 µg/m³

- < 20 µg/m³
- 20 à 31,5 µg/m³ (max)

Établissements à caractère sanitaire et social

-  Crèche
-  Ecole
-  Lycée
-  Enseignement supérieur.
-  Institut spécialisé
-  Centre pénitentiaire

Sites sensibles

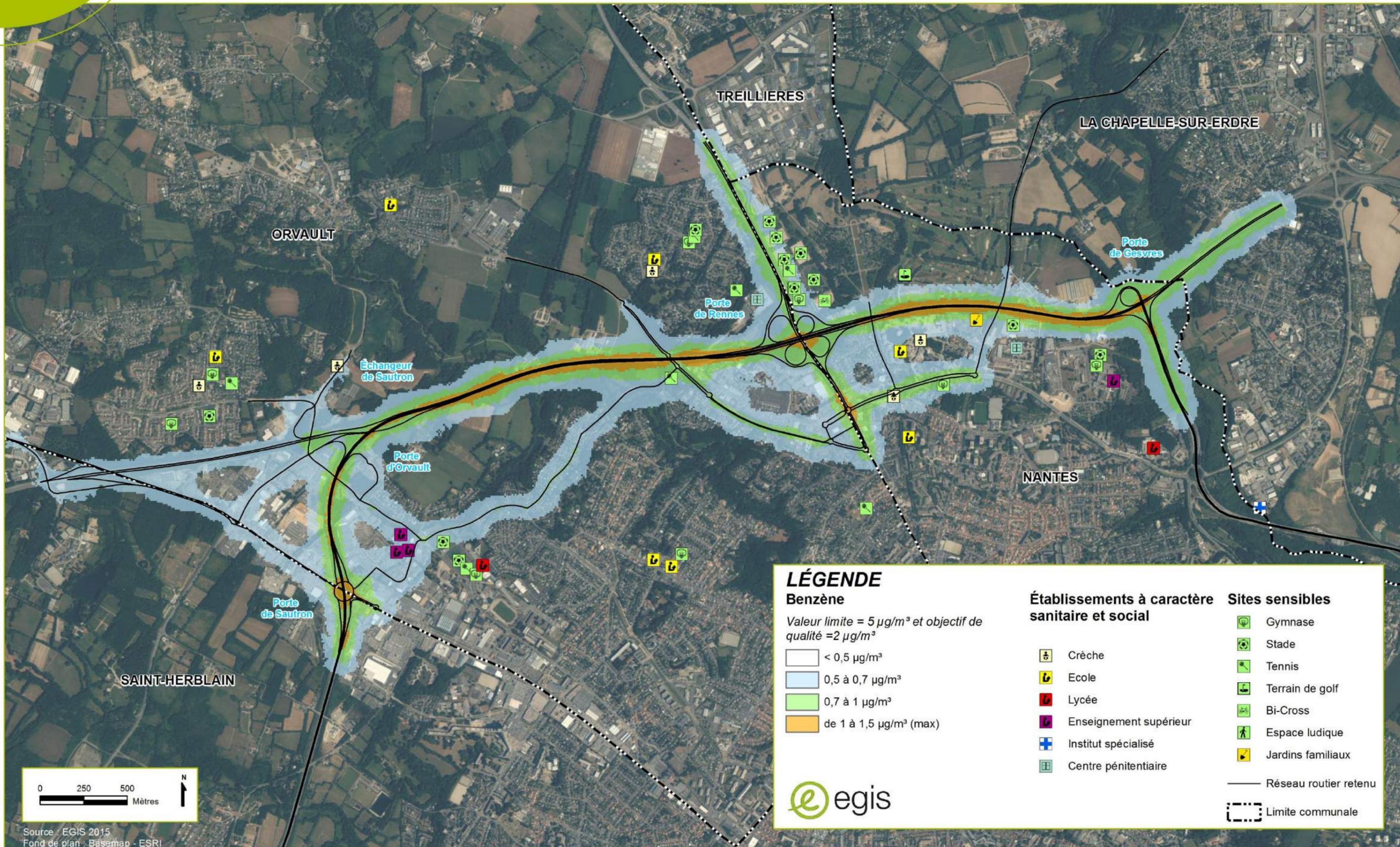
-  Gymnase
-  Stade
-  Tennis
-  Terrain de golf
-  Bi-Cross
-  Espace ludique
-  Jardins familiaux
-  Réseau routier retenu
-  Limite communale



Source : EGIS 2015
Fond de plan : Basemap - ESRI

PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Benzène - État initial



LÉGENDE
Benzène

Valeur limite = $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et objectif de qualité = $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- $< 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $0,5 \text{ à } 0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- $0,7 \text{ à } 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- de $1 \text{ à } 1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (max)

<p>Établissements à caractère sanitaire et social</p> <ul style="list-style-type: none"> Crèche Ecole Lycée Enseignement supérieur Institut spécialisé Centre pénitentiaire 	<p>Sites sensibles</p> <ul style="list-style-type: none"> Gymnase Stade Tennis Terrain de golf Bi-Cross Espace ludique Jardins familiaux
--	---

