



DREAL BRETAGNE

MISE A 2X2 VOIES DE LA RN176 ENTRE L'ESTUAIRE DE LA RANCE ET L'ECHANGEUR DE LA CHENAIE

VOLUME 2

PIECE F : ETUDE D'IMPACT VALANT DOSSIER D'AUTORISATION LOI SUR L'EAU ET DOCUMENT D'INCIDENCES NATURA 2000

PARTIE 4 - ANNEXES

Emetteur Arcadis
Agence de NANTES
17 Place Magellan
Le Ponant 2 - Zone Atlantis
BP 10121
44817 St Herblain Cedex
Tél. : +33 (0)2 40 92 19 36
Fax : +33 (0)2 40 92 76 20

Réf affaire Emetteur 12-001887
Chef de Projet Sophie BIETH
Auteur principal Camille REMOUÉ
Nombre total de pages 91

Indice	Date	Objet de l'édition/révision	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
A01	03/11/2016	Première diffusion	CAR	LLR	SBI
B01	10/11/2016	Actualisation de la partie Faune/flore	CAR	LLR	SBI
C01	05/01/2017	Prise en compte des remarques du maitre d'ouvrage et du CEREMA	CAR	LLR	SBI
D01	06/02/2017	Prise en compte des remarques du maitre d'ouvrage	CAR	LLR	SBI
E01	30/06/2017	Prise en compte des remarques suite à la CIA	CAR	LLR	SBI
F01	01/09/2017	Maj suite remarques DMOI	CAR	LLR	SBI
G01	16/01/2018	Maj suite remarques DMOI	CAR	LLR	SBI
H01	15/02/2018	Ajout rapport complémentaire trafic	SBI	LLR	SBI
I01	13/03/2018	Maj suite remarques DMOI	CAR	LLR	SBI
J01	12/03/2019	Ajout du bilan carbone	CAR	LLR	SBI

Il est de la responsabilité du destinataire de ce document de détruire l'édition périmée ou de l'annoter « Edition périmée ».

Document protégé, propriété exclusive d'ARCADIS ESG.
Ne peut être utilisé ou communiqué à des tiers à des fins autres que l'objet de l'étude commandée.

Table des Matières

1 ANNEXE 1 : ETUDE AIR	7
1.4 Description du domaine d'étude	7
1.5 Inventaire des émissions	9
1.5.1 Hypothèses	9
1.5.2 Emissions à l'état initial	9
1.5.3 Comparaison des émissions entre état initial et état de référence	9
1.5.4 Comparaison des émissions entre état de référence et état projeté	9
1.6 Estimation des concentrations	10
1.6.1 Hypothèses	10
1.6.2 Etat initial	10
1.6.3 Etat de reference	11
1.6.4 Etat projeté	13
1.7 Conclusion sur l'impact du projet sur la qualité de l'air	14
1.8 Méthodologie de l'étude air et santé	15
1.8.1 Inventaire des émissions	15
1.8.2 Estimation des concentrations	15
1.8.3 Calcul de l'IPP	16
1.9 Etude air et santé : tronçons routiers et trafics détaillés	17
2 ANNEXE 2 : ETUDE DES EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE	19
2.1 Identification des dangers et des relations dose-réponses	19
2.1.1 Les oxydes d'azote (NO et NO2)	19
2.1.2 Les particules en suspension	20
2.1.3 Le benzène (C6H6)	20
2.1.4 Le dioxyde de soufre (SO2)	20
2.1.5 Le dioxyde de carbone (CO2)	20
2.1.6 Les composés organiques volatils (COV) autres que le benzène	20
2.1.7 L'ozone (O3)	20
2.1.8 Les métaux lourds	21
2.2 Évaluation de l'exposition des populations	21
2.3 Caractérisation des risques sanitaires et mesures envisagées	22
2.3.1 Caractérisation des risques liés à la pollution atmosphérique	22
2.3.2 Caractérisation des risques pendant la période de travaux	22
2.4 Conclusion sur les effets du projet sur la santé publique	22
3 ANNEXE 3 : ETUDE HYDRAULIQUE	23
3.1 Contexte de l'étude hydraulique	23
3.1.1 Réseau hydrographique	23
3.1.2 Pluviométrie et climatologie	23
3.2 Définition des principes hydrauliques	23
3.2.1 Sensibilité du milieu récepteur	23
3.2.2 Réglementations en vigueur	23
3.2.3 Les nuisances du projet routier vis-à-vis de la ressource en eau	24
3.2.4 Principes de rétablissement des écoulements naturels	24
3.2.5 Principes d'assainissement routier	25
3.3 Réseau d'assainissement	25
3.3.1 Hypothèses de calcul	26
3.3.2 Détermination des débits de projet	26
3.3.3 Détermination des débits capables du réseau	26
3.3.4 Démarche de calcul	26
3.3.5 Résultats	26
3.4 Ouvrages multifonctions	27
3.4.1 Bassins versants routier repris par les ouvrages multifonctions	27
3.4.2 Dimensionnement des ouvrages multifonctions	27
3.4.3 Caractéristiques des ouvrages	28
3.4.4 Evaluation de la qualité des rejets	29
3.5 Rétablissement des écoulements naturels	31
3.5.1 Caractéristiques des bassins versants interceptés	31
3.5.2 Détermination des débits caractéristiques	31
3.5.3 Dimensionnement de l'ouvrage de Pontlivard	32
3.5.4 Dimensionnement de l'ouvrage du Clos de la Rompe	32
4 ANNEXE 4 : ETUDE ACOUSTIQUE	33
4.1 Préambule	33
4.1.1 Contexte de l'étude	33
4.1.2 Contexte réglementaire	34
4.1.3 Généralités sur le bruit	35
4.2 Etat Initial	36
4.2.1 Déroulement des mesures	36
4.2.2 Localisation des points de mesures	36
4.2.3 Résultats des mesures	38
4.2.4 Conclusion de l'état initial	46

4.3 Analyse prévisionnelle	47
4.3.1 Méthodologie	47
4.3.2 Hypothèses et données de base	47
4.3.3 Calage du modèle de calculs	49
4.3.4 Horizons actuel et futur	50
4.4 Dimensionnement des protections acoustiques	57
4.5 Estimation financière des protections	65
4.6 Comparaison avec les études antérieures	65
4.7 Calculs avec des occurrences forfaitaires par excès	66
4.7.1 Calage du modèle de calculs	66
4.7.2 Horizons actuel et futur	66
4.8 Conclusion	69
4.9 Annexes	70
4.9.1 Données de trafic	70
4.9.2 Données Météorologiques	74
4.9.3 Résultats des calculs sur récepteurs	75
4.9.4 Plan en coupe d'isophones	78
5 ANNEXE 5 BILAN CARBONE – CONSTRUCTION ET EXPLOITATION	79
5.1 Introduction	79
5.1.1 Cadre de la mission	79
5.1.2 Projet	79
5.1.3 Cadre normatif et méthodologique général	79
5.1.4 Méthodologie appliquée à l'étude	80
5.1.5 Périmètre de l'étude	80
5.1.6 Limites	81
5.2 Synthèse des résultats	81
5.2.1 Principales pistes de réduction des émissions de GES du projet	82
5.2.2 Pistes envisageables ayant un plus faible impact sur le bilan carbone du projet	83
5.3 Emissions par poste	83
5.3.1 Etudes amont	83
5.3.2 Changement d'affectation des sols	83
5.3.3 Déplacements chantier	83
5.3.4 Démolition	83
5.3.5 Terrassement	84
5.3.6 Voirie	84

5.3.7 Equipements	85
5.3.8 Ouvrages	85
5.3.9 Assainissement	86
5.3.10 Exploitation	86
5.4 Conclusion	89
6 ANNEXE 6 : ETUDE DE TRAFIC ET ETUDE DE LA CONGESTION	90
6.1 Etude de trafic	90
6.2 Etude de la congestion	91

Liste des tableaux

Tableau 1 : Bilan d'émissions à l'état initial (source ARCADIS)	9
Tableau 2 : Bilan d'émission à l'état de référence et comparaison à l'état initial (source ARCADIS)	9
Tableau 3 : Bilan d'émission à l'état projeté et comparaison à l'état de référence (source ARCADIS)	9
Tableau 4 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état initial (source ARCADIS)	10
Tableau 5 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état de référence (source ARCADIS)	11
Tableau 6 : Pourcentage d'évolution des concentrations maximales et moyennes à l'état de référence par rapport à l'état initial (source ARCADIS)	13
Tableau 7 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état projeté (source ARCADIS)	13
Tableau 8 : Pourcentage d'évolution des concentrations maximales et moyennes à l'état projeté par rapport à l'état de référence (source ARCADIS)	14
Tableau 9 : Valeurs guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition au NO ₂ (Source : OMS)	19
Tableau 10 : Valeur guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition aux particules (Source : OMS)	20
Tableau 11 : Valeur guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition au SO ₂ (Source : OMS)	20
Tableau 12 : Valeur guide de l'OMS pour une durée d'exposition de 8 heures à l'ozone (Source : OMS)	20
Tableau 13 : Valeur guide de l'OMS pour une durée d'exposition d'une année au plomb (Source : OMS)	21
Tableau 14 : Indice Pollution-Population obtenus pour l'état initial, de référence et projeté (source ARCADIS)	22
Tableau 15 : Résultats de la comparaison entre les mesures et les calculs de la modélisation (source EREA)	50
Tableau 16 : Tableau récapitulatif des objectifs réglementaires de la transformation d'infrastructure (source EREA)	50
Tableau 17 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur (source EREA)	52
Tableau 18 : Tableaux des traitements de façades supplémentaires pour les deux variantes (source EREA)	61
Tableau 19 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur avec protection (source EREA)	61

Tableau 20 : Estimation du coût des protections définies à partir des objectifs réglementaires - variante A (source EREA)	65
Tableau 21 : Estimation du coût des protections définies à partir des objectifs réglementaires - variante B (source EREA)	65
Tableau 22 : Tableau de comparaison des dimensionnements des protections des différentes études (source EREA)	65
Tableau 23 : Tableau du calage du modèle de calculs avec les occurrences forfaitaires par excès du tableau B.6 de la norme NFS 31-133 (source EREA)	66
Tableau 24 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur avec protection – occurrences forfaitaires par excès (source EREA)	68
Tableau 25 : Données de trafic première campagne de mesure (sens Pontorson – Saint-Malo) – source DIR Ouest	70
Tableau 26 : Données de trafic première campagne de mesure (sens Saint-Malo - Pontorson) – source DIR Ouest	70
Tableau 27 : Données de trafic première campagne de mesure - synthèse	70
Tableau 28 : Données de trafic seconde campagne de mesure (sens 1) – source DIR Ouest	71
Tableau 29 : Données de trafic seconde campagne de mesure (sens 2) – source DIR Ouest	72
Tableau 30 : Récapitulatif des comptages du trafic lors de la seconde campagne de mesures	73
Tableau 31 : Tableau de présentation des résultats de calcul des émissions de GES de la mise en 2x2 voies de la RN 176 en phase AVP	81
Tableau 32 : Répartition des résultats par famille de poste	82
Tableau 33 : Synthèse des réductions potentielles identifiées	82
Tableau 34 : évolution prévisionnelle des émissions annuelles de GES liées au trafic routier	87
Tableau 35 : Synthèse des missions de GES attendues en phase exploitation	88

Liste des figures

Figure 1 : Domaine d'étude, bande d'étude et tronçons routiers relatifs à la qualité de l'air (source ARCADIS – fond de plan IGN)	8
Figure 2 : Concentrations annuelles moyennes en NO ₂ à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)	10
Figure 3 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)	10
Figure 4 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)	11
Figure 5 : Concentrations annuelles moyennes en NO ₂ à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)	12
Figure 6 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)	12
Figure 7 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)	12

Figure 8 : Concentrations annuelles moyennes en NO ₂ à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)	13
Figure 9 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)	14
Figure 10 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)	14
Figure 11 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions	15
Figure 12 : Localisation des bâtiments inclus dans la bande d'étude relative à la qualité de l'air (source ARCADIS – fond de plan IGN)	21
Figure 13 : Profils en travers type en déblai et rasant (source ARCADIS)	25
Figure 14 : Profils en travers type en remblai (source ARCADIS)	25
Figure 15 : Schéma explicatif de la méthode des pluies (source ARCADIS)	28
Figure 16 : Schéma explicatif des méthodes du Gradex et Gradex Progressif (source ARCADIS)	31
Figure 17 : Localisation des points de mesures acoustiques des deux campagnes et des comptages automatiques du trafic (source EREA)	37
Figure 18 : Tableau récapitulatif des résultats en dB(A) des deux campagnes de mesures acoustiques (source EREA)	38
Figure 19 : Aperçu de la modélisation du projet en 3D (source EREA - logiciel CADNAA)	47
Figure 20 : Vue en plan de la zone modélisée (source EREA – fond de plan IGN)	47
Figure 21 : Hypothèses de répartition du trafic pour les différents horizons de calculs (source EREA / CEREMA)	48
Figure 22 : Définition des catégories de revêtements guide du Setra « Prévision du bruit routier – Calcul des émissions sonores dues au trafic routier »	48
Figure 23 : Localisation des points de mesures et de calculs des niveaux sonores (source EREA – fond de plan IGN)	49
Figure 24 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie ouest – Plouër-sur-Rance) (source EREA)	51
Figure 25 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie centre – La Ville-ès-Nonais) (source EREA)	51
Figure 26 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie est – La Ville-ès-Nonais) (source EREA)	51
Figure 27 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon actuel (source EREA – fon de plan IGN)	54
Figure 28 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 sans projet (source EREA – fon de plan IGN)	55
Figure 29 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 sans projet (source EREA – fon de plan IGN)	56
Figure 30 : Localisation des protections acoustiques - variante de protection A (source EREA)	58
Figure 31 : Localisation des protections acoustiques - variante de protection B (source EREA)	59
Figure 32 : Localisation des protections acoustiques – merlon (source EREA)	60
Figure 33 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 avec protections acoustiques (variante A) (source EREA – fon de plan IGN)	63

Figure 34 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 avec protections acoustiques (variante A) (source EREA – fon de plan IGN)	64
Figure 35 : Localisation du comptage routier lors de la première campagne (source EREA – fond de plan IGN)	70
Figure 36 : Données de la station de Dinard - première campagne (source Météo France)	74
Figure 37 : Données de la station de Dinard - seconde campagne (source Météo France)	74
Figure 38 : Résultats des calculs sur récepteurs de jour à l'horizon actuel – futur avec et sans projet (à l'est de la Rance) (source EREA)	75
Figure 39 : Résultats des calculs sur récepteurs de jour à l'horizon actuel – futur avec et sans projet (source EREA)	76
Figure 40 : Résultats des calculs sur récepteurs de jour à l'horizon actuel – futur avec et sans projet (à l'ouest de la Rance) – (source EREA)	77
Figure 41 : Localisation des coupes en plan des isophones verticales avec protections (source EREA)	78
Figure 42 : Isophones verticales au droit du récepteur R67 (ISO1) – projet avec écrans (source EREA)	78
Figure 43 : Isophones verticales au droit du récepteur R64 (ISO2) – projet avec écrans (source EREA)	78
Figure 44 : Isophones verticales au droit du récepteur R72 (ISO3) – projet avec écrans (source EREA)	78
Figure 45 : graphique de répartition des émissions par poste	81
Figure 46 : Courbes d'évolution des émissions de GES du trafic routier à l'horizon 2070	87

1 ANNEXE 1 : ETUDE AIR

Compte-tenu des trafics sur la RN176 supérieurs à 10 000 véhicules/jour et du contexte dans lequel s'inscrit le projet (zones habitées), une étude air spécifique de type II a été réalisée, conformément à la circulaire du 25 février 2005 sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières.

L'analyse des effets du projet sur la qualité de l'air se base ainsi dans un premier temps sur le calcul des émissions par échappement et évaporation générées par le trafic et dans un second temps par la modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques au sein de la bande d'étude du projet.

Le calcul des émissions et l'estimation des concentrations sont réalisés pour trois situations :

- l'état initial correspondant à l'état actuel (2011 sur la base des données de trafic disponibles) ;
- l'état de référence correspondant à une situation au fil de l'eau (pas de modification de l'infrastructure) à l'horizon de mise en service du projet (2025) ;
- l'état projeté correspondant à la situation avec projet, à l'horizon de mise en service du projet (2025).

1.4 Description du domaine d'étude

Concernant l'étude relative à la qualité de l'air, le domaine d'étude est défini conformément à la note méthodologique du 25 février 2005 et est composé du projet et de l'ensemble du réseau routier existant subissant une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus ou moins de 10% du fait de la réalisation du projet. Cette définition reste toutefois indicative. C'est pourquoi certains tronçons subissant une modification inférieure à 10% ont été pris en compte en raison de l'importance de leur trafic, tel que la D137 (axe Rennes / Saint-Malo). La modification de trafic a été évaluée en comparant les situations avec et sans aménagement au même horizon (2025).

Le domaine d'étude est ainsi constitué de 26 tronçons routiers. La numérotation de ces tronçons figure en 1. Autour de chaque voie subissant du fait de la réalisation du projet une variation de 10% du trafic, est définie une bande d'étude. Pour la pollution particulaire, sa largeur est prise égale à 100 m de part et d'autre de l'axe quel que soit le trafic. Pour la pollution gazeuse, elle est fixée à partir du niveau de trafic prévu à terme pour la voie étudiée :

- 100 m pour un TMJA inférieur à 10 000 véhicules/jour,
- 150 m pour un TMJA compris entre 10 000 et 25 000 véhicules/jour,
- 200 m pour un TMJA compris entre 25 000 et 50 000 véhicules/jour,
- 300 m pour un TMJA supérieur à 50 000 véhicules/jour.

Ainsi, la largeur de la bande d'étude est définie de la façon suivante :

- 200 m de part et d'autre des tronçons correspondants à la RD137 ;
- 150 m de part et d'autre des tronçons correspondants à la RN176 ;
- 100 m de part et d'autre des autres tronçons routiers.

Le domaine d'étude ainsi que les tronçons routiers et bandes d'étude associées sont présentés sur la figure suivante.

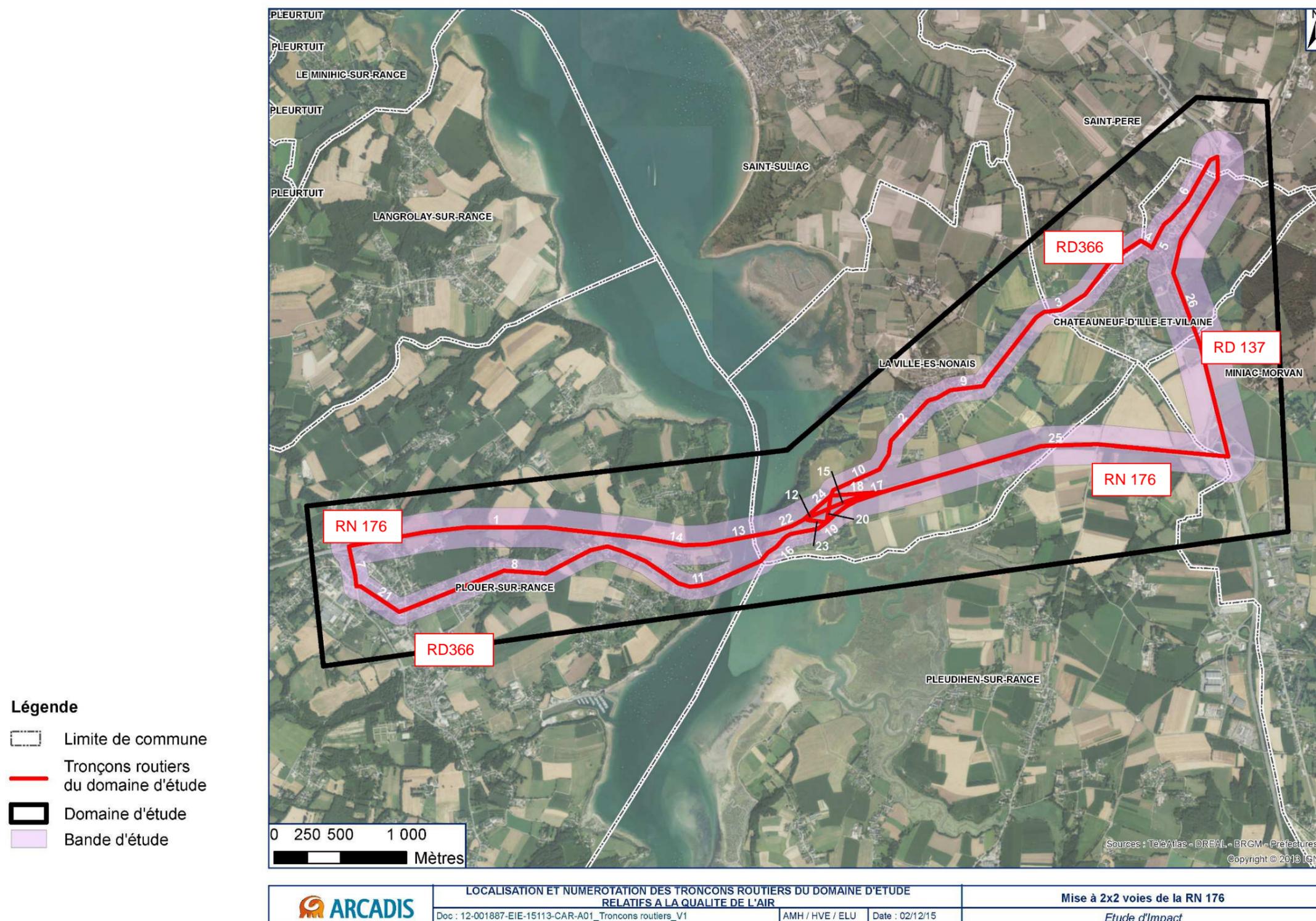


Figure 1 : Domaine d'étude, bande d'étude et tronçons routiers relatifs à la qualité de l'air (source ARCADIS – fond de plan IGN)

1.5 Inventaire des émissions

1.5.1 Hypothèses

Le calcul des émissions par échappement et évaporation générées par le trafic a été réalisé à l'aide du logiciel TREFIC (version 4.3). Les caractéristiques de ce logiciel seront présentées en paragraphe 1.8).

Erreur ! Source du renvoi introuvable. Le bilan des émissions journalières a été réalisé à l'état actuel (2011 sur la base des données de trafic disponibles) et à l'horizon de mise en service du projet, à savoir 2025, sans et avec projet (situation dite « de référence » ou fil de l'eau et situation projetée).

Les hypothèses de trafic utilisées proviennent des résultats des simulations fournis par le CEREMA. En l'absence de données plus récentes, les données de trafic de l'année 2011 ont été utilisées pour l'état actuel. Les vitesses utilisées sont les vitesses en charge définies par l'étude de trafic. Les données de trafic associées à chacun des tronçons routiers du domaine d'étude sont présentées dans l'1 du présent document.

Le détail des résultats par tronçon et pour chaque scénario est présenté en Annexe 2.

Remarque : les émissions ne peuvent pas être directement comparées à la concentration de polluants résultante dans l'air ambiant. En effet, les concentrations sont exprimées en microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) et les valeurs d'émissions en kilogramme par jour pour les véhicules en circulation.

1.5.2 Emissions à l'état initial

Le tableau suivant présente le bilan des émissions journalières moyennes annuelles générées par le trafic des tronçons retenus, à l'état initial.

Émissions en g/jour à l'état initial									
CO	NO _x	COVNM	CO ₂	SO ₂	PM10	PM2.5	Benzène	Cadmium	Nickel
59 103	202 058	3 575	53 082 465	1 340	9 765	5 925	102	0,17	1,17

Tableau 1 : Bilan d'émissions à l'état initial (source ARCADIS)

Sur le domaine d'étude, les polluants majoritairement émis sont :

- le dioxyde de carbone, avec environ 53 tonnes émis quotidiennement,
- dans une moindre mesure les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, qui sont émis quotidiennement à hauteur de 202 kg et 59 kg par jour.

1.5.3 Comparaison des émissions entre état initial et état de référence

Le tableau ci-dessous présente le bilan des émissions journalières moyennes annuelles sur le domaine d'étude à l'état de référence, ainsi que l'évolution par rapport à l'état initial.

Horizon	Émissions en g/jour à l'état de référence									
	CO	NO _x	COVNM	CO ₂	SO ₂	PM10	PM2.5	Benzène	Cadmium	Nickel
Référence (2025)	68 435	231 927	4 130	61 346 488	1 549	11 273	6 847	119	0.19	1.36
Évolution par rapport à l'état initial	16%	15%	15,5%	15,5%	15,5%	15,5%	15,5%	17%	15,5%	15,5%

Tableau 2 : Bilan d'émission à l'état de référence et comparaison à l'état initial (source ARCADIS)

Les polluants majoritairement émis sur le domaine d'étude en 2025 à l'état de référence sont les mêmes qu'à l'état initial, à savoir de dioxyde de carbone (CO₂), les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO). Les émissions du domaine d'étude augmentent en outre de l'ordre de 15% pour chacun des polluants. Ce résultat s'explique principalement par l'augmentation du nombre de véhicules par kilomètre entre l'état initial et l'état de référence qui est de près de 17%.

En outre, le détail des émissions par tronçons présenté en Annexe 2 permet d'indiquer les tronçons routiers les plus émetteurs de polluants du domaine d'étude. Que ce soit à l'état initial ou à l'état de référence, les axes les plus chargés en trafic sont responsables de la majorité des émissions. Les émissions de la RD137 et de la RN176 représentent ainsi respectivement 18% et 65% des émissions des tronçons du domaine d'étude à l'état de référence, soit près de 83% au total.

En situation de référence à l'horizon 2025, ces routes supportent en effet un trafic soutenu, de l'ordre de 40 000 véhicules par jour pour la RD137 et 20 000 véhicules par jour pour la RN176. Pour l'ensemble des autres routes du domaine d'étude, les trafics sont inférieurs ou proches de 5 000 véhicules par jour.

1.5.4 Comparaison des émissions entre état de référence et état projeté

Le tableau ci-dessous présente le bilan des émissions journalières moyennes annuelles sur le domaine d'étude à l'état projeté, ainsi que l'évolution par rapport à l'état de référence.

Horizon	Émissions en g/jour à l'état projeté									
	CO	NO _x	COVNM	CO ₂	SO ₂	PM10	PM2.5	Benzène	Cadmium	Nickel
Projeté (2025)	76 654	243 916	4 228	62 922 562	1 589	11 447	6 985	124	0,20	1,39
Évolution par rapport à l'état de référence (2025)	12%	5%	2%	2,5%	2,5%	1,5%	2%	4,5%	2,5%	2,5%

Tableau 3 : Bilan d'émission à l'état projeté et comparaison à l'état de référence (source ARCADIS)

Comme pour les états initiaux et de référence, les polluants majoritairement émis sur le domaine d'étude restent le dioxyde de carbone (CO₂), les oxydes d'azote (NO_x) et le monoxyde de carbone (CO). Les émissions du domaine d'étude augmentent de 1,5 à 12% selon les polluants entre l'état de référence et l'état projeté. Ceci peut s'expliquer d'une part par l'augmentation des trafics entre l'état de référence et l'état projeté, et d'autre part par l'augmentation de la vitesse autorisée. Le nombre de véhicule par kilomètre entre l'état de référence et l'état projeté augmente d'environ 2,5%, du fait du report de trafic. La vitesse autorisée passe quant à elle de 90 à 110 km/h sur la RN176.

À l'image de l'état de référence, les émissions de la RD137 et de la RN176 représentent respectivement 16,6% et 66,6% des émissions des tronçons du domaine d'étude à l'état de référence, soit près de 83% au total.

1.6 Estimation des concentrations

1.6.1 Hypothèses

Les concentrations ont été estimées à l'aide du logiciel ADMS Roads développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants). Les caractéristiques de ce logiciel sont présentées au paragraphe 1.8.

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Le choix des polluants modélisés s'est porté sur deux polluants gazeux : le dioxyde d'azote et le benzène, ainsi que sur un polluant particulaire : les PM10. Ces polluants sont représentatifs de la pollution d'origine automobile.

Pour estimer les concentrations, les sources de pollution prises en compte dans la modélisation sont de deux types : les sources d'origine routière traduisant la contribution directement relative à la circulation et la pollution de fond, représentant la pollution résiduelle (résidentielle et tertiaire) en l'absence d'infrastructures routières.

Pour le NO₂, la valeur de pollution de fond provient des données de la station de surveillance la plus proche du domaine d'étude, à savoir la station de Saint-Malo. Pour les PM10, en l'absence de mesures de ce polluant au niveau de la station de Saint-Malo, la valeur de pollution de fond provient des données de la station de surveillance de Saint-Brieuc. Pour le benzène, la valeur de pollution de fond proviennent des résultats de la campagne de mesure réalisée dans le cadre de la présente étude.

Les valeurs retenues sont :

- NO₂ : 10,1 µg/m³ ;
- PM10 : 20 µg/m³ ;
- Benzène : 1,2 µg/m³.

Concernant les conditions météorologiques, afin de se rapprocher de valeurs moyennes annuelles (valeurs réglementaires), les calculs ont été réalisés à partir des données météorologiques de l'année 2013. Les données météorologiques utilisées sont les données tri-horaires de Météo France sur la station de Dinard.

1.6.2 Etat initial

1.6.2.1 Résultats de la modélisation

Le tableau ci-dessous récapitule les concentrations les plus élevées et les concentrations moyennes rencontrées dans la bande d'étude sur une année complète. Les concentrations indiquées correspondent à l'impact du trafic modélisé additionné du bruit de fond.

Polluants	Maximum (µg/m ³)	Moyenne (µg/m ³)
NO₂	52,36	26,51
Benzène	1,26	1,21
PM10	25,48	20,94

Tableau 4 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état initial (source ARCADIS)

Les cartes suivantes présentent les résultats des modélisations des moyennes annuelles à l'état initial pour les trois polluants retenus (NO₂, benzène, PM10).

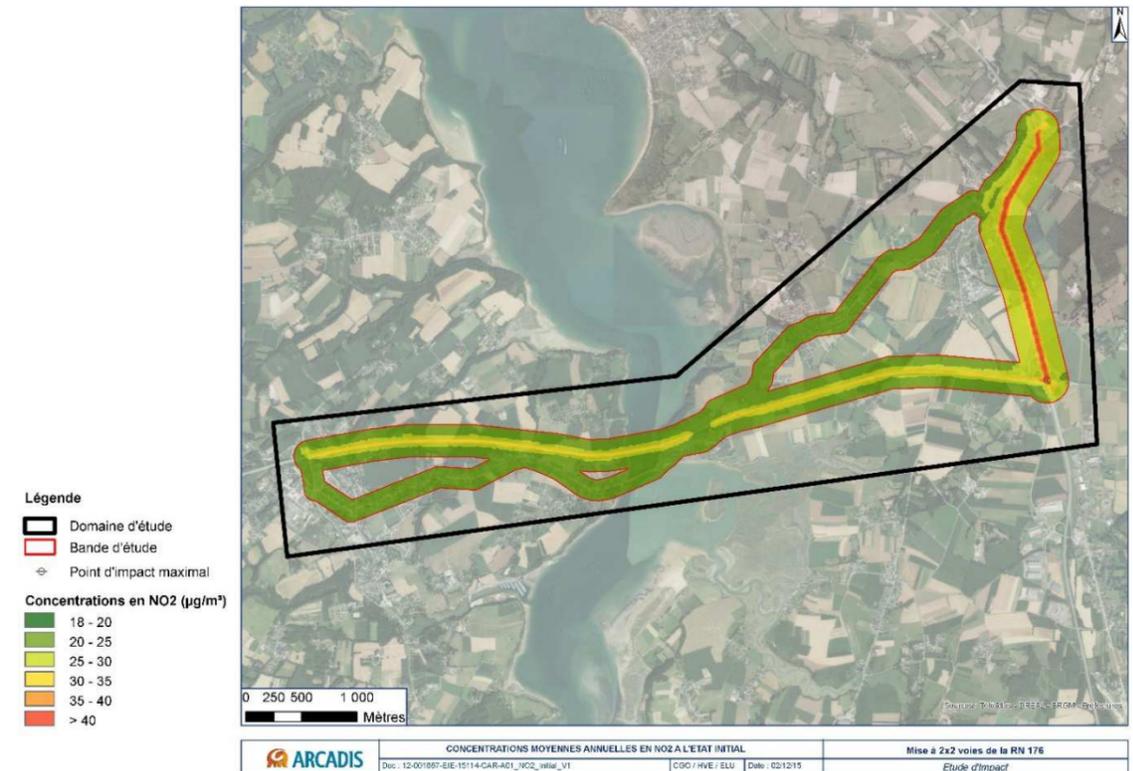


Figure 2 : Concentrations annuelles moyennes en NO₂ à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)

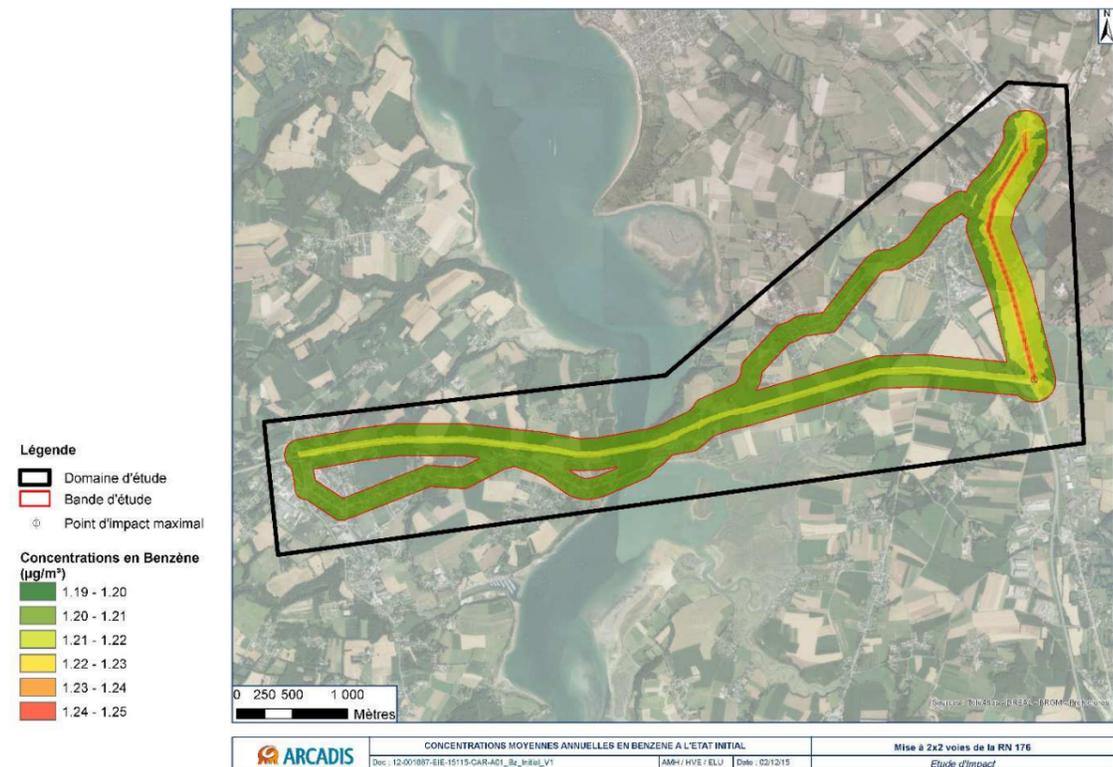


Figure 3 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)

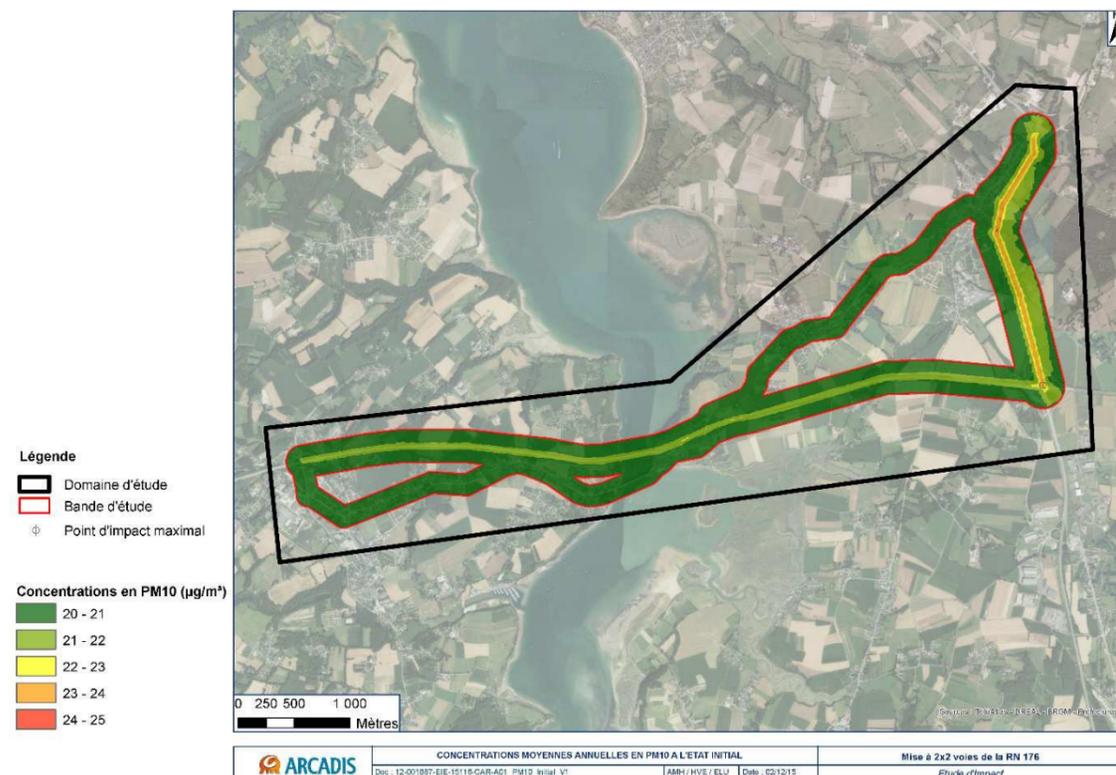


Figure 4 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état initial (source ARCADIS – fond de plan IGN)

1.6.2.2 Comparaison à la réglementation

Les premiers constats, d'ordre général sur les concentrations issues de la modélisation montrent que les concentrations sont directement corrélées avec le trafic écoulé et sont maximales à proximité directe de la voie de circulation.

Dioxyde d'azote

Les niveaux annuels en dioxyde d'azote sont supérieurs à l'objectif de qualité ainsi qu'à la valeur limite fixés à 40 µg/m³ en proximité immédiate de l'axe de la RD137, sur lequel les trafics sont les plus élevés.

Les autres valeurs réglementaires sont respectées, notamment la valeur du percentile 99.8 maximal horaire sur l'année qui est de 138,8 µg/m³ (au niveau du carrefour entre la RD137 et la RN176), soit inférieur au seuil de 200 µg/m³ réglementaire.

Benzène

L'objectif de qualité de 2 µg/m³ défini par la réglementation est respecté sur l'ensemble du domaine d'étude.

La valeur limite (5 µg/m³) n'est jamais atteinte au sein du domaine d'étude.

Particules PM10

L'objectif de qualité de 30 µg/m³, ainsi que la valeur limite annuelle de 40 µg/m³, définis dans la réglementation sont respectés sur la totalité du domaine d'étude. La valeur du percentile 90.4 maximale en moyenne

journalière sur l'année est de 31,10 µg/m³ sur le domaine d'étude, soit inférieure au seuil réglementaire de 50 µg/m³.

La qualité annuelle de l'air du domaine d'étude est influencée par la proximité des axes de circulation. Ainsi, les niveaux maximums sont atteints à proximité des axes, en particulier de la RD137 qui supporte les plus importants trafics. Toutefois, au sein du domaine d'étude situé en contexte rural, les niveaux moyens et maximaux annuels restent inférieurs aux différents objectifs et valeurs guides annuels fixés par la réglementation, hormis pour le NO₂, pour lequel la valeur limite est dépassée uniquement au niveau de l'axe central de la RD137.

1.6.3 Etat de reference

1.6.3.1 Résultats de la modélisation

Le tableau ci-dessous récapitule les concentrations les plus élevées et les concentrations moyennes rencontrées dans la bande d'étude sur une année complète. Les concentrations indiquées correspondent à l'impact du trafic modélisé additionné du bruit de fond.

Polluants	Maximum (µg/m ³)	Moyenne (µg/m ³)
NO ₂	54,36	27,53
Benzène	1,27	1,21
PM10	26,09	21,08

Tableau 5 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état de référence (source ARCADIS)

Les cartes suivantes présentent les résultats des modélisations des moyennes annuelles à l'état de référence pour les trois polluants retenus (NO₂, benzène, PM10).

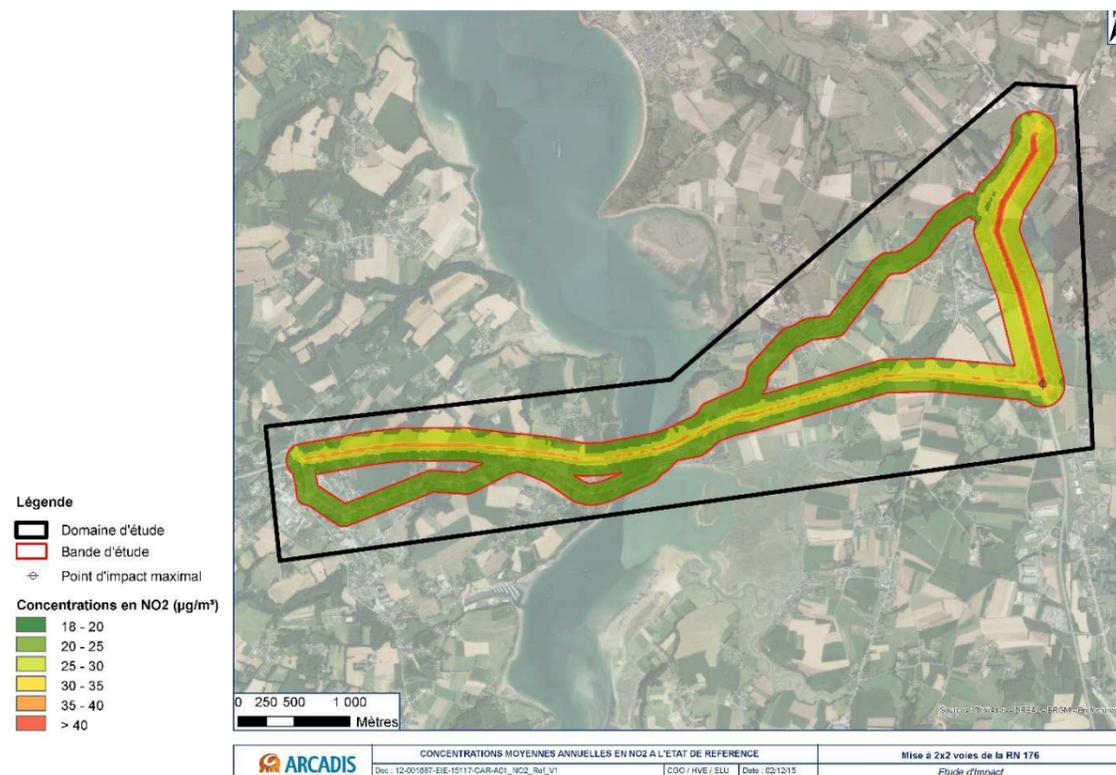


Figure 5 : Concentrations annuelles moyennes en NO₂ à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)

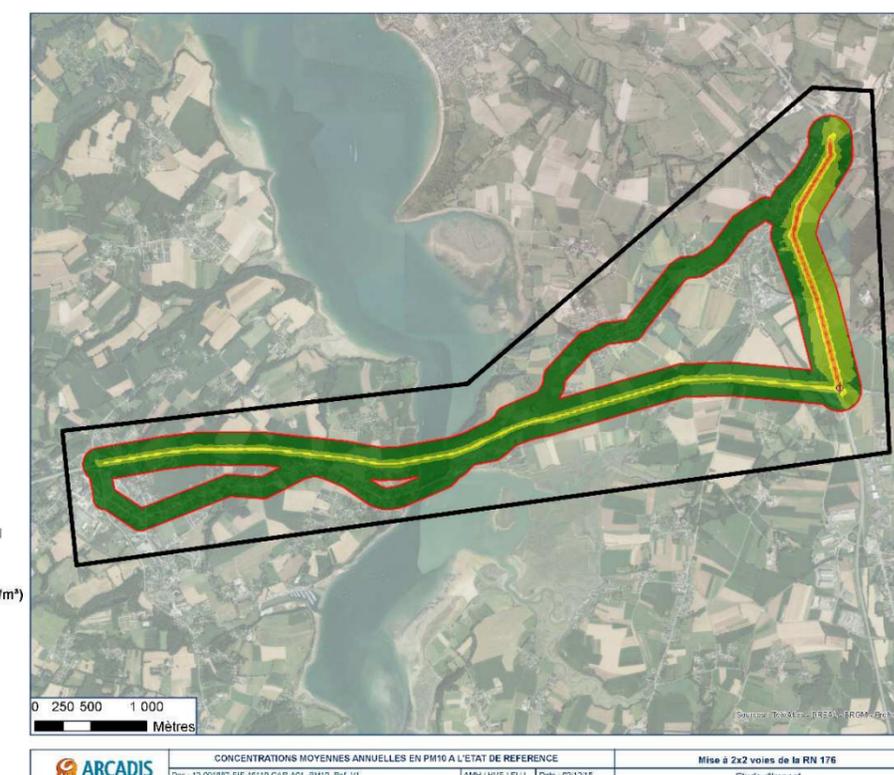


Figure 7 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)

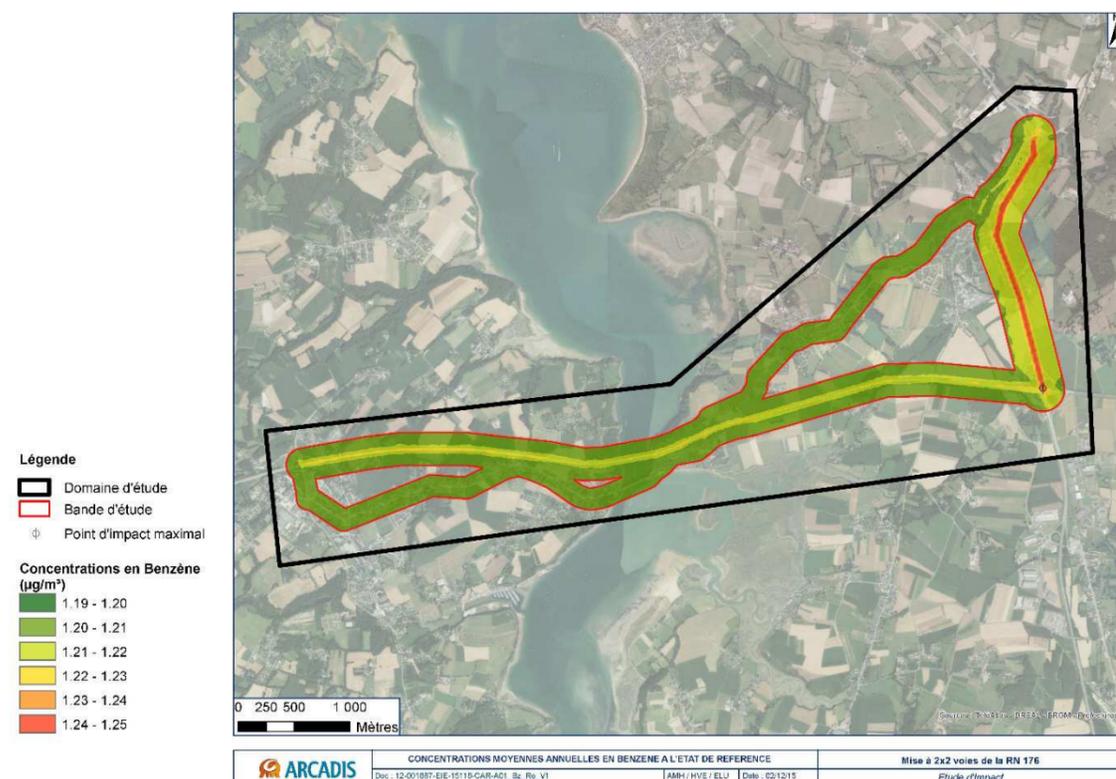


Figure 6 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état de référence (source ARCADIS – fond de plan IGN)

1.6.3.2 Comparaison à la réglementation

Dioxyde d'azote

Les niveaux annuels en dioxyde d'azote ne respectent pas l'objectif de qualité et la valeur limite annuels fixés à 40 µg/m³ au niveau de l'axe central de la RD137.