— Réseau routier retenu

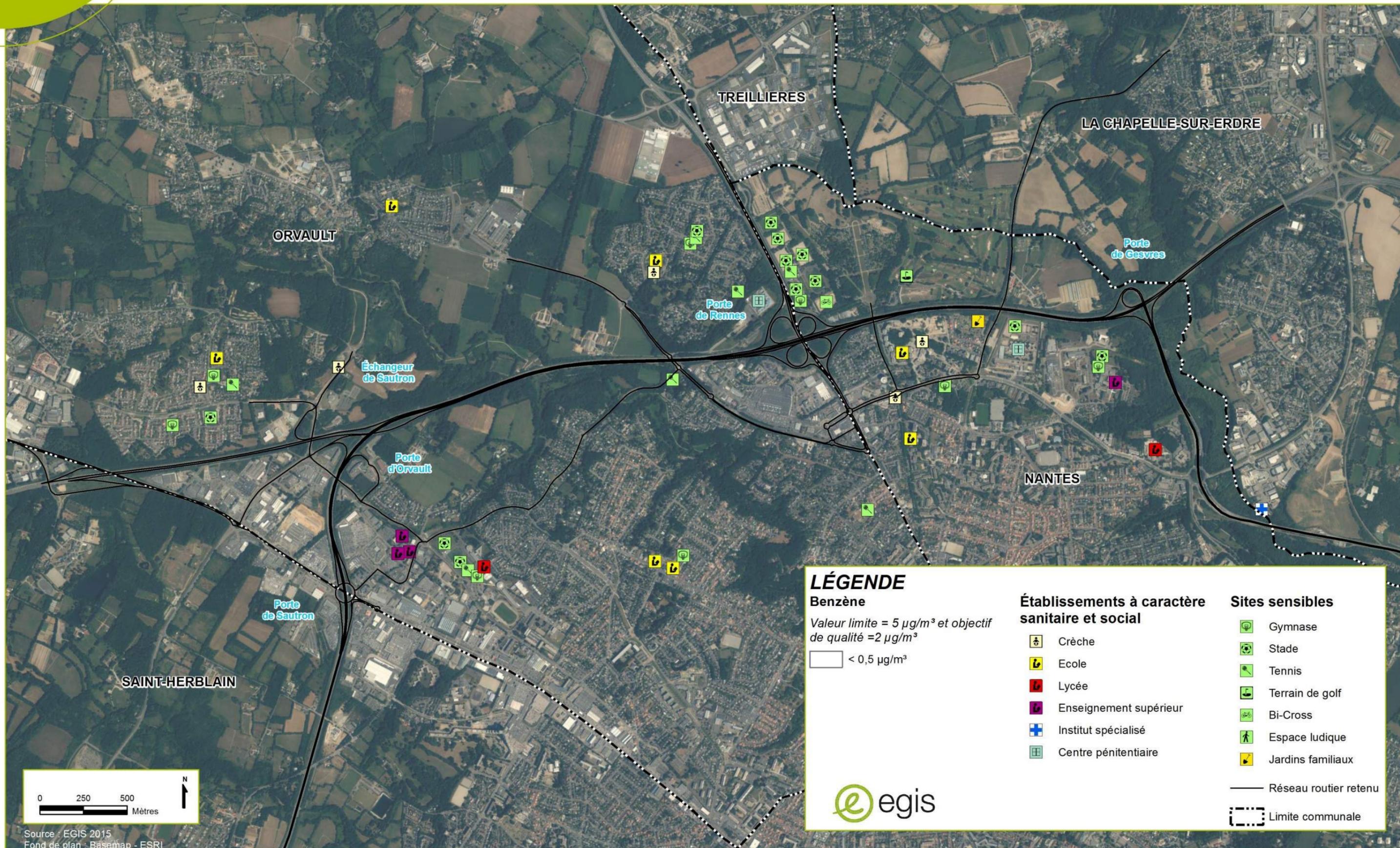
- - - Limite communale

egis

Source : EGIS 2015
Fond de plan : Basemap - ESRI

PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Benzène - État de référence - 2035



LÉGENDE

Benzène

Valeur limite = $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et objectif de qualité = $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

$< 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Établissements à caractère sanitaire et social

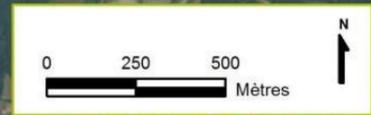
-  Crèche
-  Ecole
-  Lycée
-  Enseignement supérieur
-  Institut spécialisé
-  Centre pénitentiaire

Sites sensibles

-  Gymnase
-  Stade
-  Tennis
-  Terrain de golf
-  Bi-Cross
-  Espace ludique
-  Jardins familiaux

 Réseau routier retenu

 Limite communale



Source : EGIS 2015
Fond de plan : Basemap - ESRI

PÉRIPHÉRIQUE NORD DE NANTES

Benzène - État projeté - 2035