Ces niveaux respectent les seuils sur le reste du domaine d'étude. En outre, le percentile 99.8 maximal obtenu s'élève à 161,6 µg/m³, ce qui respecte le seuil réglementaire horaire de 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile.

Benzène

L'objectif de qualité ainsi que la valeur limite annuelle, fixés respectivement à 2 µg/m³ et 5 µg/m³, sont respectés sur l'ensemble du domaine d'étude.

Particules fines PM10

L'objectif de qualité de 30 µg/m³, ainsi que la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ sont respectés. En outre, la valeur du percentile 90,4 maximale journalière est de 32,5 µg/m³ et respecte ainsi le seuil de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. Enfin, le seuil d'alerte et le seuil de d'information/recommandation, fixés respectivement à 80 µg/m³ et 50 µg/m³ ne sont jamais atteints.

1.6.3.3 Comparaison de l'état de référence avec l'état initial

Le tableau ci-dessous présente l'évolution estimée en pourcentage des concentrations maximum et moyennes à l'état de référence par rapport à l'état initial.

Polluants	Évolution (%)	
	Maximum	Moyenne
NO₂	+3,82	+3,85
Benzène	+0,79	0
PM10	+2,39	+0,67

Tableau 6 : Pourcentage d'évolution des concentrations maximales et moyennes à l'état de référence par rapport à l'état initial (source ARCADIS)

Les maximums observés augmentent pour le dioxyde d'azote et les particules entre l'état initial et l'état de référence. Le maximum augmente de manière non significative concernant le benzène.

La moyenne observée tend à augmenter pour le NO₂. L'augmentation de la concentration moyenne s'explique essentiellement par l'augmentation des émissions sur le domaine d'étude, engendrée par les trafics supplémentaires entre l'état initial et l'état de référence. Concernant le benzène et les PM10, l'augmentation des concentrations moyennes, inférieure à 1%, reste non significative.

1.6.4 Etat projeté

1.6.4.1 Résultats de la modélisation

Le tableau ci-dessous récapitule les concentrations les plus élevées et les concentrations moyennes rencontrées dans le domaine d'étude sur une année complète. Les concentrations indiquées correspondent à l'impact du trafic modélisé additionné du bruit de fond.

Polluants	Maximum (µg/m ³)	Moyenne (µg/m ³)
NO₂	54,80	27,89
Benzène	1,27	1,21
PM10	26,11	21,10

Tableau 7 : Concentrations maximales et moyennes obtenues à l'état projeté (source ARCADIS)

Les cartes suivantes présentent les résultats des modélisations des moyennes annuelles à l'état projeté pour les trois polluants retenus (NO₂, benzène, PM10).

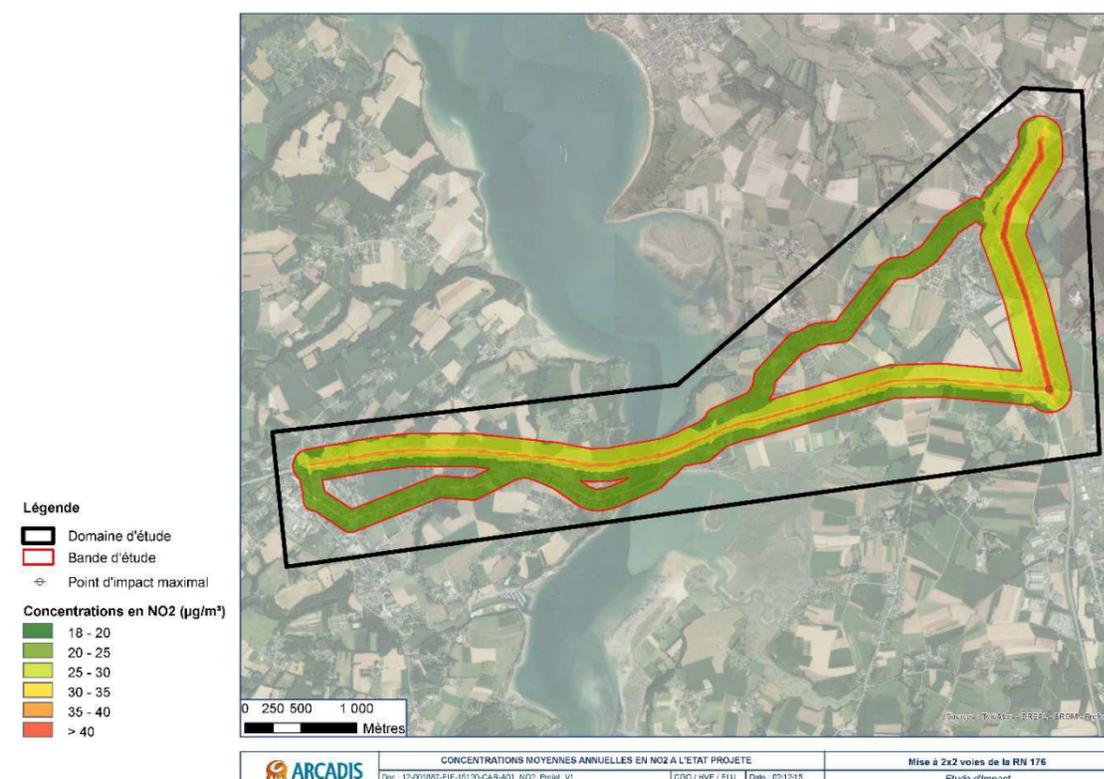


Figure 8 : Concentrations annuelles moyennes en NO₂ à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)

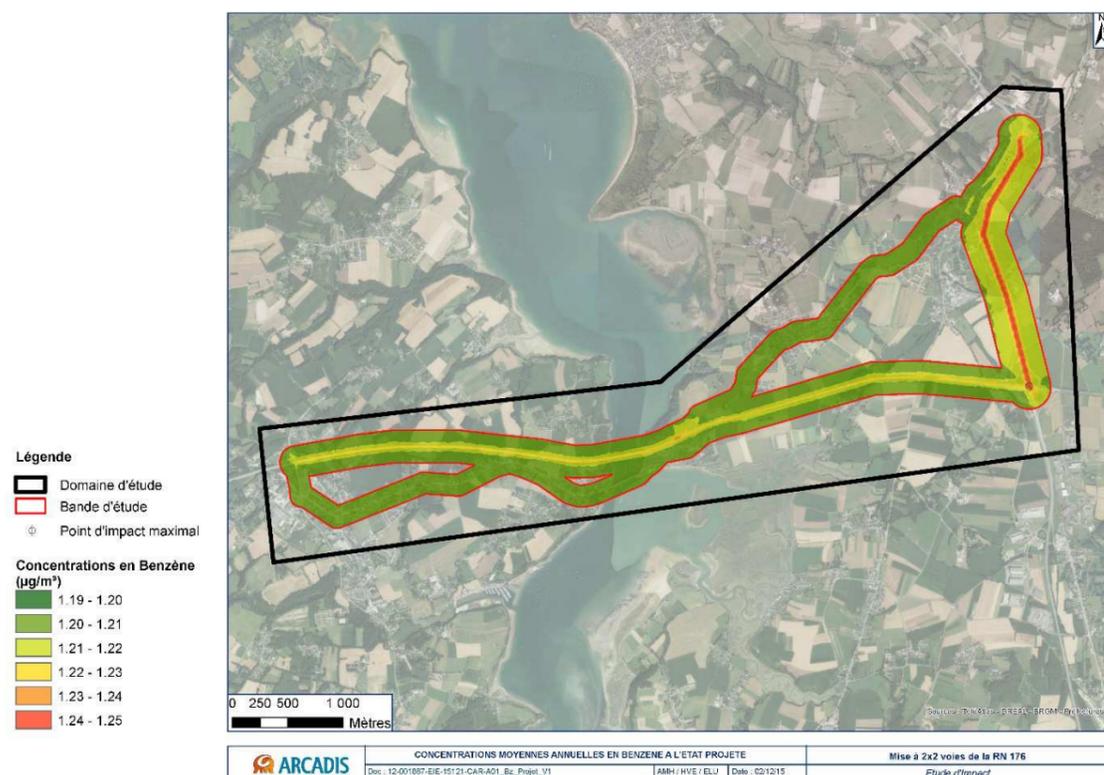


Figure 9 : Concentrations annuelles moyennes en benzène à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)

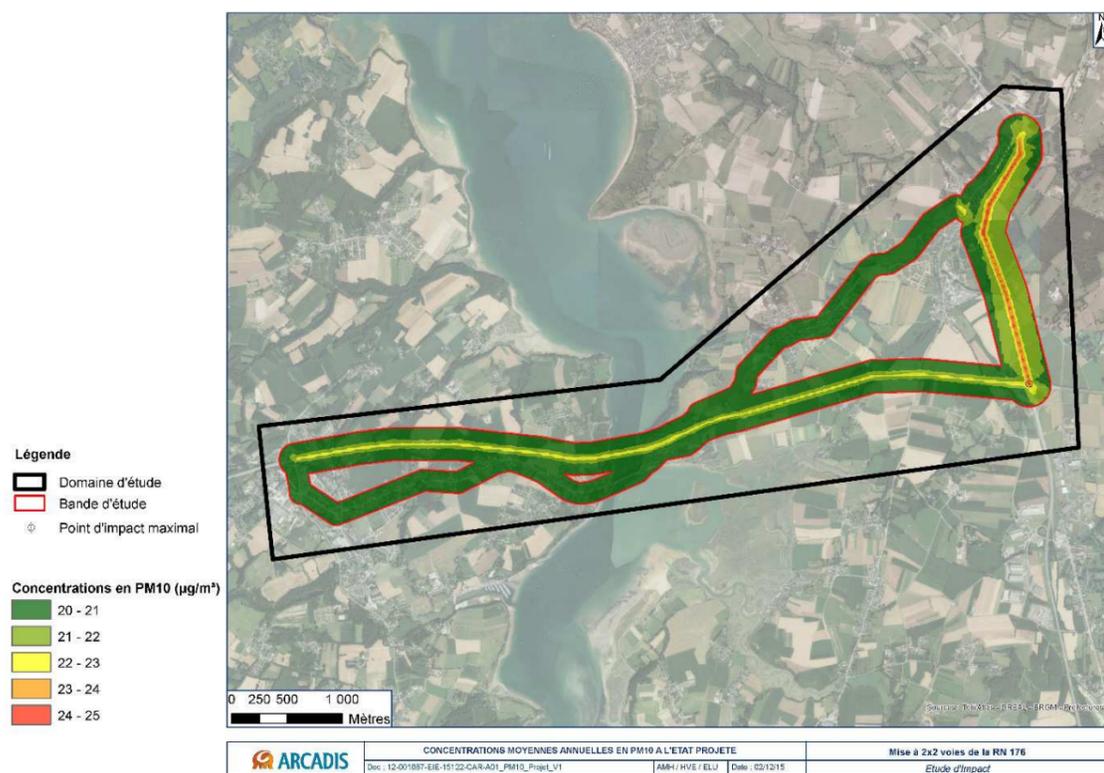


Figure 10 : Concentrations annuelles moyennes en PM10 à l'état projeté (source ARCADIS – fond de plan IGN)

1.6.4.2 Comparaison à la réglementation

Dioxyde d'azote

A l'image des résultats obtenus à l'état de référence et à l'état initial, les niveaux annuels en dioxyde d'azote ne respectent pas l'objectif de qualité et la valeur limite annuels fixés à 40 µg/m³ au niveau de l'axe central de la RD137. Ces valeurs sont respectées sur tout le reste du domaine d'étude.

En outre, le percentile 99,8 maximal obtenu s'élève à 165 µg/m³, ce qui respecte le seuil règlementaire horaire de 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile.

Benzène

L'objectif de qualité ainsi que la valeur limite annuelle, fixés respectivement à 2 µg/m³ et 5 µg/m³, sont respectés sur l'ensemble du domaine d'étude.

Particules fines PM10

L'objectif de qualité de 30 µg/m³, ainsi que la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ sont respectés. En outre, la valeur du percentile 90,4 maximale journalière est de 32,5 µg/m³ et respecte ainsi le seuil de 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par an. Enfin, le seuil d'alerte et le seuil de d'information/recommandation, fixés respectivement à 80 µg/m³ et 50 µg/m³ ne sont jamais atteints.

1.6.4.3 Comparaison de l'état projeté avec l'état de référence

Le tableau ci-dessous présente l'évolution estimée en pourcentage des concentrations maximum et moyennes à l'état projeté par rapport à l'état de référence.

Polluants	Évolution (%)	
	Maximum	Moyenne
NO ₂	+0.81	+1.31
Benzène	0	0
PM10	+0.08	+0.09

Tableau 8 : Pourcentage d'évolution des concentrations maximales et moyennes à l'état projeté par rapport à l'état de référence (source ARCADIS)

Le projet engendre une augmentation des concentrations moyennes maximales des trois polluants étudiés sur le domaine d'étude inférieure à 1%. Quant à la moyenne des concentrations, cette dernière augmente également très légèrement pour les 3 polluants étudiés, avec un maximum de 1,31% pour le NO₂.

1.7 Conclusion sur l'impact du projet sur la qualité de l'air

Par rapport à la situation dite de référence, le projet engendre une augmentation des concentrations générales pour les polluants étudiés non significative (au maximum de +1.31% pour les concentrations moyennes annuelles en NO₂).

Ainsi, la réalisation du projet n'engendre pas d'impact significatif sur la qualité de l'air.

1.8 Méthodologie de l'étude air et santé

1.8.1 Inventaire des émissions

L'inventaire des émissions a été effectué à l'aide du logiciel TREFIC version 4.3, se basant sur la méthodologie COPERT IV.

Le logiciel TREFIC (TRaffic Emission Factor Improved Calculation) d'ARIA Technologies, permet à partir de la connaissance des trafics et des vitesses de quantifier pour un horizon donné, les émissions des principaux polluants d'origine routière et les consommations énergétiques.

Le logiciel est basé sur la méthodologie COPERT IV, élaborée par plusieurs experts européens pour le compte de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE). Cette méthodologie est fondée sur une base de données des facteurs d'émission routiers, permettant de convertir des données quantitatives d'activité (données relatives aux caractéristiques du trafic automobile) en émissions de polluants. Le fonctionnement général du modèle est présenté sur le diagramme suivant :

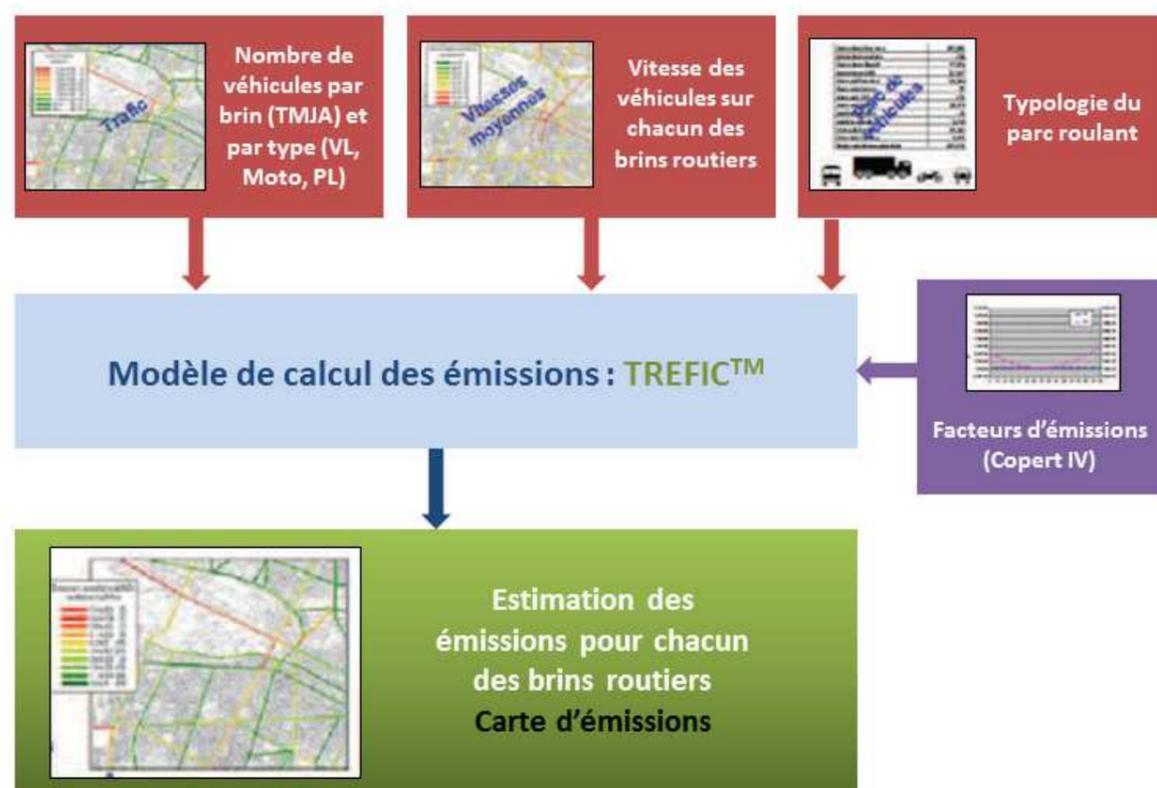


Figure 11 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions

Les données de bases nécessaires à l'utilisation du logiciel sont :

- l'horizon d'étude,
- le flux de véhicules pour chaque catégorie. Les données proviennent des simulations réalisées par le CEREMA,
- la vitesse moyenne de circulation en km/h sur les tronçons étudiés,
- la longueur du tronçon de voirie étudié.

Le logiciel TREFIC peut également estimer les surémissions liées à la charge des poids lourds et aux pentes. La méthodologie COPERT sur laquelle se base le logiciel intègre des facteurs correctifs d'émissions pour les différentes catégories de poids lourds en fonction de leur taux de chargement et du gradient de pente de la route. En effet, un poids lourd qui monte ou qui descend une côte n'émet pas les mêmes quantités de polluants qu'un poids lourd qui roule sur une route plate. De même, un poids lourd qui circule avec une charge embarquée maximale émet plus de polluants et consomme plus que s'il roule à vide.

En première approximation, on pourrait considérer le taux de charge des poids lourds égal à 50 % (en supposant que les poids lourds sont chargés à 100 % sur le trajet aller et sont vides sur le trajet retour). Cependant, il importe de tenir compte du fait que les trajets sont optimisés et qu'un poids lourds circule finalement moins souvent à vide qu'en charge. Pour traduire ceci dans le bilan des émissions, un taux de charge des Poids Lourds égal à 74 % a été appliqué, ce qui correspond aux statistiques publiées par le SESP (Service Economie, Statistiques et Prospective) en 2006 pour le Transport Routier de Marchandises¹⁸.

Le logiciel TREFIC intègre également les émissions relatives au démarrage à froid, calculées à partir d'une longueur moyenne de trajet. Pour cela un parcours moyen avant que le moteur soit chaud de 12 km est retenu. Cette valeur correspond à une moyenne des données disponibles pour quelques pays européens (http://reports.eea.europa.eu/EMEP_CORINAIR4/en/group_07.pdf).

1.8.2 Estimation des concentrations

Les concentrations dans les bandes études pour les différents états projetées ont été définies à l'aide du logiciel ADMS Roads développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants).

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Il utilise un modèle gaussien spécifique et permet de modéliser les sources linéaires de type trafic et quelques sources ponctuelles, linéiques, surfaciques et volumiques. Les sources de type trafic sont décrites d'une part par leurs caractéristiques géométriques (largeur de la voie, élévation, hauteur des bâtiments encadrant la voie, présence d'écrans acoustiques, tracé de la voie) et, d'autre part par le taux d'émissions de chaque polluant exprimé en g/km/s.

Par ailleurs, le logiciel intègre un module chimique urbain simplifié permettant d'estimer à partir des taux d'émissions des oxydes d'azote (NO₂), les concentrations en NO₂.

Le logiciel peut également prendre en compte la pollution de fond, d'origine résidentielle/tertiaire.

Les données météorologiques sont nécessaires à la simulation de la dispersion des polluants. Le logiciel utilise soit des données statistiques, soit des données séquentielles horaires ou tri-horaires de type Météo France. Le principe du logiciel est de simuler heure par heure la dispersion des polluants dans le domaine d'étude sur une année entière en utilisant des données météorologiques chroniques réelles représentatives du site. À partir de cette simulation, les concentrations des polluants au sol sont calculées. Pour la présente étude, les données tri-horaires de la station de Pleurtuit-Saint-Malo pour l'année 2013 (année correspondant à la réalisation des campagnes de mesure in-situ) ont été utilisées.

La simulation est effectuée sur un domaine d'étude englobant la totalité du réseau. La grille de calcul peut être une grille qui optimise automatiquement les points de la grille en fonction des sources de pollution et des résultats.

Typiquement, les points sont principalement placés autour des voies de circulation, permettant ainsi d'obtenir une image de la pollution la plus proche de la réalité. Des points spécifiques ont été intégrés pour faire des comparaisons directes avec des points de mesures de la campagne de mesure in-situ.

En sortie, le logiciel fournit tous les résultats statistiques couramment utilisés (moyennes, percentiles, concentrations maximales, ...) pour les polluants étudiés. Cela permet de faire des comparaisons directes entre les résultats du modèle et les normes en vigueur.

1.8.3 Calcul de l'IPP

Le calcul de l'IPP est réalisé conformément à la note méthodologique annexée à la circulaire interministérielle de février 2005.

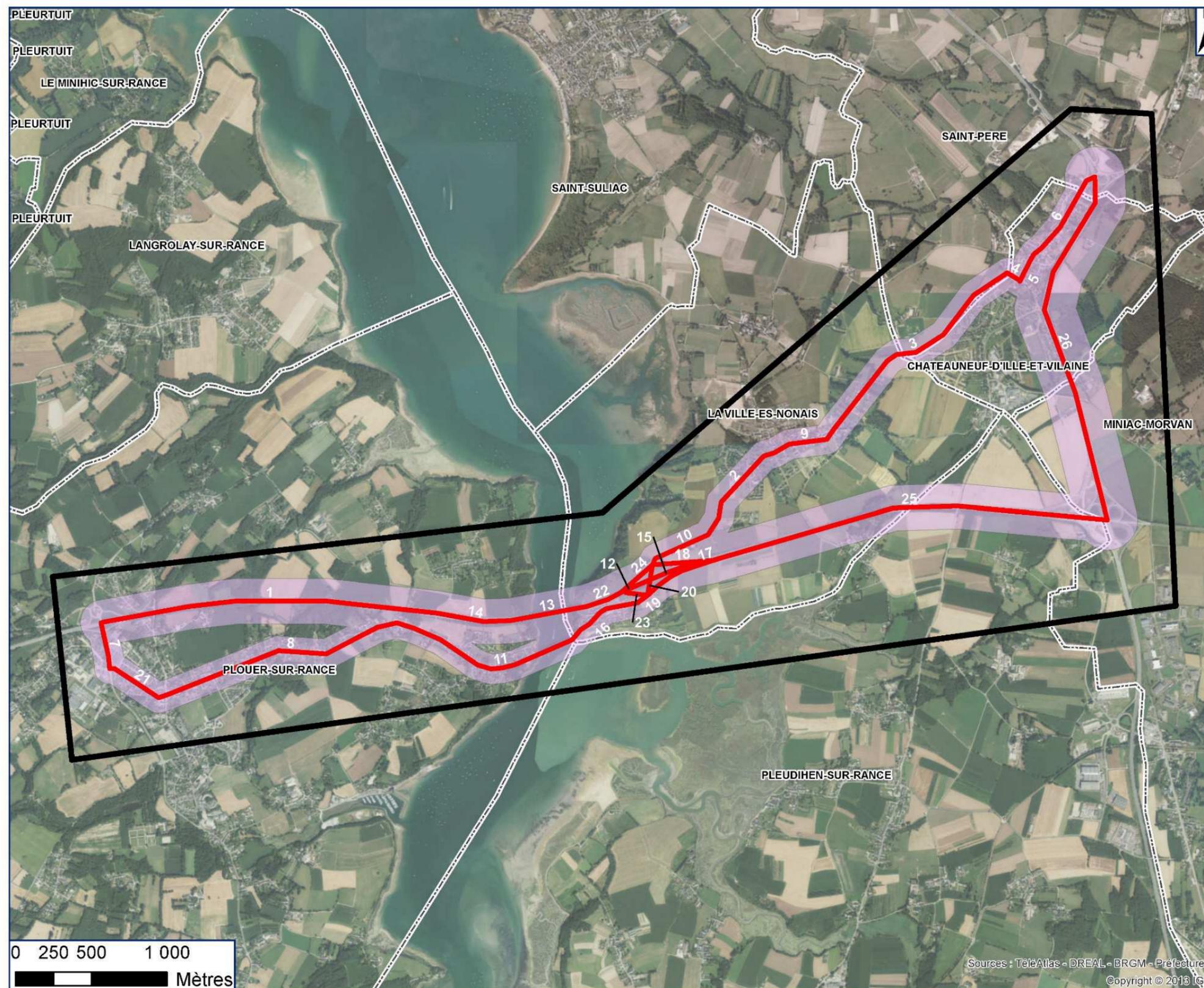
Une base de données relative à la population a été définie : le territoire des bandes d'étude a fait l'objet d'un pointage exhaustif des bâtiments existants à partir des orthophotographies de l'IGN et de Google Street.

L'ensemble des bâtiments a fait l'objet d'une caractérisation (tertiaire, industriel, équipement, habitation individuelle, immeuble d'habitation collectif) afin d'appliquer un ratio adapté dans le but d'estimer la population présente dans ces bâtiments. Concernant les bâtiments d'habitation, un ratio de 2,5 habitants par logement a été appliqué conformément aux données 2012 de l'INSEE. Pour ce qui est de bâtiments industriels et tertiaires, un ratio de 1 salarié/actif pour 20 m² a été appliqué. Les données relatives aux effectifs des usagers des équipements sont issues de recherches internet.

Ainsi, une base de données « point » relative à la population a pu être construite.

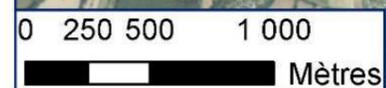
Cette base de données a été entrée au sein du logiciel ADMS ROADS, ce dernier ayant permis la modélisation des concentrations à l'état initial, référence et projeté en chacun des points. L'Indice Pollution Population est issu de la multiplication des concentrations obtenues en chacun des bâtiments pointés avec la population estimée.

1.9 Etude air et santé : tronçons routiers et trafics détaillés



Légende

-  Limite de commune
-  Tronçons routiers du domaine d'étude
-  Domaine d'étude
-  Bande d'étude



	LOCALISATION ET NUMEROTATION DES TRONCONS ROUTIERS DU DOMAINE D'ETUDE RELATIFS A LA QUALITE DE L'AIR			Mise à 2x2 voies de la RN 176	
	Doc : 12-001887-EIE-15113-CAR-A01_Troncons routiers_V1	AMH / HVE / ELU	Date : 02/12/15	Etude d'Impact	

Sources : TéléAtlas - DREAL - BRGM - Préfectures
 Copyright © 2013 IGN

ID	Longueur (m)	ETAT INITIAL 2011				ETAT DE REFERENCE 2025				ETAT PROJETE 2025			
		TMJA VL INIT 2011	TMJA PL INIT 2011	Vitesse en charge VL INIT 2011*	Vitesse en charge PL INIT 2011*	TMJA VL REF 2025	TMJA PL REF 2025	Vitesse en charge VL REF 2025	Vitesse en charge PL REF 2025	TMJA VL PRO 2025	TMJA PL PRO 2025	Vitesse en charge VL PRO 2025	Vitesse en charge PL PRO 2025
1	2 228	15840	2160	110	81	18963	2612	110	81	20850	2630	109	80
2	592	1900	100	30	30	1964	98	30	30	2114	192	30	30
3	1 587	1900	100	80	74	1964	98	80	74	2114	192	80	74
4	98	1900	100	30	30	1964	98	30	30	2114	192	30	30
5	144	4800	200	30	30	4864	198	30	30	5014	292	30	30
6	720	4800	200	40	40	5045	225	40	40	4876	307	40	40
7	309	3800	200	79	74	4376	193	79	74	5924	193	79	73
8	1 743	2850	150	46	40	2888	162	46	40	1340	162	46	40
9	448	1900	100	30	30	1964	98	30	30	2114	192	30	30
10	561	1900	100	80	74	1964	98	80	74	2114	192	80	74
11	1 311	1900	100	50	50	1938	112	50	50	390	112	50	50
12	209	15840	2160	93	77	18963	2612	93	77	18788	2517	110	79
13	511	15840	2160	93	77	18963	2612	93	77	20850	2630	109	78
14	490	15840	2160	93	77	18963	2612	93	77	20850	2630	109	78
15	439	15840	2160	93	77	18963	2612	93	77	18788	2517	110	79
16	363	1900	100	40	30	1870	43	40	30	322	43	40	30
17	532	672	28	91	80	734	33	91	80	257	23	91	80
18	404	672	28	91	80	677	33	91	80	252	23	91	80
19	83	1900	100	80	74	1938	112	80	74	390	112	80	75
20	202	2400	100	80	74	2594	105	80	74	1898	150	80	74
21	441	2850	150	46	40	3426	143	46	40	4974	143	46	40
22	248	15840	2160	93	77	18963	2612	93	77	20850	2630	109	78
23	146	0	0	91	80	0	0	91	80	1006	54	91	80
24	275	0	0	91	80	0	0	91	80	1055	58	91	80
25	2 627	16456	2244	92	77	19481	2637	92	77	19669	2561	109	79
26	2 415	36800	3200	100	76	42286	3232	100	76	42302	3151	99	76

* : En l'absence de données sur les vitesses en charge à l'état initial, celle-ci sont prises égales à celles correspondant à l'état de référence.

2 ANNEXE 2 : ETUDE DES EFFETS DU PROJET SUR LA SANTE

Ce chapitre est mené en application des articles L.122-1 à L.122-3 du code de l'environnement (anciennement article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie) et de sa circulaire d'application n°98-36 du 17 février 1998 qui ont introduit la nécessité de réaliser « une étude des effets du projet sur la santé » et la présentation des mesures envisagées pour supprimer, réduire et si possible compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement et la santé.

L'objectif du présent chapitre consiste donc à rechercher si les modifications apportées à l'environnement par le projet peuvent avoir des incidences positives ou négatives sur la santé humaine, autrement dit d'évaluer les risques liés aux différentes pollutions et nuisances qui résultent de la réalisation et de l'exploitation de l'aménagement.

Il s'inspire de la démarche d'évaluation des risques sanitaires. Cette dernière s'appuie sur une méthodologie précise définie en 1983 par l'académie des sciences américaines. Le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact de l'Institut de Veille Sanitaire de 2000 l'a retranscrite. Cette démarche s'articule en quatre points :

- identification des dangers ;
- évaluation de la dose-réponse (Valeurs guides de l'OMS, Valeurs Toxicologiques de Référence, ...);
- évaluation de l'exposition des populations ;
- caractérisation des risques (celle-ci reste qualitative étant donné la nature de l'opération).

2.1 Identification des dangers et des relations dose-réponses

Source : Institut National de Veille Sanitaire (INVS), OMS, Données des réseaux de surveillance de la qualité de l'air.

Chaque jour, un adulte inhale 10 000 à 20 000 litres d'air composé à 99% en moyenne d'oxygène et d'azote, mais qui peut également contenir divers polluants pouvant être à l'origine d'effets sur la santé. La pollution peut avoir des effets sur la santé en contribuant au développement de pathologies chroniques et en aggravant les symptômes de pathologies (causées ou non par une exposition à la pollution). La pollution issue du trafic routier pose des problèmes sanitaires spécifiques.

Les études épidémiologiques, toxicologiques et expérimentales mettent en évidence les liens entre exposition à la pollution atmosphérique et différentes pathologies. Des effets de la pollution de l'air sur la santé sont observés à la fois suite à :

- une exposition de plusieurs années (exposition chronique, dite à long terme) à la pollution de l'air : même à de faibles niveaux de concentration, les études montrent que la pollution peut générer des cancers, des pathologies cardiovasculaires (infarctus du myocarde, angine de poitrine ou troubles du rythme cardiaque) et respiratoires. Des études récentes pointent également des effets possibles sur la reproduction, le risque de naissance prématurée, le développement neurologique de l'enfant et la démence chez les personnes âgées. En contribuant au développement de ces maladies, la pollution de l'air diminue sensiblement la qualité et l'espérance de vie de la population ;
- une exposition de quelques heures à quelques jours (exposition aiguë, dite à court terme) : les effets les moins graves et les plus courants sont la toux, l'hypersécrétion nasale, l'expectoration, l'essoufflement, l'irritation nasale, des yeux et de la gorge... Des effets plus graves, respiratoires ou cardiovasculaires, peuvent aussi apparaître et conduire à l'hospitalisation voire au décès.

En 2013, le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC), instance spécialisée de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), a classé la pollution atmosphérique et les particules de l'air extérieur comme

cancérogènes pour l'homme. Il existe cependant une grande variabilité individuelle dans la susceptibilité aux polluants atmosphériques. Certaines populations y sont en effet plus vulnérables :

- les enfants, dont les poumons ne sont pas complètement formés (la croissance de l'appareil pulmonaire s'achève vers 10-12 ans) ;
- les personnes âgées, plus sensibles en raison du vieillissement des tissus respiratoires et de pathologies plus fréquemment associées, ainsi que d'une diminution des défenses respiratoires ;
- les personnes souffrant de pathologies chroniques (maladies respiratoires chroniques allergiques et asthmatiques, maladies cardio-vasculaires et diabète par exemple) ;
- les fumeurs, dont l'appareil respiratoire est déjà irrité par le tabac.

Les limites de concentration dans l'air ambiant de certains polluants (SO₂, Poussières, NO₂, Pb, O₃) imposées par des directives européennes tiennent compte de ces effets. L'OMS édicte des valeurs guides. D'après « the Air Quality Guidelines » de l'OMS, « **la valeur guide de la qualité de l'air est la concentration au-dessous de laquelle le polluant atmosphérique ne devrait avoir aucun effet préjudiciable sur la santé** ».

2.1.1 Les oxydes d'azote (NO et NO₂)

Les oxydes d'azotes résultent principalement de la combinaison entre l'oxygène et l'azote de l'air sous l'effet des hautes températures obtenues dans le processus de combustion. Ils sont émis principalement par les moteurs de véhicules automobiles mais aussi par les installations fixes (installations de combustion de toute taille et certains procédés industriels tels que la fabrication de l'acide nitrique).

Les risques pour la santé proviennent surtout du NO₂ (le seul à être concerné par les directives européennes sur la qualité de l'air). À forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique irritant pour les yeux et les voies respiratoires.

Les études épidémiologiques ont montré que les symptômes bronchitiques chez l'enfant asthmatique augmentent avec une exposition de longue durée au NO₂. On associe également une diminution de la fonction pulmonaire aux concentrations actuellement mesurées (ou observées) dans les villes d'Europe et d'Amérique du Nord.

Durée d'exposition	
1 heure	1 année
200 µg/m ³	40 µg/m ³

Tableau 9 : Valeurs guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition au NO₂ (Source : OMS)

2.1.2 Les particules en suspension

Les particules constituent un ensemble très hétérogène et se composent d'un mélange complexe de substances organiques et minérales. La taille des particules influence leur degré de pénétration dans les poumons.

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. En revanche, les particules de petites tailles (diamètre inférieur à 2.5 µm) pénètrent facilement dans les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Elles peuvent donc altérer la fonction respiratoire des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques). L'exposition à long terme se traduit par un accroissement du risque de bronchites chroniques, de décès par maladies cardio-respiratoires ou par cancer pulmonaire.

	Durée d'exposition	
	24 h	1 année
PM10	50 µg/m ³	20 µg/m ³
PM2.5	25 µg/m ³	10 µg/m ³

Tableau 10 : Valeur guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition aux particules (Source : OMS)

2.1.3 Le benzène (C6H6)

Le benzène est connu pour ces effets cancérigènes et mutagènes : il est classé comme cancérogène certain chez l'homme par le CIRC (groupe 1). La toxicité du benzène est liée à son effet déprimeur sur la moelle osseuse et l'induction de leucémies par les dommages causés aux différents types de cellules hématopoïétiques¹ et aux altérations fonctionnelles qui en résultent.

Selon l'OMS, une personne exposée continuellement à 1 µg/m³ de benzène toute sa vie aura 1,000006 fois plus de probabilité de développer un cancer qu'une personne non exposée. Ceci peut être traduit également par le fait qu'une élévation de la concentration en benzène de 1 µg/m³ durant la vie entière se traduit à l'échelle d'une ville de un million d'habitants par une augmentation de cas de leucémie de 6 en 70 ans.

2.1.4 Le dioxyde de soufre (SO2)

Ce polluant principalement émis par la combustion des énergies fossiles contenant du soufre pour le chauffage domestique, la production d'électricité ou les véhicules à moteur, est un gaz irritant pour les muqueuses et les voies respiratoires. L'inflammation de l'appareil respiratoire entraîne de la toux, une production de mucus, une exacerbation de l'asthme, des bronchites chroniques et une sensibilisation aux infections respiratoires. Le nombre des admissions à l'hôpital pour des cardiopathies et la mortalité augmentent les jours de fortes concentrations en SO₂. Les asthmatiques sont les sujets les plus sensibles.

Son action est accentuée par la présence des particules avec lesquelles il forme des mélanges complexes avec effet de synergie.

	Durée d'exposition		
	10 min	24 heures	1 année
	500 µg/m ³	20 µg/m ³	50 µg/m ³

Tableau 11 : Valeur guide de l'OMS en fonction des durées d'exposition au SO₂ (Source : OMS)

2.1.5 Le dioxyde de carbone (CO2)

Il n'est considéré que depuis très récemment comme un polluant. La loi sur l'air l'a défini en tant que tel pour son implication dans l'augmentation de l'effet de serre. Il est émis par toutes les activités de combustion de composés carbonés dont il est le produit final.

Des risques pour la santé apparaissent dans les cas d'une concentration excessive sous forme d'asphyxie par disfonctionnement des systèmes pulmonaires et respiratoires. En milieu ouvert, ce problème ne se rencontre jamais.

2.1.6 Les composés organiques volatils (COV) autres que le benzène

À ce jour, de l'ordre de 50 à 300 composés organiques volatils (COV) ont été identifiés dans l'air, principalement à l'intérieur des locaux et une cinquantaine y est communément retrouvée, notamment des alcanes, cycloalcanes et alkènes, hydrocarbures aromatiques ou benzéniques, hydrocarbures halogénés, terpènes, aldéhydes, cétones, alcools et esters.

Leurs effets sur la santé sont très divers selon la nature des composés : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des voies respiratoires ou une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes : le formaldéhyde est probablement cancérogène (groupe 2 A du CIRC) et l'acétaldéhyde est un cancérogène possible (groupe 2 B du CIRC).

2.1.7 L'ozone (O3)

L'ozone que l'on retrouve au niveau du sol et qui est l'un des principaux constituants du smog photochimique ne doit pas être confondu avec l'ozone de la couche protectrice dans la haute atmosphère. Au niveau du sol, l'ozone se forme sous l'effet de réactions photochimiques (c'est-à-dire en présence du rayonnement solaire) entre divers polluants, comme les oxydes d'azote (NO_x) émis par les véhicules et l'industrie et les composés organiques volatils (COV), émis par les véhicules, les solvants et l'industrie. On observe des pics de concentration pendant les périodes de temps ensoleillé.

À des concentrations trop élevées, l'ozone a des effets marqués sur la santé de l'homme. On observe alors des problèmes respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme, une diminution de la fonction pulmonaire et l'apparition de maladies respiratoires. En Europe, on considère actuellement que l'ozone est l'un des polluants atmosphériques les plus préoccupants. C'est ainsi que plusieurs études européennes ont signalé un accroissement de la mortalité quotidienne de 0,3% et des maladies cardiaques de 0,4% pour chaque augmentation de 10 µg/m³ de la concentration en ozone.

Durée d'exposition
8 heures
100 µg/m ³

Tableau 12 : Valeur guide de l'OMS pour une durée d'exposition de 8 heures à l'ozone (Source : OMS)

¹ Cellule souche à l'origine des différentes lignées de cellules sanguines

2.1.8 Les métaux lourds

Le **plomb** tétraéthyle a été pendant longtemps incorporé de façon systématique à l'essence du fait de ses propriétés antidétonantes. Aussi l'automobile a-t-elle été la source de rejet de quantités importantes de dérivés du plomb dans l'air. L'utilisation croissante d'essence sans plomb (le plomb est un poison pour les pots catalytiques) a permis en quelques années de réduire les émissions.

L'ingestion ou l'inhalation de plomb est toxique. Elle provoque des troubles réversibles (anémie, troubles digestifs) ou irréversibles (atteinte du système nerveux). Une fois dans l'organisme, le plomb se stocke, notamment dans les os, d'où il peut être libéré dans le sang, des années ou même des dizaines d'années plus tard. L'intoxication par le plomb est appelée saturnisme. L'enfant en bas âge, et sans doute le fœtus, sont les sujets les plus sensibles. La gravité des conséquences d'une exposition précoce au plomb a été montrée par de nombreuses études épidémiologiques qui ont mesuré son impact sur les fonctions cognitives de l'enfant jusqu'au moins douze ans.

Durée d'exposition
1 année
0.5 µg/m ³

Tableau 13 : Valeur guide de l'OMS pour une durée d'exposition d'une année au plomb (Source : OMS)

Les émissions de **cadmium** dues aux transports restent faibles et proviennent des additifs de lubrifiants à base de **zinc** (le cadmium étant l'impureté associée au zinc) et par usure des pneumatiques contenant des additifs au naphatéate et octate de cadmium, comme stabilisant de caoutchouc. Au niveau routier, les émissions de zinc proviennent à la fois des automobiles (fuites de lubrifiants) et des équipements de sécurité (érosion des glissières de sécurité).

Le zinc est moins nocif que le cadmium. Le cadmium est considéré comme un des métaux parmi les plus toxiques. Sa toxicité est surtout chronique et concerne principalement le rein. Le Centre International de Recherche contre le Cancer a classé comme cancérigène le cadmium et ses composés (Classe 1) en 1993.

2.2 Évaluation de l'exposition des populations

Concernant la pollution de l'air, la population exposée est recensée dans les bandes d'étude du réseau routier subissant une variation de +/- 10 % du fait de la mise en service du projet, par rapport à une situation dite de référence sans projet au même horizon (2025).

La bande d'étude sur chaque tronçon est définie au sein de la note méthodologique annexée à la circulaire interministérielle de février 2005 en fonction du trafic attendu à l'horizon du projet (cf. paragraphe 1.4).

La population exposée aux nuisances atmosphériques est la population incluse dans la bande d'étude du réseau routier pris en compte.

L'ensemble des habitations, équipement et entreprises ont été recensés à partir des orthophotographies de l'IGN. La carte ci-dessous présente l'ensemble des bâtiments concerné au sein de la bande d'étude.

D'après les données du recensement de 2012, le nombre d'habitants moyen par résidence principale est de 2,6 à La Ville-ès-Nonais et de 2,4 à Plouer-sur-Rance et à Châteauneuf d'Ile et Vilaine. Un ratio moyen de 2,5 a donc été appliqué pour évaluer le nombre d'habitant au sein de la bande d'étude. En outre, un ratio de 1 salarié/actif pour 20 m² a été appliqué afin de déterminer la population au sein des établissements secondaires et tertiaires. Enfin, concernant les équipements, les effectifs des usagers sont issus de recherches internet. Cela a permis de recenser 3 283 personnes au sein de la bande d'étude.

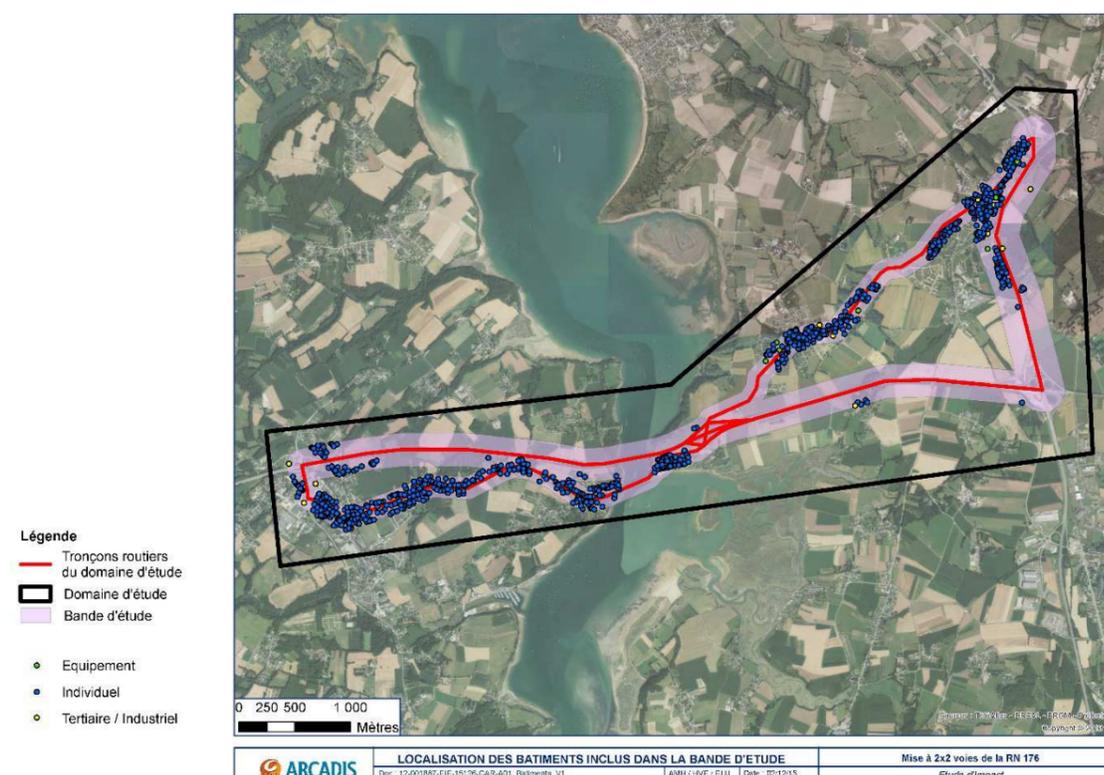


Figure 12 : Localisation des bâtiments inclus dans la bande d'étude relative à la qualité de l'air (source ARCADIS – fond de plan IGN)

Afin d'estimer la population à l'horizon 2025, le taux annuel moyen de variation de la population de l'INSEE des communes de Plouer-sur-Rance et de la Ville-ès-Nonais a été appliqué, soit +1,9%. Ainsi, la population estimée dans la bande d'étude à l'horizon 2025 s'élève à 4193 personnes.

2.3 Caractérisation des risques sanitaires et mesures envisagées

2.3.1 Caractérisation des risques liés à la pollution atmosphérique

Étant donné le niveau d'étude Air et Santé mené dans le cadre du présent projet (type II), la caractérisation des risques relatifs à la pollution atmosphérique est basée sur le calcul de l'Indice Pollution Population (IPP).

L'Indice Pollution Population (IPP) est un indicateur très général utilisé en comparaison de diverses situations. S'il ne permet pas de quantifier les effets du projet sur la santé, il permet d'estimer si la réalisation du projet va dans le sens de « l'amélioration » ou de « la dégradation » de la santé humaine.

Il intègre d'une part les concentrations moyennes annuelles en polluants et d'autre part, la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation. La note méthodologique annexée à la circulaire du 25 février 2005 concernant l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières propose d'utiliser comme traceur le benzène. Or, les simulations effectuées pour ce dernier ne montrent aucun dépassement prévisionnel des valeurs limites et objectifs de qualité. Ainsi, l'IPP a également été réalisé en utilisant comme traceur le NO₂ et les PM10.

Les IPP présentés dans le tableau ci-après ont été ramenés sur une base 100 à l'état initial afin d'être facilement compréhensibles.

Horizons	État initial	État de référence	État projeté
IPP brut NO₂	68 934	87 045	87 607
IPP NO₂ base 100	100	126.27	127.09
Évolution IPP NO₂ (%)	+26.3%		
		+0.7%	
IPP brut Benzène	3 830.95	4 778.83	4778.89
IPP Benzène base 100	100	124.74	124.74
Évolution IPP Benzène (%)	+24.7%		
		+0.001%	
IPP brut PM10	64 563	80 637	80 706
IPP PM10 base 100	100	124.90	125.00
Évolution IPP PM10 (%)	+24.9%		
		+0.08%	

Tableau 14 : Indice Pollution-Population obtenus pour l'état initial, de référence et projeté (source ARCADIS)

Indépendamment du projet, l'IPP augmente entre l'état initial et l'état de référence pour les trois polluants, ce qui s'explique principalement par la croissance de la population appliquée (taux d'évolution annuel de +1,9%) et dans une moindre mesure par l'augmentation des trafics et donc des concentrations entre ces deux états.

Quant au projet de mise à 2x2 voies de la RN176, il induit une augmentation de l'indice de corrélation Pollution-Population respectivement de 0,65%, 0,0014%, et 0,0865% pour le NO₂, le benzène et les PM10. Ces variations sont non significatives.

Ainsi, le projet n'engendre pas d'augmentation significative de l'exposition des populations au sein de la bande d'étude. Aucune mesure particulière n'est donc envisagée.

2.3.2 Caractérisation des risques pendant la période de travaux

Les risques liés à la pollution atmosphérique sont similaires en phase travaux et en phase exploitation. Seuls le risque lié à l'envol de poussières, pouvant créer une gêne pour la population riveraine, n'existe pas en phase exploitation.

Néanmoins, l'ensemble des mesures visant à éviter ou à réduire les impacts des travaux vis-à-vis de la santé humaine et à limiter ainsi au mieux la gêne occasionnée est mis en place durant l'organisation des travaux (information des riverains, limitation de l'envol de poussière, gestion des eaux durant le chantier...).

2.4 Conclusion sur les effets du projet sur la santé publique

Concernant la pollution atmosphérique, le projet n'engendre aucun impact significatif sur la santé.

3 ANNEXE 3 : ETUDE HYDRAULIQUE

3.1 Contexte de l'étude hydraulique

La présente étude a pour objet de :

- Définir les principes d'assainissement appliqués au projet
- Définir l'assainissement routier à mettre en œuvre
- Caractériser les rétablissements des écoulements naturels (fossé et cours d'eau)

3.1.1 Réseau hydrographique

L'ensemble du projet se situe dans le bassin versant de la Rance.

Le projet intercepte le ruisseau de Pontlivard.

Les rejets se feront dans des fossés existant en amont du hameau du Port Saint-Jean, ainsi que dans le ruisseau de Pontlivard (affluent de la Rance).

Aucune zone inondable n'est identifié sur le secteur d'étude.

3.1.2 Pluviométrie et climatologie

La pluviométrie du site est caractérisée par les données de la station de Dinard-Pleurtuit.

Pour caractériser les précipitations de durée inférieure à la journée, nous utilisons la courbe Intensité – Durée – Fréquence caractérisée par la formule de MONTANA :

$$I = a.t^b$$

Avec I intensité de la pluie (mm/h)
 t durée de la pluie (min)
 a et b coefficients de Montana calculés localement

		Pluie de 6 min à 60 min	Pluie de 30 min à 24 heures
Pluie de retour 10 ans	a	176,0	456,9
	b	-0,474	-0,732
Pluie de retour 100 ans	a	238,3	702,7
	b	-0,451	-0,745

Sur le secteur, les intensités de pluies biennales correspondent à 60 % des intensités décennales.

Les autres données climatologiques du secteur sont :

- Précipitation moyenne annuelle $P_{an} = 645$ mm
- Précipitation journalière décennale $P_{J10} = 46,9$ mm

3.2 Définition des principes hydrauliques

3.2.1 Sensibilité du milieu récepteur

La sensibilité et la vulnérabilité ont été déterminées en suivant la méthode de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau, édité par le CEREMA (Août 2014). Cette note d'information est une mise à jour de la méthode présentée dans le GTPOR (Guide Technique Pollution d'Origine Routière – Sétra 2007).

3.2.1.1 Eaux souterraines

La zone d'étude est en dehors de tout périmètre de protection AEP.

De ce fait, la zone est considérée comme **peu à moyennement vulnérable pour les eaux souterraines**.

3.2.1.2 Eaux superficielles

Les points de rejets se situent dans une ZNIEFF de type II et à moins de 1 km d'une ZNIEFF de type I. Ils se feront aussi à moins de 1 km d'une zone NATURA.

Les usages de l'eau de la Rance sont : la pêche, la baignade et le tourisme, sans oublier l'usine marémotrice en aval.

De ce fait, chaque rejet se fera dans une zone considérée comme **fortement vulnérable pour les eaux superficielles**.

3.2.2 Réglementations en vigueur

3.2.2.1 SDAGE Loire Bretagne 2016-2021

Dans ses orientations, le SDAGE Loire-Bretagne stipule :

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

Dans cet objectif, les SCoT ou, en l'absence de SCoT, les PLU et cartes communales comportent des prescriptions permettant de limiter cette problématique. A ce titre, il est fortement recommandé que les SCoT mentionnent des dispositions exigeant, d'une part des PLU qu'ils comportent des mesures relatives à l'imperméabilisation et aux rejets à un débit de fuite limité appliquées aux constructions nouvelles et aux seules extensions des constructions existantes, et d'autre part des cartes communales qu'elles prennent en compte cette problématique dans le droit à construire. En l'absence de SCoT, il est fortement recommandé aux PLU et aux cartes communales de comporter des mesures respectivement de même nature. À défaut d'une étude spécifique précisant la valeur de ce débit de fuite, le débit de fuite maximal sera de 3 l/s/ha pour une pluie décennale.

Nota : Dans le cas présent, sur les bassins versants considérés, l'estimation des débits spécifiques lors de pluies mensuelles donne des débits spécifiques de l'ordre de 6,4 à 8,5 l/s/ha.

3.2.2.2 SAGE du Bas Léon

Le projet se situe dans le SAGE Rance Fémur Baie de Beausais, qui a été approuvé le 5 avril 2004.

Il n'y a pas de prescriptions spécifiques en termes de rejet ou de débit de fuite dans la SAGE.

3.2.3 Les nuisances du projet routier vis-à-vis de la ressource en eau

Un projet routier peut générer les perturbations suivantes :

Créer un obstacle potentiel à l'écoulement des eaux de ruissellement des bassins versants naturels interceptés,

Augmenter le ruissellement des eaux en raison de l'imperméabilisation partielle qu'il génère,

Véhiculer la pollution chronique générée par les véhicules et les aménagements routiers,

Etre à l'origine de pollutions saisonnières,

Générer une pollution accidentelle.

3.2.3.1 Nuisances quantitatives

Le projet présente trois points de rejets, mais dont deux dans le ruisseau de Pontlivard. Le troisième rejet se faisant dans des fossés en amont du hameau du Port Saint-Jean.

Le Maître d'ouvrage a demandé que les rejets respectent le débit spécifique objectif du futur Sdage, soit un débit spécifique maximum 3l/s/ha.

Ce contrôle quantitatif sera mis en œuvre afin de limiter les débits provenant des surfaces routières reprises², ainsi que les ruissellements provenant des délaissés de l'échangeur. Les bassins versants naturels, situés en dehors de la voirie, qui ne sont pas modifiés par le projet ne seront pas écrêtés.

3.2.3.2 Nuisances qualitatives

La pollution chronique correspond aux émanations de gaz d'échappement des véhicules qui empruntent la route, à l'usure des véhicules (pneus, freins,...) et de l'infrastructure elle-même (chaussée, glissières ...). Cette pollution est donc principalement constituée d'hydrocarbures et de certains métaux (zinc, cuivre,...).

La pollution saisonnière est liée à la viabilité hivernale, elle résulte de l'épandage de sels de déverglaçage.

La pollution accidentelle est celle qui peut survenir à la suite du renversement et de l'épandage d'un camion transportant des produits dangereux.

Le projet se situant intégralement en **zone peu à moyennement vulnérable pour les eaux souterraines, et fortement vulnérables pour els aux superficielles**, Le Sétra indique qu'un réseau enherbé est à privilégier, mais que l'ouvrage de traitement devra être étanche et permettre le traitement et l'isolement en plus de l'écrêtement.

3.2.4 Principes de rétablissement des écoulements naturels

La RN176 coupe plusieurs bassins versants naturels (ruissellement), ainsi que le ruisseau de Pontlivard.

Le ruisseau de Pontlivard est actuellement rétabli par une buse sous la RN176. En aval de la RN176, un busage sous-dimensionné du ruisseau entraîne des débordements et l'inondation du hameau de Pontlivard.

Les ruissellements sont soit repris dans les fossés de la RN176 (zones en déblais ou rasant), soit dans les fossés de pied de remblai, soit ruissellent au pied des remblais. Tous ces ruissellements rejoignent les fossés des voiries qui croisent la RN176 (ou le ruisseau de pontlivard) qui servent de réseaux exutoires.

Dans le cadre du projet, le réseau d'assainissement sera séparatif, les eaux provenant des bassins versants naturels seront renvoyés vers les fossés de bord de voirie existante, ou vers le ruisseau de Pontlivard, comme actuellement.

Dans le cas d'impossibilité, une nouvelle traversée sous la RN176 serait réalisée, avec fossé de diffusion en aval, le tout dimensionné pour permettre le transit des pluies centennales.

L'ouvrage du ruisseau de Pontlivard sera dimensionné pour permettre le transit du débit centennal. Toutefois, il sera étudié l'aménagement d'un ouvrage d'écrêtement des débits en amont, afin de réduire le risque d'inondation du hameau de Pontlivard.

² La surface routière reprise correspond à la superficie de voirie, plus accotement et talus de déblai de la route repris par le réseau d'assainissement.

3.2.5 Principes d'assainissement routier

3.2.5.1 Secteurs en déblai et rasant

Le réseau d'assainissement reprendra les eaux de la plateforme routière.

Si nécessaire, un fossé en crête de déblai reprendra les ruissellements diffus des coteaux interceptés pour les renvoyer vers les réseaux existant (fossés, ruisseau).

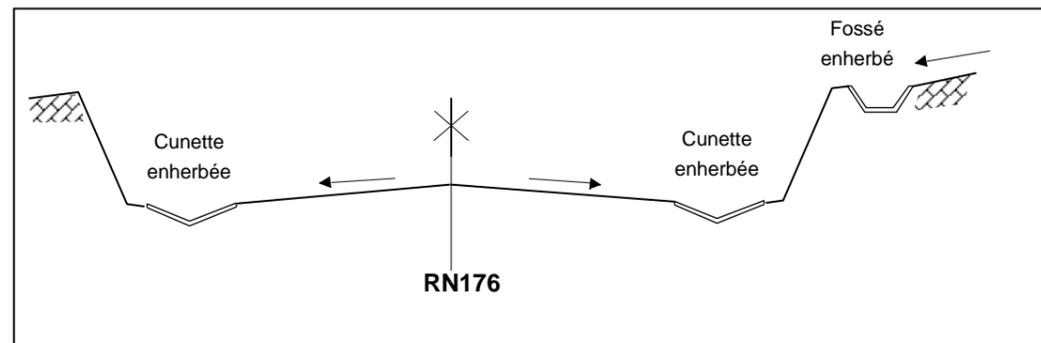


Figure 13 : Profils en travers type en déblai et rasant (source ARCADIS)

Le réseau de **fond de déblai** sera constitué par des cunettes enherbées.

Le réseau d'assainissement de pied de déblai répondra aux normes de sécurité, afin d'éviter la mise en place de dispositifs de retenue.

3.2.5.2 Secteurs en remblai

Dans les secteurs en remblai, l'assainissement sera mis en place en haut du remblai, afin d'assurer une séparation des eaux de la voirie avec les quelques ruissellements de bassins versants naturels, recueillis dans des fossés de pied de remblai

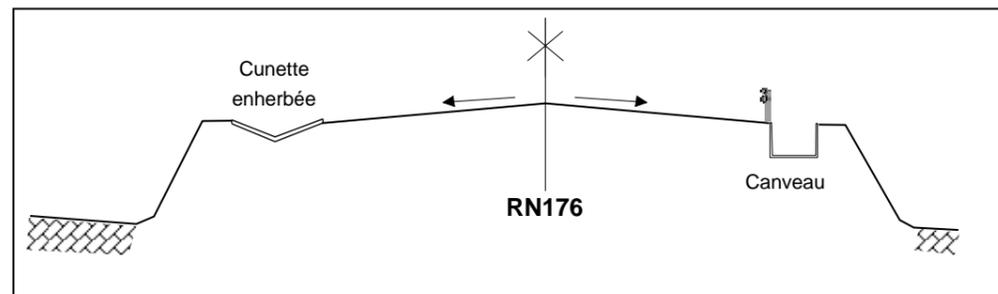


Figure 14 : Profils en travers type en remblai (source ARCADIS)

Le réseau d'assainissement routier de **haut de remblai** sera constitué par ordre de priorité de :

- cunettes enherbées
- caniveau rectangulaire

Le réseau d'assainissement de haut de remblai répondra aux normes de sécurité, en l'absence de dispositifs de retenue, ou si le réseau était positionné devant ceux-ci.

3.2.5.3 Pont Chateaubriand

Les eaux provenant du déblai à l'ouest du pont chateaubriand transiteront par le viaduc par deux collecteurs en encorbellement nord et sud vers le bassin multifonction BM2.

Le tablier étant à dévers unique avec une glissière béton au droit de l'axe de la route, la collecte des eaux de ruissellement du demi-tablier Sud sera réalisé en pied de glissière dans un collecteur central fixé sous le hourdis et celle du demi-tablier Nord en rive dans le collecteur Nord.

3.2.5.4 Ouvrages multifonctions

Les ouvrages multifonctions mis en place auront comme fonction :

- **Confinement de la pollution accidentelle**
Confinement par temps sec, pour une citerne de grande capacité non compartimentée (30 m³)
- **Ecrêtement des eaux**
Ecrêtement des eaux provenant de la route, respectant l'objectif du Sdage (soit un débit de fuite maximum de 3 l/s/ha).
- **Traitement des pollutions chroniques**
Critère non dimensionnant (selon le guide du Sétra). Toutefois, un traitement se fera naturellement par le biais des fossés et cunettes enherbés du réseau, ainsi que par décantation dans le bassin, du fait de l'écrêtement forts des débits. Cette décantation sera vérifiée lors des calculs de dimensionnement des ouvrages.

Ces ouvrages multifonctions seront de type bassin routier avec un volume mort, les caractéristiques prévues sont:

- un ouvrage d'entrée obturable avec bippasse,
- un ouvrage de sortie rustique (simple d'entretien et de fonctionnement), intégrant une cloison siphonide, un orifice calibré et un dispositif de fermeture,
- un déversoir pour évènement pluvieux exceptionnel,
- une pente des berges du bassin à 2/1, pente des talus hors eau à 3/2,
- une piste d'entretien de 4 m de large autour du bassin,
- une rampe d'accès au fond de bassin, un accès au bassin depuis le réseau routier.

3.3 Réseau d'assainissement

Les étapes de calcul du réseau d'évacuation des eaux sont les suivantes :

- Analyse du projet routier pour identification des points hauts, des points bas, des dévers, ainsi que des zones de déblais et de remblais ;
- Définition d'une première ossature du réseau en fonction des principes cités précédemment ;
- Identification des bassins versants routiers et naturels, et décomposition de ceux-ci en tronçons homogènes,
- Dimensionnement du réseau en fonction des principes retenus précédemment

Les calculs hydrologiques des débits de projet, ainsi que la détermination des conditions hydrauliques d'écoulement dans le réseau, sont liées et sont réalisées en parallèle suivant les méthodes de base présentées ci-après.

3.3.1 Hypothèses de calcul

Les hypothèses pour les calculs de dimensionnements sont :

- Les coefficients de ruissellements pris en compte (pour les pluies décennales) sont :
 - Cr=1 pour la voirie et tous les secteurs imperméabilisés
 - Cr=0,4 pour les talus
 - Cr=0,3 pour les délaissés et surfaces naturelles
- Pentes des ouvrages si possible supérieures à 0,5%, sinon toujours supérieures à 0,3%
- Remplissage maximum de 80% pour les buses, 90% pour les réseaux superficiels

3.3.2 Détermination des débits de projet

Le débit de ruissellement repris par le réseau est calculé à partir de la formule rationnelle :

$$Q = \frac{C.I.A}{3600}$$

Avec : Q débit (l/s),
A surface du bassin d'apport (m²),
I intensité de l'averse (mm/h), calculée avec la formule de Montana
C coefficient de ruissellement

Pour le calcul du débit en un point du réseau, le temps de concentration t_c , qui correspond au temps le plus long mis par une goutte d'eau pour arriver jusqu'au point de calcul, est déterminé. Ce temps de concentration s'obtient en additionnant les temps de parcours unitaires sur le bassin versant global. Ces temps de parcours sont calculés en fonction de la longueur de parcours et de la vitesse d'écoulement établie par la formule de Manning-Strickler sur le tronçon considéré :

$$V = K.R_h^{2/3} \sqrt{p}$$

Avec : V vitesse d'écoulement sur le tronçon (m/s)
K coefficient de rugosité pris égal à 30 pour les éléments enherbés ou en terre du réseau et 70 pour les dispositifs en béton
 R_h rayon hydraulique (m)
p pente longitudinale au point de calcul (m/m).

Un temps unitaire initial de 3 min par côté est choisi pour tenir compte de l'écoulement des eaux sur la plateforme elle-même.

Le temps de parcours est comparé au temps de concentration du bassin versant naturel repris.

3.3.3 Détermination des débits capables du réseau

Le débit capable de l'ouvrage est calculé par la formule de MANNING-STRICKLER :

$$Q_c = K.R_h^{2/3} .S.\sqrt{p}$$

Avec : Q_c débit capable de l'ouvrage (m³/s)

K coefficient de rugosité
 R_h rayon hydraulique (m)
p pente moyenne (m/m)
S section mouillée de l'ouvrage (m²)

Il est à noter que le débit capable des ouvrages a été considéré en prenant en compte une revanche de 5 cm sur les ouvrages de surface et un remplissage à 80 % pour les ouvrages enterrés, afin de garder une marge de sécurité par rapport aux calculs théoriques de débits.

3.3.4 Démarche de calcul

Les calculs s'effectuent de proche en proche en dimensionnant progressivement les organes de collecte.

- Choix d'un organe de collecte sur le tronçon unitaire,
- Evaluation du débit capable de l'ouvrage par Manning-Strickler,
- Détermination de la vitesse d'écoulement à plein bord,
- Calcul du temps de parcours unitaire et addition au temps de parcours sur le bassin versant le plus long en amont pour obtenir le temps de concentration de projet,
- Evaluation de l'intensité correspondante décennale,
- Détermination du débit d'apport par méthode rationnelle,
- Comparaison des débits d'apports et débits capables et changement d'organe de collecte si nécessaire.

Les calculs hydrauliques de dimensionnement du réseau d'assainissement sont fournis dans le paragraphe suivant.

3.3.5 Résultats

Les résultats sont fournis en annexe à la présente note (dimensionnement des réseaux pour les pluies de retour 10 ans).

3.4 Ouvrages multifonctions

Rappel : les ouvrages multifonctions permettent la décantation des pollutions accidentelle, le confinement d'une pollution accidentelle et l'écrêtement de débits rejetés

3.4.1 Bassins versants routier repris par les ouvrages multifonctions

Chaque bassin reprendra les eaux issues du projet, qui se compose de la bande de voirie (imperméabilisée), les accotements, l'assainissement routier, les talus de déblais, la part des merlons ruisselant vers l'assainissement ainsi que de délaissés dans l'échangeur.

Les coefficients de ruissellements pris sont :

- Cr=0,95 pour les voiries
- Cr=0,4 pour les accotements, les cunettes de l'assainissement, les talus, les merlons
- Cr=0,3 pour les délaissés de l'échangeur

Dans la suite, les ouvrages multifonctions sont notés BMx.

N° et nom de l'ouvrage multifonction	Superficie totale reprise superficie active (ha – ha)	Superficie de voirie (ha)	Superficie de cunettes, accotements, talus (ha)	Superficie de délaissés (ha)	Débit de fuite maximum retenu (l/s)
BM2 Saint-Jean	12,06 7,56	5,41	4,26	2,39	36,0
BM3 Pontlivard nord	3,56 2,47	1,90	1,67	/	10,5
BM4 Pontlivard sud	2,45 1,94	1,91	1,50	/	10,0

/ Signifie que ce type de superficie n'est pas reprise dans le bassin de contrôle.

3.4.2 Dimensionnement des ouvrages multifonctions

Les dimensionnements des ouvrages multifonctions ont été réalisés en suivant les méthodologies présentées dans le Guide Technique Pollutions d'Origine Routières (GTPOR) du Sétra (Août 2007).

Dans toute la suite, nous considérons que le débit de fuite moyen est assimilé au débit de fuite à mi-hauteur de remplissage du bassin.

3.4.2.1 Confinement d'une pollution accidentelle

Le confinement de la pollution accidentelle retenu est un confinement de 30 m³ de polluant lors d'une pluie de retour 2 ans, de durée 2 heures, en considérant la vanne fermée dès le début de la pluie.

Le calcul des caractéristiques minimum de l'ouvrage est effectué par les méthodes explicitées dans le GTPOR. Le volume nécessaire au confinement de la pollution accidentelle se décompose en deux parties :

- le volume mort, qui dépend du débit de fuite du compartiment, permet d'assurer que la pollution sera toujours dans l'ouvrage lors de la fermeture de la vanne de sortie (intervention sur la vanne en 2 heures).
- le volume utile d'isolement, qui permet de retenir le polluant (30 m³), plus la totalité de la pluie biennale de durée 2 heures tombée sur l'impluvium drainé.

La hauteur de pluie biennale de durée 2 heures est estimée avec les coefficients de Montana à 16,5 mm.

N° et nom de l'ouvrage multifonction	Superficie reprise superficie active (ha – ha)	Débit de fuite maximum retenu (l/s)	Débit de fuite moyen retenu (l/s)	Volume mort minimum (m ³)	Volume d'isolement minimum (m ³)
BM2 Saint-Jean	12,06 7,56	36,0	24,6	177	1280
BM3 Pontlivard nord	3,56 2,47	10,5	7,25	52	440
BM4 Pontlivard sud	2,45 1,94	10,0	7,0	50	430

3.4.2.2 Traitement des pollutions chroniques

Le traitement des pollutions chroniques est fait par décantation des polluants.

Les caractéristiques de l'ouvrage, déterminées suivant les méthodes explicitées dans le GTPOR, pour assurer le traitement des pollutions sont de deux ordres :

- La superficie au miroir, qui dépend du débit d'entrée et du débit de fuite retenu et de la vitesse de sédimentation retenu (classiquement, V_s=1 m/h). Il faut aussi veiller à ce que la vitesse d'écoulement horizontale reste inférieure à 0,15 m/s
- Le volume utile de rétention, du fait du débit de fuite, qui est calculé par la méthode des pluies. Toutefois, comme l'ouvrage devra aussi écrêter les pluies décennales, ce volume de rétention biennale n'est pas dimensionnant.

Les temps de concentrations des bassins versants routiers ont été estimés à 22 minutes pour le BM2 et 23 minutes pour les BM3 et BM4.

Pour estimer la largeur minimum du bassin, nous avons considéré que le bassin était rempli à moitié lors d'une pluie biennale, et que le volume mort était de 50 cm.

N° et nom de l'ouvrage multifonction	Superficie reprise superficie active (ha – ha)	Débit de fuite maximum retenu (l/s)	Débit de fuite moyen retenu (l/s)	Q ₂ pointe entrant (l/s)	Superficie minimum au miroir (m ²)	Largeur minimum du bassin (m)
BM2 Saint-Jean	12,06 7,56	36,0	24,6	512	495	4,60
BM3 Pontlivard nord	3,56 2,47	10,5	7,25	165	155	1,50
BM4 Pontlivard sud	2,45 1,94	10,0	7,0	160	150	1,50

N° et nom de l'ouvrage multifonction	Superficie reprise superficie active (ha – ha)	Débit de fuite maximum retenu (l/s)	Débit de fuite moyen retenu (l/s)	Volume utile de rétention (m ³)
BM2 Saint-Jean	12,06 7,56	36,0	24,6	2 315
BM3 Pontlivard nord	3,56 2,47	10,5	7,25	785
BM4 Pontlivard sud	2,45 1,94	10,0	7,0	775

3.4.2.3 Ecrêtement des débits de pointes

Le volume des bassins a été calculé par la méthode des pluies, conformément à la « Recommandation pour l'Assainissement Routier » :

$$V_{stockage} = (H_{pluie} - H_s) \cdot A \cdot C$$

- Avec :
- V_{stockage} : Volume de stockage du bassin (m³)
 - A : Superficie du bassin versant repris (m²)
 - C : Coefficient de ruissellement du bassin versant
 - H_{pluie} : Hauteur de pluie précipitée (m)
 - H_s : Hauteur d'eau évacuée $H_s = \frac{t \cdot Q_{fuite}}{A \cdot C}$ (m)

Q_{fuite} : Débit de fuite moyen du bassin (m³/s)
 t : durée de la pluie (s)

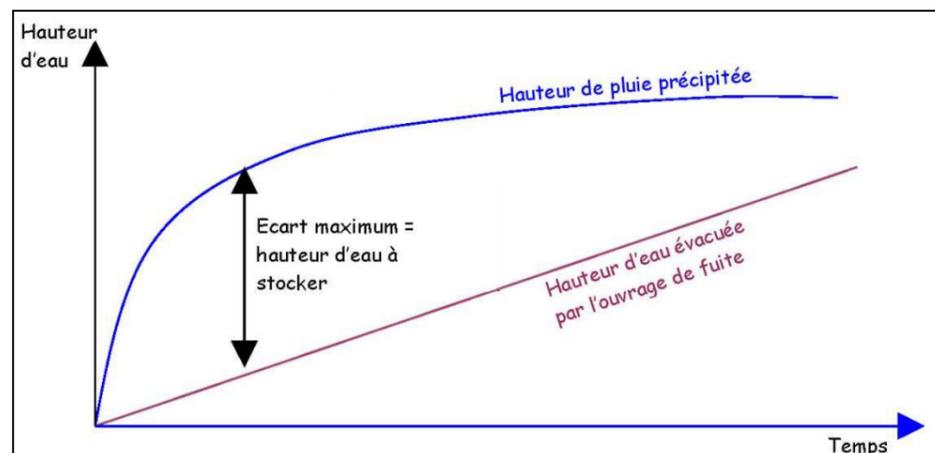


Figure 15 : Schéma explicatif de la méthode des pluies (source ARCADIS)

3.4.3 Caractéristiques des ouvrages

Chaque bassin de protection sera constitué par :

- Etanchéification des bassins à minima sur la hauteur servant à l'isolement
- un ouvrage de sortie du bassin, avec :
 - une cloison siphonée (piégeant les hydrocarbures et fines)
 - un organe de contrôle du débit de fuite, type orifice calibré
 - une vanne de fermeture (piégeage d'une pollution accidentelle)
- un seuil déversant (ouvrage de protection en cas de dysfonctionnement),
- des berges de pente 2/1 pour la partie bassin
- une piste d'accès et l'emprise nécessaire permettant l'entretien de l'ouvrage et l'accès aux ouvrages d'entrée et de sortie
- une rampe d'accès au fond de bassin pentée à 10/1, un accès au bassin depuis le réseau routier)

3.4.3.1 Caractéristiques des ouvrages de protections

N° et nom de l'ouvrage multifonction	Débit de fuite maximum (l/s)	Volume utile de l'ouvrage (m ³)	Superficie en eau à NPHE Emprise du bassin (m ² – m ²)	Emprise totale (m ²)	Hauteur utile (cm)	Ø orifice (mm)
BM2 Saint-Jean	36,0	2 315	2 415 2 620	3 400	110	130
BM3 Pontlivard nord	10,5	785	935 1 065	1 700	105	70
BM4 Pontlivard sud	10,0	775	950 1 135	1 900	100	70

3.4.4 Evaluation de la qualité des rejets

Actuellement, la totalité des eaux de la voirie de la zone d'étude est renvoyée vers le milieu naturel, sans traitement ni écrêtement.

En phase projet, les eaux issues de la RN176 seront récupérées dans les cunettes enherbées, puis transiteront dans des ouvrages de traitement/écrêtement, avant rejet dans le milieu naturel.

Le projet entrainera une modification des trafics projeté à l'horizon 2035. Le tableau suivant donne les trafics par section de voirie, en phase actuel et phase projet.

Section de voirie	Trafic 2035 sans projet (véh/j)	Trafic 2035 avec projet (véh/j)	Superficie de voirie actuelle (m ²)	Superficie de voirie projet (m ²)
RN176 à l'est de l'échangeur	23 500 *	11 900 *	24 683	38 839
RN176 au droit de l'échangeur	23 500 *	11 200 *		14 080
RN176 à l'ouest de l'échangeur, secteur bidirectionnel	23 100 *	/	17 522	/
RN176 à l'ouest de l'échangeur, secteur en 2x2 voies	11 550 *	11 800*	10 058	30 840
Bretelle sortie nord	700	700	2 548	1 392
Bretelle entrée nord	/	600	/	1 759
Bretelle sortie sud	/	600	/	992
Bretelle entrée sud	800	700	3 739	2 067
RD366 (repris par le réseau RN176)	2 100	1 800	1 107	1 680

/ Signifie que cette section de voirie n'existe pas dans cette configuration.

* Les trafics sont considérés dans les deux sens pour les chaussées bidirectionnelles et par sens pour les sections en 2x2 voies.

De plus, actuellement, le réseau de la RN176 reprend une superficie de 15,62 ha (superficie active de 93 359 m²). Une fois le projet réalisé, le réseau de la RN176 reprendra une superficie de 19,03 ha (superficie active de 124 434 m²).

3.4.4.1 Données pour le calcul

Le calcul a été réalisé avec la méthode décrite dans le Guide Technique « Pollution d'Origine Routière » du SETRA (Août 2007).

Nous avons pris les valeurs de polluant pour des sites ouverts :

Polluant routier		Part trafic <10 000 Véh/j	Part trafic >10 000 Véh/j
MES	kg	40	10
DCO	kg	40	4
Zn	kg	0,40	0,0125
Cu	kg	0,02	0,0110
Hc totaux	kg	0,60	0,4000
Hap	kg	0,00008	0,00005

Charge unitaire annuelle par ha et par 1000 Veh/jour

Le calcul est fait en moyenne annuelle :

- Précipitation annuelle sur la zone d'étude de 645 mm,
- Prise en compte d'une évaporation (de l'ordre de 10%),
- Totalité de la pollution annuelle reprise par le réseau.

Actuellement, le réseau est constitué de fossé enherbé. Dans l'état projet, le réseau sera constitué de cunette enherbée, puis d'un ouvrage de contrôle.

Polluant routier		Abattement Cunette et fossé enherbé (état actuel)	Abattement Ouvrage de contrôle	Abattement complet résultant (état projet)
MES	kg	65 %	85 %	94,8 %
DCO	kg	50 %	75 %	87,5 %
Zn	kg	65 %	80 %	93,0 %
Cu	kg	65 %	80 %	93,0 %
Hc totaux	kg	50 %	65 %	82,5 %
Hap	kg	50 %	65 %	82,5 %

3.4.4.2 Calcul – horizon 2035 sans projet

Les calculs sont faits sur la totalité du tronçon de la zone d'étude.

Le bassin versant considéré est le bassin versant repris par les réseaux de la RN176 soit :

- 5,96 ha de voirie (RN176, ½ échangeur et part de la RD366 renvoyée vers la RN176)
- 7,73 ha d'accotements, fossés d'assainissement routier, talus de déblai
- 1,93 ha de délaissés au droit du demi échangeur

Soit un bassin versant total repris de 15,62 ha, avec une superficie active de 93 359 m².

Actuellement un abattement des polluants existe de par la nature du réseau (fossés enherbés).

Ainsi :

Pollution moyenne annuelle – Horizon 2035 sans projet					
Polluant	Masse polluant kg	Masse polluant résultant après abattement kg	Concentrat. polluant du rejet mg/l	Classement Seq-Eau V2 par altération Eau brute	Arrêté 25/01/2010 * Métaux dissous
MES	2 697	943,9	17,42	1B	x
DCO	2 350	1 174,9	21,68	1B	x
Zn	21,91	7,668	0,141	HC	Non respect **
Cu	1,695	0,593	0,010 9	3	Respecté **
Hc totaux	54,91	27,46	0,507	x	x
Hap	0,007 13	0,003 56	0,000 065 8	1A	x

* Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R212-10, R212-11 et R212-18 du code de l'environnement

** Les métaux dissous ne représentent qu'une fraction des métaux rejetés par l'assainissement routier. Dans l'état actuel des connaissances, l'estimation de cette fraction est encore soumise à très fortes incertitudes. Dans la présente étude, ont été pris en compte les résultats de la thèse de M. Zgheib, citée dans « Caractérisation des polluants prioritaires dans les eaux routières - définition d'un protocole d'inventaire – CETE Ouest 2010 », qui donnent les fractions particulières des métaux : 79% pour Zn et 94% pour Cu.

3.4.4.3 Calcul état projet à l'horizon 2035

Les calculs sont faits sur la totalité du tronçon de la zone d'étude.

Le bassin versant considéré est le bassin versant repris par les réseaux de la RN176 soit :

- 9,22 ha de voirie (RN176, échangeur et part de la RD366 renvoyée vers la RN176)
- 7,42 ha d'accotements, fossés d'assainissement routier, talus de déblai
- 2,39 ha de délaissés au droit du demi échangeur

Soit un bassin versant total repris de 19,03 ha, avec une superficie active de 124 434 m².

L'abattement des polluants se fera dans les cunettes enherbées puis dans les ouvrages de contrôle.

Ainsi :

Pollution moyenne annuelle – Horizon 2035 avec projet					
Polluant	Masse polluant kg	Masse polluant résultant après abattement kg	Concentration polluant du rejet mg/l	Classement Seq-Eau V2 par altération Eau brute	Arrêté 25/01/2010 * Métaux dissous
MES	3 525	185,1	2,562	1B	x
DCO	3 437	429,6	5,948	1A	x
Zn	33,97	2,378	0,032 9	2	Non respect **
Cu	1,850	0,129 5	0,001 79	2	Respecté **
Hc totaux	56,53	9,893	0,137	x	x
Hap	0,007 49	0,001 31	0,000 018 1	1A	x

* Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R212-10, R212-11 et R212-18 du code de l'environnement

** Les métaux dissous ne représentent qu'une fraction des métaux rejetés par l'assainissement routier. Dans l'état actuel des connaissances, l'estimation de cette fraction est encore soumise à très fortes incertitudes. Dans la présente étude, ont été pris en compte les résultats de la thèse de M. Zgheib, citée dans « Caractérisation des polluants prioritaires dans les eaux routières - définition d'un protocole d'inventaire – CETE Ouest 2010 », qui donnent les fractions particulières des métaux : 79% pour Zn et 94% pour Cu.

De plus, les métaux lourds dissous, une fois dilués dans les milieux naturels (qui reprennent les ruissellements des bassins versants naturels du secteur, qui représente 141 ha), ne représenteront plus qu'une fraction faible des concentrations objectifs : moins de 18% pour le Zinc et 0,6% pour le Cuivre.

Conclusion : le projet permet de réduire (par rapport à la situation sans projet) de 64 à 80 % la masse des polluants rejetés et de 72,5 à 85 % la concentration en polluants rejetés dans le milieu naturel.

3.5 Rétablissement des écoulements naturels

3.5.1 Caractéristiques des bassins versants interceptés

La zone d'étude ne présente qu'un seul écoulement marqué à rétablir : le ruisseau de Pontlivard,

Toutefois, au droit du Clos du Rompe, le bassin versant naturel ruisselle actuellement vers la RN176, Il sera nécessaire de réaliser un nouvel ouvrage hydraulique de traversée, afin de séparer les eaux du bassin versant naturel de l'assainissement routier,

Au droit de l'ouvrage actuel de la RN176 (Ø1000 à moitié rempli de sédiments), le ruisseau de Pontlivard présente un bassin versant de 113 ha, Le bassin versant est rural, hors la présence du hameau de Doslet repris en partie et de la part de la RN176 (état actuel) qui ruisselle vers l'amont de l'ouvrage,

BVN	Superficie (ha)	Coefficient ruissellement	Longueur cheminement (m)	Pente (m/m)
Pontlivard actuel (RN176)	113,0	0,31	1 375	0,029
Pontlivard projet (RN176)	111,6	0,30	1 375	0,029
OH rétablissement Clos du Rompe	7,77	0,30	300	0,027

3.5.2 Détermination des débits caractéristiques

3.5.2.1 Débit décennal

Selon la taille des bassins versants, le débit de pointe de crue décennale a été déterminé par les méthodes classiques : méthodes Rationnelle, Crupédix et de transition,

méthode rationnelle pour les bassins versants < à 1 km²,

$$Q = \frac{C.I.A}{3600}$$

- Avec : Q débit (l/s),
 A surface du bassin d'apport (m²),
 I intensité de l'averse (mm/h), calculée avec la formule de Montana
 C coefficient de ruissellement

méthode Crupédix pour les bassins versants > à 10 km²,

$$Q_{Crupédix} = R.S^{0,8} \cdot \left(\frac{P_{10}}{80}\right)^2$$

- Avec : Q débit (m³/s),
 R coefficient de Crupédix, Ici, R=1
 S superficie du bassin versant (km²)
 P₁₀ précipitation journalière décennale

méthode de transition pour les bassins versants entre B=1 et 10 km² :

$$Q_{transition} = \left(\frac{10-S}{10-B}\right)^2 Q_{rationnelle} + \left[1 - \left(\frac{10-S}{10-B}\right)^2\right] Q_{crupédix}$$

- Avec S superficie du bassin versant (km²)
 B borne basse de la méthode de transition est prise similaire au coefficient R local de la formule de Crupédix (ici, B=R=1)

3.5.2.2 Passage au débit centennal

Afin d'estimer le débit de crues rares, nous utilisons la méthode du Gradex Progressif, méthode qui améliore la méthode du Gradex, en utilisant les principes de la méthode agrégée, mais en faisant abstraction des données hydrométriques de crues rares,

Cette méthode reprend l'hypothèse principale de la méthode du Gradex : lors d'évènements pluvieux de temps de retour supérieur à 10 ans, la quasi-totalité de la pluie ruisselle. Un tel phénomène entraîne une rupture de la pente de la relation du débit en fonction du temps de retour, au niveau du débit décennal. Le Gradex progressif permet de lisser cette évolution de la pente des débits entre les temps de retour inférieurs à 10 ans et ceux supérieurs à 100 ans (voir schéma ci-après). Cette méthode représente au mieux la réponse d'un bassin versant à un évènement d'un temps de retour supérieur à 10 ans, mais non rare (10 < T < 200 ans), Elle reste toutefois utilisable pour des évènements rares,

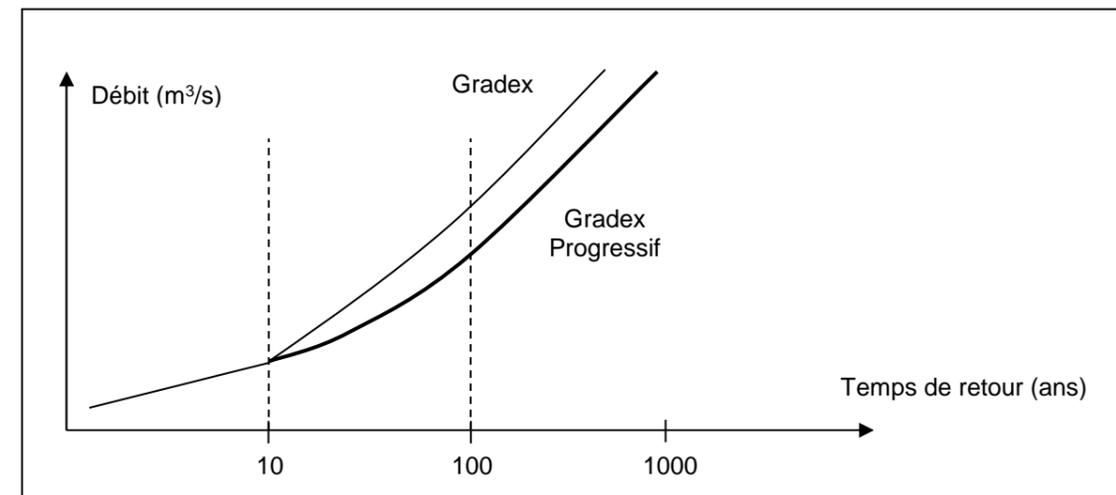


Figure 16 : Schéma explicatif des méthodes du Gradex et Gradex Progressif (source ARCADIS)

La formule de calcul du débit de temps de retour T est :

$$Q_T = Q_{10} + Gp_i \cdot \ln \left[1 + \frac{Gq_i \left(\frac{T-10}{10} \right)}{Gp_i} \right]$$

Avec : Q_T Débit journalier de période de retour T (m³/s)
 Q_{10} Débit journalier décennal (m³/s)
 Gp_i Gradex des débits de crues supérieures à 10 ans (m³/s)
 Gq_i Gradex des débits de crues inférieures à 10 ans (m³/s)

3.5.2.3 Résultats

BVN	Superficie (ha)	Tps concentration (min)	Q ₁₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)
Pontlivard actuel (RN176)	113,0	40	2,90	4,30
Pontlivard projet (RN176)	111,6	40	2,80	4,15
OH rétablissement Clos du Rompe	7,77	20	0,275	0,400

3.5.3 Dimensionnement de l'ouvrage de Pontlivard

3.5.3.1 Transparence hydraulique

Afin de respecter la transparence hydraulique, l'ouvrage doit permettre le transit du débit centennal, soit 4,15 m³/s, L'ouvrage à mettre en place sera penté comme actuellement à 1%, et présentera un remplissage de 75% au maximum, afin de permettre le passage d'embâcle,

Plusieurs solutions d'ouvrage sont envisageables :

- Soit une buse Ø2000
- Soit deux buses Ø800
- Soit une buse Ø1000, associée à une buse Ø600, cette dernière pouvant servir de passage faune pour les écoulements hors crues
- Soit un dalot de 2x2 m² (avec reconstitution du lit)

A noter que si cette solution était retenue, le hameau de Pontlivard recevrait plus de débit qu'actuellement, ce qui augmentera les problèmes de débordement et d'inondation, aussi bien en termes de récurrences qu'en terme de débit débordé,

De ce fait, un aménagement connexe a été regardé,

3.5.3.2 Protection des enjeux aval

Comme indiqué précédemment, le problème du hameau de Pontlivard réside dans le busage du ruisseau sous le hameau à l'aide d'une canalisation Ø500, qui a une capacité inférieure aux débits de crues du ruisseau,

En l'absence d'information sur la pente de cette dernière, nous estimons qu'elle présente la même pente que la buse sous la RN176, soit 1%.

Dans ce cadre, il faut limiter l'écoulement sous la RN176 à 1 m³/s lors des crues décennales,

L'aménagement à mettre en œuvre sera alors :

- Une buse Ø800 minimum sous la RN176 (dimensionnement à choisir pour permettre sa visitabilité)
- Un ouvrage de régulation, à travers le ruisseau, type voile béton avec un orifice de fuite, qui régulera le débit à 1 m³/s (par exemple un orifice de 650 mm pour une hauteur utile de rétention de 2m)
- Une rétention des eaux en amont de 5 500 m³ en décennal, 9 200 m³ en centennal,

3.5.4 Dimensionnement de l'ouvrage du Clos de la Rompe

Afin de respecter la transparence hydraulique, l'ouvrage doit permettre le transit du débit centennal, soit 0,40 m³/s, L'ouvrage à mettre en place sera une buse Ø800 minimum sous la RN176 (dimensionnement à choisir pour permettre sa visitabilité), De par le faible débit, cette buse pourra présenter n'importe quelle pente,

Un fossé de diffusion devra être mis en place en sortie de buse, afin de rediffuser l'écoulement, casser l'énergie et éviter l'érosion des terrains en aval,

Ce fossé devra présenter une lame de déversement de 13m de longueur, permettant de limiter la hauteur d'eau sur la lame à 5 cm lors d'évènement décennal (et 6,5 cm en évènement centennal),

4 ANNEXE 4 : ETUDE ACOUSTIQUE

4.1 Préambule

4.1.1 Contexte de l'étude

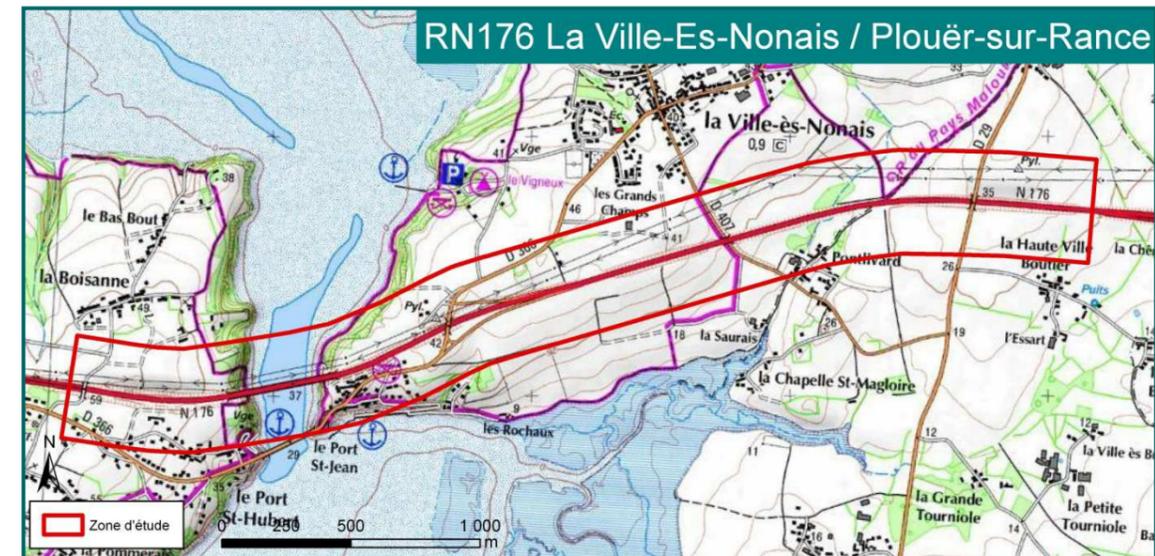
La présente étude acoustique concerne le projet d'aménagement à 2x2 voies de la RN 176 entre l'estuaire de la Rance et l'échangeur de la Chênaie.

La section étudiée ici est située entre le pont de la Boissanne et l'échangeur de la Chênaie, soit un linéaire d'environ 4 km.

Deux campagnes de mesures acoustiques ont été réalisées, lors de périodes différentes pour un total de 14 points de mesures.

Cette étude acoustique comprend une caractérisation de l'état initial du site et une analyse prévisionnelle du projet d'aménagement.

L'état initial sonore se base sur deux campagnes de mesures acoustiques réalisées *in situ*. Par la suite, l'analyse prévisionnelle consiste à calculer les niveaux sonores suite à l'aménagement de la RN176 et à vérifier le respect des objectifs réglementaires. Ces calculs sont effectués à partir d'une modélisation en 3D de la zone d'étude. Enfin, cette modélisation permet de dimensionner les protections éventuelles à apporter afin de répondre aux objectifs de niveaux sonores.



4.1.2 Contexte réglementaire

Les études acoustiques d'infrastructures routières s'inscrivent dans le cadre réglementaire précis issu des **articles L571-9 et L571-44 à L571-52 du code de l'environnement**, relatifs aux aménagements et infrastructures de transports terrestres.

Les articles R 571-45 et R 571-46 du code de l'environnement mentionnent les deux cas classiques de projet : d'une part la création d'une infrastructure nouvelle et d'autre part la modification ou la transformation d'une infrastructure existante. Par ailleurs, il introduit la notion de « *transformation significative* » et précise ce dernier point (article 2) :

« *Est considérée comme significative, la modification ou la transformation d'une infrastructure existante, résultant d'une intervention ou de travaux successifs, telle que la contribution sonore qui en résulterait à terme, pour au moins une des périodes représentatives de la gêne des riverains (6h-22h, 22h-6h), serait supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette modification ou transformation* ».

L'arrêté du 5 mai 1995 présente les points suivants pour le cas de "création d'une infrastructure nouvelle" (article 2) et pour le cas de "transformation significative d'une infrastructure existante" (article 3) :

Création d'une infrastructure nouvelle

« *Les niveaux maximums admissibles pour la contribution sonore d'une infrastructure nouvelle sont fixés aux valeurs suivantes :*

USAGE ET NATURE DES LOCAUX	L _{Aeq} (6h-22h) ⁽¹⁾	L _{Aeq} (22h-6h) ⁽¹⁾
Etablissements de santé, de soins, d'action sociale ⁽²⁾	60 dB(A)	55 dB(A)
Etablissements d'enseignement (à l'exclusion des ateliers bruyants et des locaux sportifs)	60 dB(A)	-
Logements en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	60 dB(A)	55 dB(A)
Autres logements	65 dB(A)	60 dB(A)
Locaux à usage de bureaux en zone d'ambiance sonore préexistante modérée	65 dB(A)	-

⁽¹⁾ Ces valeurs sont supérieures de 3 dB(A) à celles qui seraient mesurées en champs 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 maximums admissibles en champ libre ou mesurés devant des fenêtres ouvertes.

⁽²⁾ Pour les salles de soins et les salles réservées au séjour des malades, ce niveau est abaissé à 57dB(A).

Transformation significative d'une infrastructure existante :

« *Lors d'une modification ou transformation significative d'une infrastructure existante, (...) le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :*

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure aux valeurs prévues dans le tableau précédent, elle ne pourra excéder ces valeurs après travaux,
- dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne ».

4.1.2.1 Notion de Points Noirs Bruit :

La circulaire du 12 décembre 1997, précise les modalités d'application de ces textes sur le réseau routier national, avec notamment les critères d'antériorité des bâtiments.

Le principe d'antériorité peut s'énoncer de la façon suivante : « lors de la construction d'une route, il appartient au maître d'ouvrage de la voirie de protéger l'ensemble des bâtiments construits avant que la voie n'existe. Lors de la construction de bâtiments nouveaux à proximité de voies existantes, c'est par contre au constructeur du bâtiment de prendre toutes les dispositions nécessaires pour que ses futurs occupants ne subissent pas de nuisances excessives du fait du bruit de l'infrastructure ».

La circulaire du 25 mai 2004, précise qu'un point noir bruit routier est un bâtiment sensible (local à usage d'habitation et établissement d'enseignement, de soin et de santé et d'action sociale) qui répond à la fois aux critères acoustiques (niveaux LAeq en façades supérieurs à 70 dB(A) de jour et à 65 dB(A) de nuit) et aux critères d'antériorité.

Les niveaux sonores après mise en place des protections acoustiques « ne devront pas dépasser **les valeurs objectives de 65 dB(A) pour la période diurne (6h-22h) ni 60 dB(A) pour la période nocturne (22h-6h)** ».

4.1.2.2 Notion de Zones d'Ambiances

Une zone est qualifiée zone d'ambiance sonore « modérée » si les niveaux du bruit ambiant existants (LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h)) sont inférieurs respectivement à 65 dB(A) et 60 dB(A), et « non-modérée » si les LAeq (6h-22h) et LAeq (22h-6h) sont respectivement supérieur à 65 dB(A) et 60 dB(A). Si toutefois le LAeq (6h-22h) est supérieur à 65 dB(A) et le LAeq (22h-6h) est inférieur à 60 dB(A), la zone est qualifiée zone d'ambiance « modérée de nuit ».

4.1.3 Généralités sur le bruit

Le bruit est un phénomène complexe à appréhender : la sensibilité au bruit varie en effet selon un grand nombre de facteurs liés aux bruits eux-mêmes (l'intensité, la fréquence, la durée, ...), mais aussi aux conditions d'exposition (distance, hauteur, forme de l'espace, autres bruits ambiants, ...) et à la personne qui les entend (sensibilité personnelle, état de fatigue, ...).

4.1.3.1 Niveau de pression acoustique

La pression sonore s'exprime en Pascal (Pa). Cette unité n'est pas pratique puisqu'il existe un facteur de 1 000 000 entre les sons les plus faibles et les sons les plus élevés qui peuvent être perçus par l'oreille humaine.

Ainsi, pour plus de facilité, on utilise le décibel (dB) qui a une échelle logarithmique et qui permet de comprimer cette gamme entre 0 et 140.

Ce niveau de pression, exprimé en dB, est défini par la formule suivante :

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

où p est la pression acoustique efficace (en Pascals).
 p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).

4.1.3.2 Fréquence d'un son

La fréquence correspond au nombre de vibrations par seconde d'un son. Elle est l'expression du caractère grave ou aigu du son et s'exprime en Hertz (Hz).

La plage de fréquence audible pour l'oreille humaine est comprise entre 20 Hz (très grave) et 20 000 Hz (très aigu).

En dessous de 20 Hz, on se situe dans le domaine des infrasons et au-dessus de 20 000 Hz on est dans celui des ultrasons. Infrasons et ultrasons sont inaudibles pour l'oreille humaine.

4.1.3.3 Pondération A

Afin de prendre en compte les particularités de l'oreille humaine qui ne perçoit pas les sons aigus et les sons graves de la même façon, on utilise la pondération A. Il s'agit d'appliquer un « filtre » défini par la pondération fréquentielle suivante :

Fréquence (Hz)	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Pondération A	-26	-16	-8.5	-3	0	1	1	-1

L'unité du niveau de pression devient alors le décibel « A », noté dB(A).

4.1.3.4 Arithmétique particulière du décibel

L'échelle logarithmique du décibel induit une arithmétique particulière. En effet, les décibels ne peuvent pas être directement additionnés :

- 60 dB(A) + 60 dB(A) = 63 dB(A) et non 120 dB(A) !

Quand on additionne deux sources de même niveau sonore, le résultat global augmente de 3 décibels.

- 60 dB(A) + 70 dB(A) = 70 dB(A)

Si deux niveaux de bruit sont émis par deux sources sonores, et si l'une est au moins supérieure de 10 dB(A) par rapport à l'autre, le niveau sonore résultant est égale au plus élevé des deux (effet de masque).

Notons que l'oreille humaine ne perçoit généralement de différence d'intensité que pour des écarts d'au moins 2 dB(A).

4.1.3.5 Indicateurs LAeq

Les niveaux de bruit dans l'environnement varient constamment, ils ne peuvent donc être décrits aussi simplement qu'un bruit continu.

Afin de les caractériser simplement on utilise généralement le niveau équivalent exprimé en dB(A), noté **LAeq**, qui représente le niveau de pression acoustique d'un bruit stable de même énergie que le bruit réellement perçu pendant la durée d'observation.

Il est défini par la formule suivante, pour une période T :

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

où $L_{Aeq,T}$ est le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A déterminé pour un intervalle de temps T qui commence à t_1 et se termine à t_2 .
 p_0 est la pression acoustique de référence (20 μ Pa).
 $p_A(t)$ est la pression acoustique instantanée pondérée A.

4.1.3.6 Bruit des infrastructures de transports

Toutes les enquêtes effectuées se sont accordées pour présenter le **LAeq** sur une période donnée comme l'indicateur le plus pertinent (notamment plus que le niveau instantané ou le nombre d'événements) pour rendre compte de la gêne due aux infrastructures de transports.

Les deux indicateurs **LAeq (6h-22h)** pour la période de jour et **LAeq (22h-6h)** pour la période de nuit, sont utilisés pour caractériser le bruit des infrastructures de transports routiers. Ils peuvent être considérés comme équivalents lorsque l'écart entre le jour et la nuit indique une accalmie de 5 dB(A).

4.2 Etat Initial

L'objet de ces campagnes de mesures est d'établir un constat de référence de l'environnement préexistant dans la zone d'étude et, lors de l'analyse prévisionnelle, de caler au mieux le modèle numérique de calcul des niveaux sonores.

4.2.1 Déroutement des mesures

La première campagne de mesures acoustiques s'est déroulée du 18 au 19 février 2013. Cinq points de mesures ont été réalisés, mesurant les niveaux sonores toutes les secondes pendant 24 heures. La seconde campagne réalisée du 13 au 14 octobre 2015, comprend 9 points de mesure. Cette dernière a pour but de déterminer plus précisément l'ambiance sonore du site, notamment pour les points les plus éloignés de la RN176.

Les mesures ont été réalisées en conformité avec la norme NFS 31-085 de 2002 intitulée « *Caractérisation et mesurage du bruit dû au trafic routier* ».

Les appareils de mesures utilisés sont des sonomètres analyseurs statistiques de type FUSION et OPERA (classe I) de la société 01dB. Les données sont traitées et analysées par informatique.

Les trafics routiers observés lors de la première campagne sur l'actuelle RN176 ont été relevés à l'aide d'une station de comptage automatique SIREDO (cf. annexe n°1). Pour la seconde campagne, des boucles de comptage ont été placées avant et après le pont sur la Rance pendant la période des mesures (cf. annexe n°1).

Lors de la première campagne de mesure, le trafic mesuré correspond à un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) d'environ 16 800 véhicules. Lors de la seconde campagne, le trafic pendant les mesures correspond à un TMJA de 23 400 véhicules.

Un recalage de ces trafic est réalisé avec le TMJA de 2014.

Les conditions météorologiques étaient globalement favorables pour l'ensemble des mesures : vent faible à moyen, pas de précipitations, ciel dégagé (cf. annexe n°2).

4.2.2 Localisation des points de mesures

La cartographie suivante présente la localisation des quatorze points de mesures réalisés sur la zone d'étude.

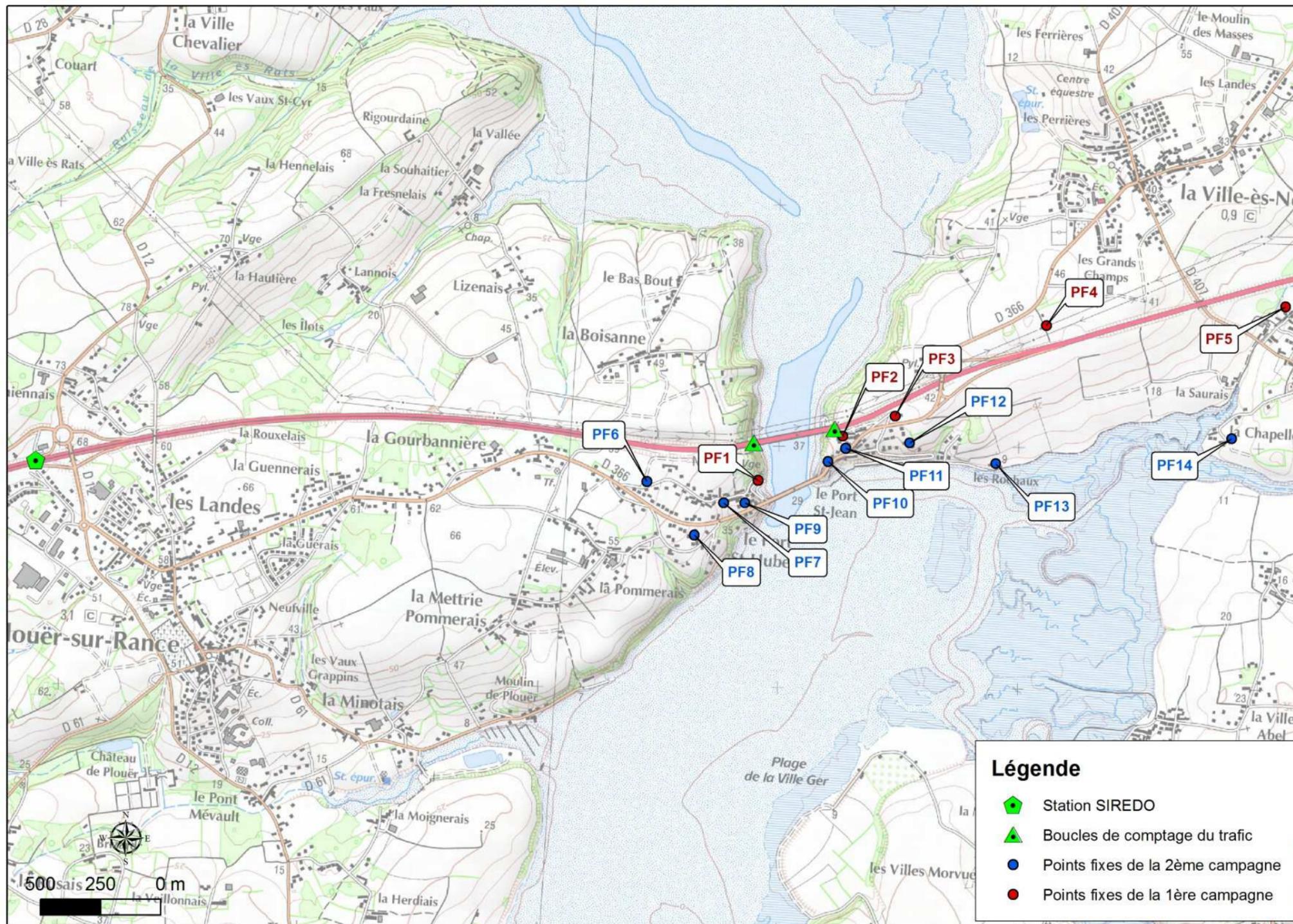


Figure 17 : Localisation des points de mesures acoustiques des deux campagnes et des comptages automatiques du trafic (source EREA)

4.2.3 Résultats des mesures

L'environnement sonore du site est essentiellement marqué par le bruit de la circulation sur l'actuelle RN176, et pour certains points par la RD366. Les points les plus éloignés caractérisent également le bruit de l'environnement (bruit du vent, activité humaine...). Le tableau suivant présente les résultats des mesures réalisées sur site.

Points fixes (24h)	Période de jour (LAeq 6h-22h)	Période de nuit (LAeq 22h-6h)	Ecart jour/nuit
PF1	54,7	45,3	9,4
PF2	58,1	49,4	8,6
PF3	58,9	50,7	8,3
PF4	57,1	49,3	7,8
PF5	55,8	46,5	9,4
PF6	49,5	39,5	10,0
PF7	50,6	37,8	12,8
PF8	54,2	42,9	11,3
PF9	54,5	43,1	11,4
PF10	63,9	51,5	12,4
PF11	55,3	40,6	14,7
PF12	52,4	39,0	13,4
PF13	47,6	36,7	10,9
PF14	49,5	35,4	14,1

Figure 18 : Tableau récapitulatif des résultats en dB(A) des deux campagnes de mesures acoustiques (source EREA)

Les niveaux sonores les plus élevés concernent l'habitation du point fixe PF10 avec un niveau d'environ 64 dB(A) mesuré entre 6h et 22h. Elle est située à environ 150 mètres de l'actuelle RN176 mais elle est très proche de la route départementale 366 qui influe beaucoup sur l'ambiance sonore du lieu de mesure.

Aucun point noir bruit, au sens de la circulaire du 21 juin 2001, n'est mesuré ici. Tous les points de mesure sont inférieurs à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit, ils sont donc situés en zone d'ambiance sonore modérée **pour ces deux périodes**. Les mesures sur une période de 24h permettent également d'observer une accalmie, entre les périodes de jour et de nuit, supérieures à 5 dB(A). Ces résultats seront recalés dans le cadre de la modélisation en fonction du trafic moyen journalier annuel.

Une fiche pour chacun des points de mesures est présentée ci-après, présentant les informations suivantes :

- photographie et repérage du point de mesure,
- valeur des indicateurs LAeq de jour (6h-22h) et de nuit (22h-6h),
- conditions météorologiques,
- observations et trafic concomitant aux mesures,
- évolution temporelle des niveaux de bruit,
- listing par périodes du LAeq et des indices statistiques (L90, L50).

MESURES ACOUSTIQUES RN176 projet de mise à 2x2 voies		PF1
		Février 2013
Localisation de la mesure :	Chez M. Blanchet, 54 rue du passeur 22490 Plouër-sur-Rance	
Date de la mesure :	du 18/02/13 à 14h au 19/02/13 à 14h	
Durée de la mesure :	24 heures	Appareil de mesures : SOLO 61493 - 01 dB



	Période de jour (6h-22h)	Période de nuit (22h-6h)
LAeq en dB(A)	54,7	45,3
Trafic	827 VL/h et 165 PL/h	44 VL/h et 19 PL/h
Conditions météorologiques	vent faible SE-SSE, pas de précipitations, ciel dégagé	vent faible, pas de précipitations
Observations	Habitation située à une distance d'environ 150m en contrebas de l'actuelle RN176. Le point de mesure est placé en façade au 1er étage à une hauteur de 4m du sol.	



Vue vers habitation



Vue vers la RN176

Période (jour)	météo				validation				Période (nuit)	météo				validation			
	LAeq	UiTi	classe		LAeq,G	d	LAeq,c	D		LAeq	UiTi	classe		LAeq,G	d	LAeq,c	D
19/02/2013 06:00	51,6	U3 T4	+		51,7	-0,1	48,6	3,0	18/02/2013 22:00	47,0	U2 T4	Z		48,1	-1,1	48,0	1,0
19/02/2013 07:00	57,2	U3 T5	+		57,1	0,1	57,8	0,6	18/02/2013 23:00	45,0	U2 T4	Z		47,6	-2,6	44,2	0,8
19/02/2013 08:00	57,8	U3 T4	+		57,7	0,1	59,6	1,8	19/02/2013 00:00	42,9	U3 T4	+		46,7	-3,8	40,4	2,5
19/02/2013 09:00	55,3	U3 T5	+		55,3	0,0	56,1	0,8	19/02/2013 01:00	41,8	U3 T4	+		39,9	1,9	37,9	3,9
19/02/2013 10:00	54,6	U3 T4	+		54,7	-0,1	55,2	0,6	19/02/2013 02:00	43,2	U3 T4	+		50,1	-6,9	41,6	1,6
19/02/2013 11:00	54,4	U3 T4	+		54,4	0,0	55,4	1,0	19/02/2013 03:00	44,4	U3 T4	+		49,4	-5,0	44,6	0,2
19/02/2013 12:00	54,4	U3 T4	+		54,0	0,4	54,5	0,1	19/02/2013 04:00	46,0	U3 T4	+		49,0	-3,0	45,6	0,4
19/02/2013 13:00	53,6	U3 T4	+		53,5	0,1	53,4	0,2	19/02/2013 05:00	48,2	U3 T4	+		49,0	-0,8	51,8	3,6
18/02/2013 14:00	53,8	U2 T4	Z		53,4	0,4	54,1	0,3									
18/02/2013 15:00	54,2	U2 T4	Z		53,8	0,4	54,8	0,6									
18/02/2013 16:00	54,3	U2 T4	Z		54,3	0,0	55,1	0,8									
18/02/2013 17:00	56,1	U3 T4	+		56,1	0,0	57,6	1,5									
18/02/2013 18:00	56,0	U3 T4	+		56,0	0,0	56,8	0,8									
18/02/2013 19:00	54,8	U2 T4	Z		54,3	0,5	53,0	1,8									
18/02/2013 20:00	50,9	U2 T4	Z		51,1	-0,2	46,3	4,6									
18/02/2013 21:00	48,7	U3 T4	+		49,3	-0,6	41,7	7,0									

caractéristique d'un bruit routier

trafic intermittent ou urbain discontinu

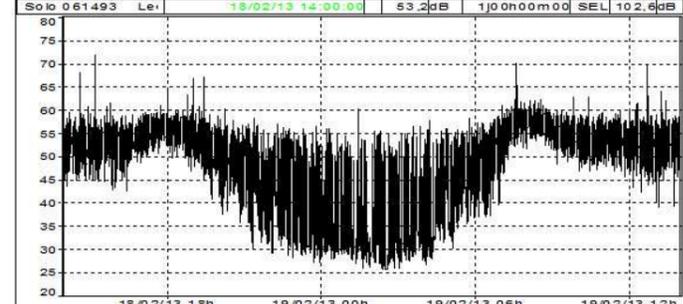
bruit parasite pendant moins de 10% du temps

bonne corrélation entre trafic et LAeq

saturation du trafic ou parasitage de la mesure

Indicateurs Européens			
Ld	Le	Ln	Lden
52,1	50,5	42,3	52,9

EREA INGENIERIE
 10 place de la république
 37190 Azay-le-Rideau

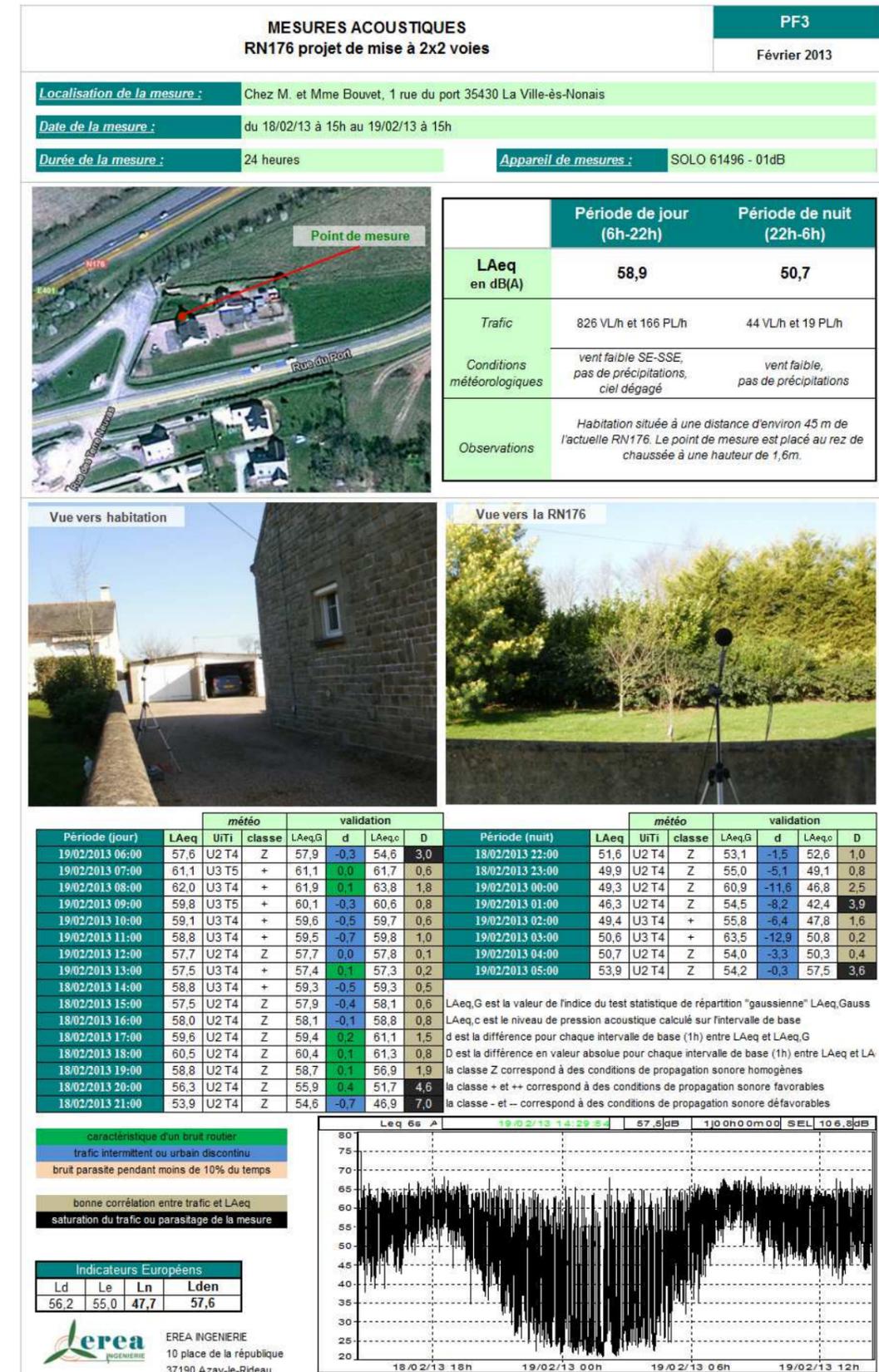
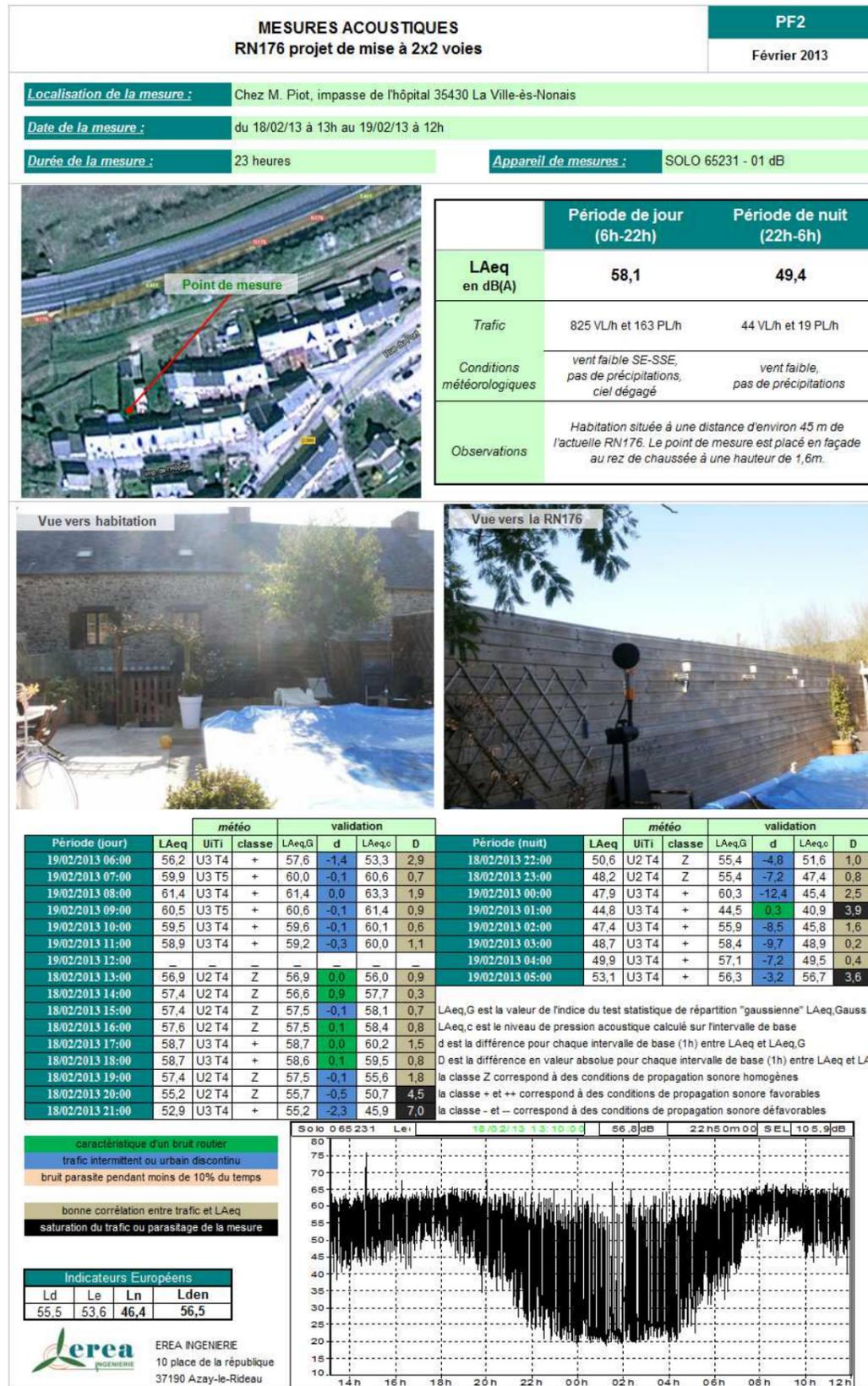


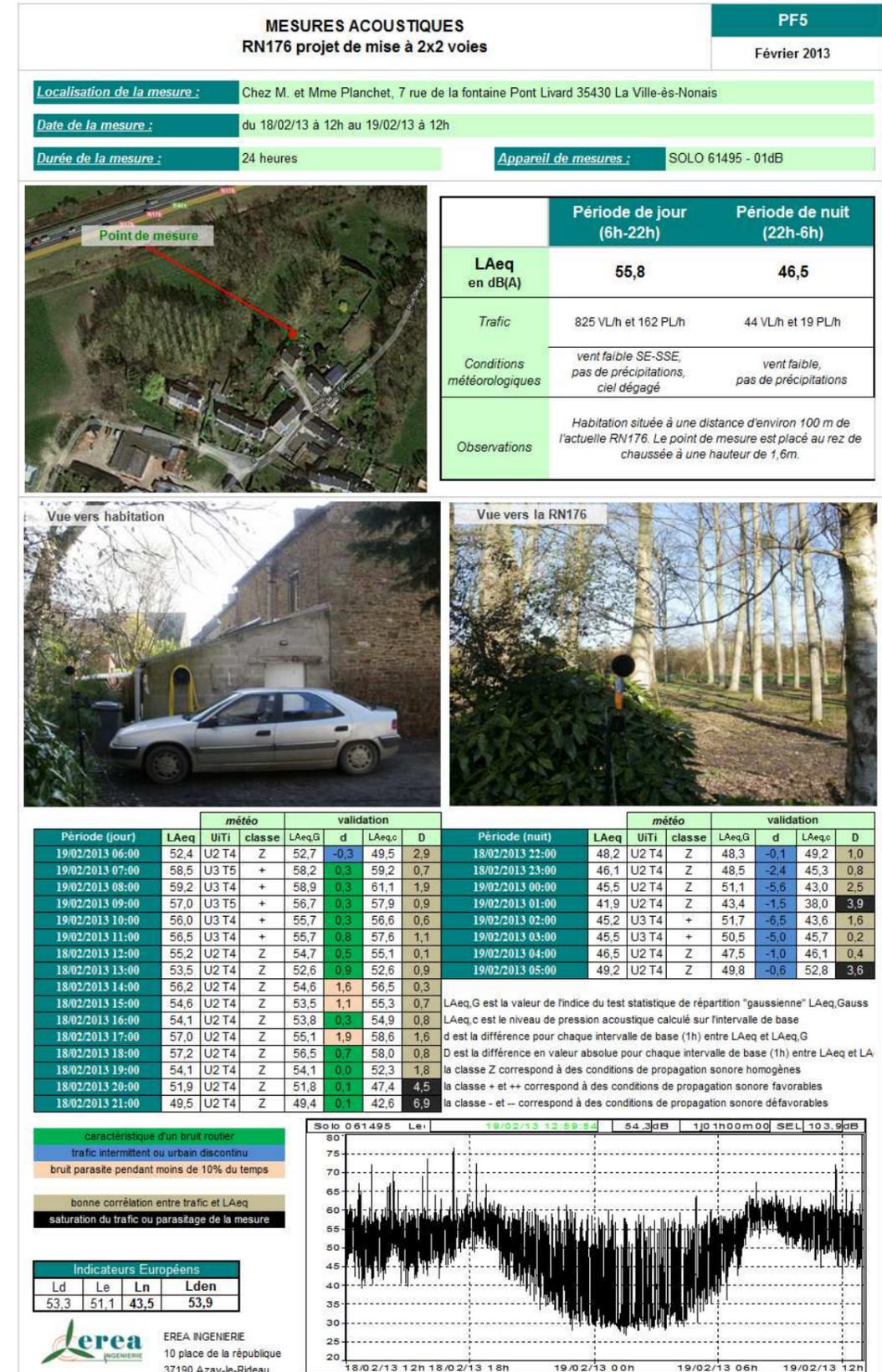
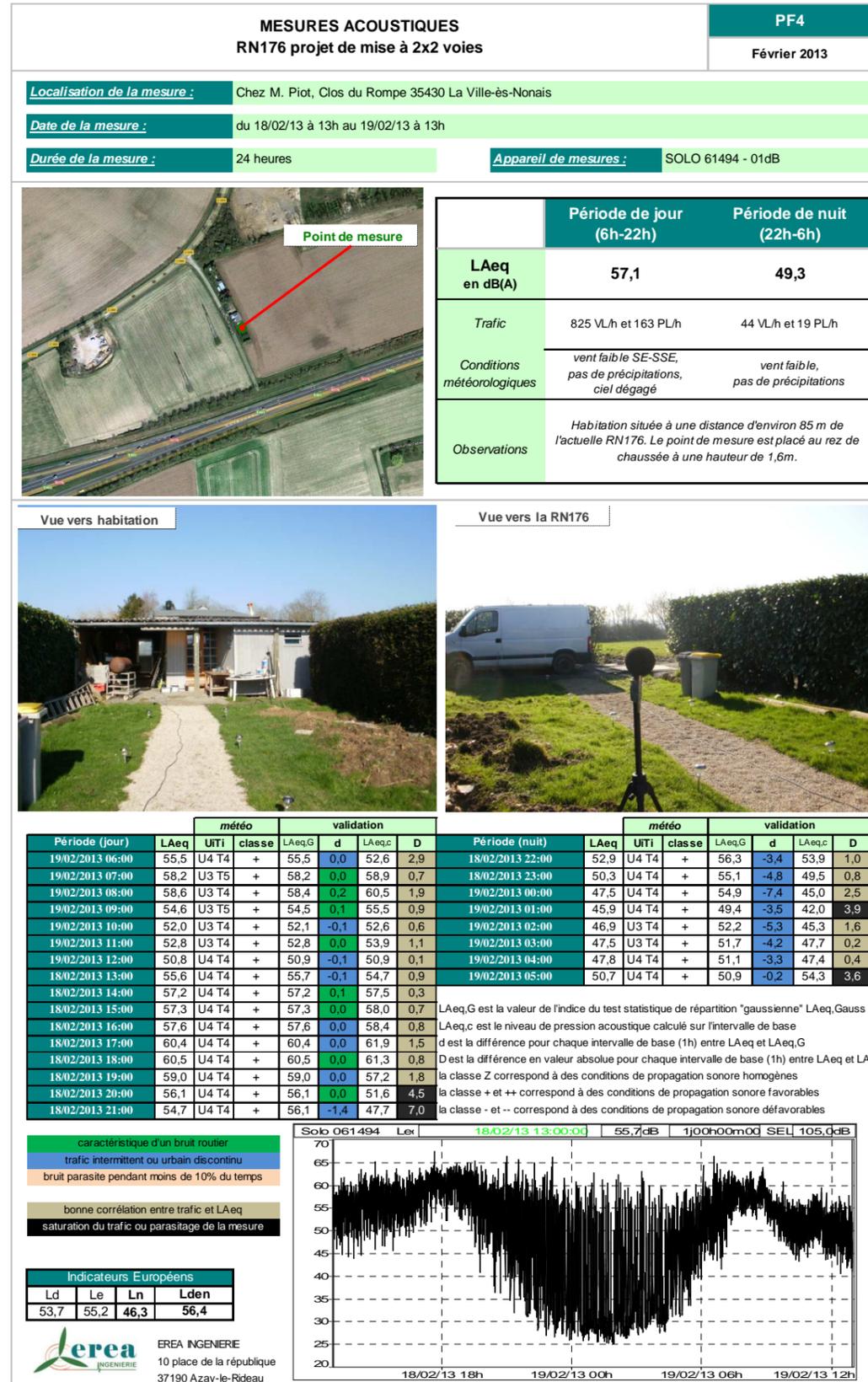
AFR-TC6-00001-RPT-J01 du 12/03/2019

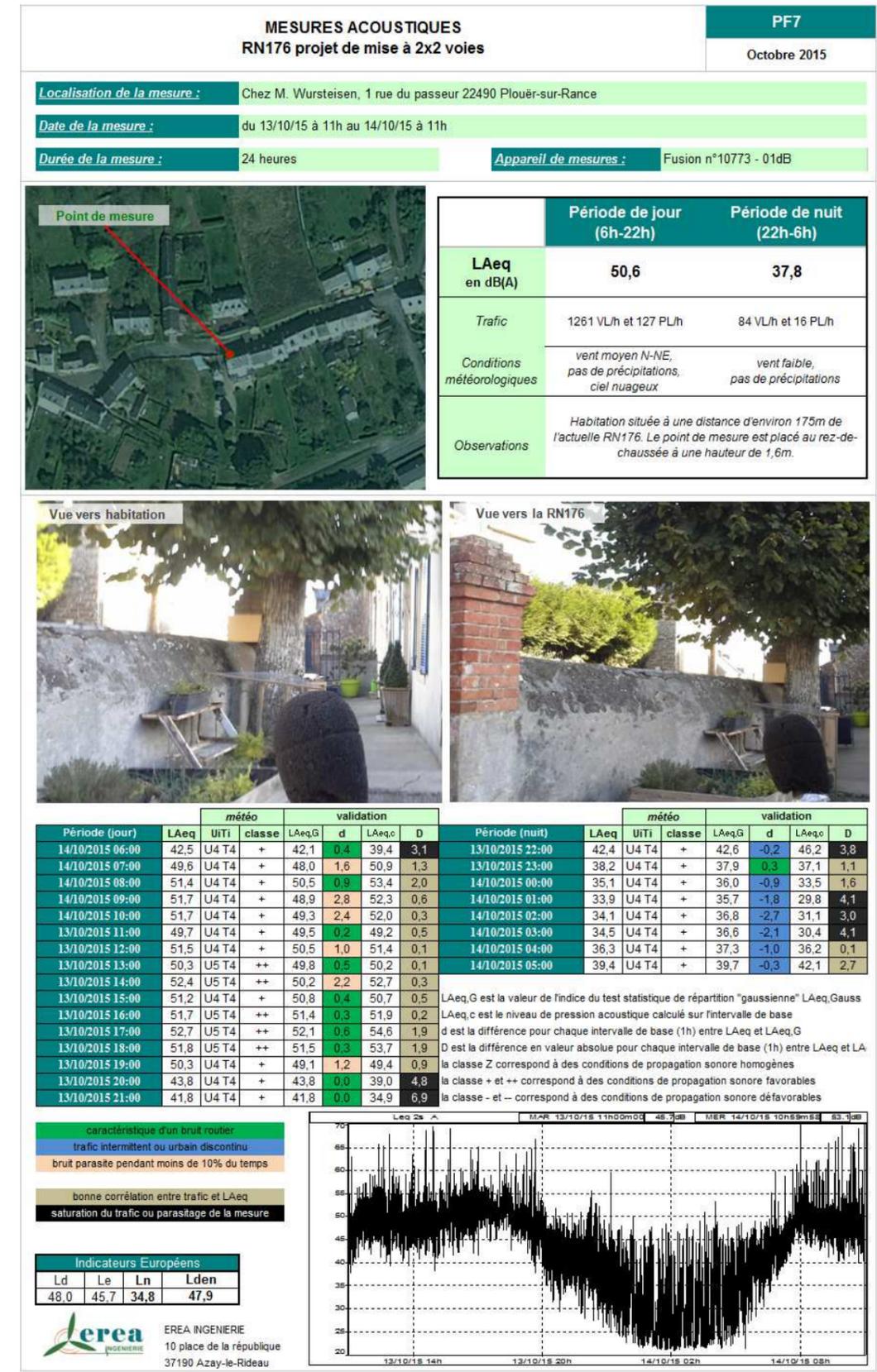
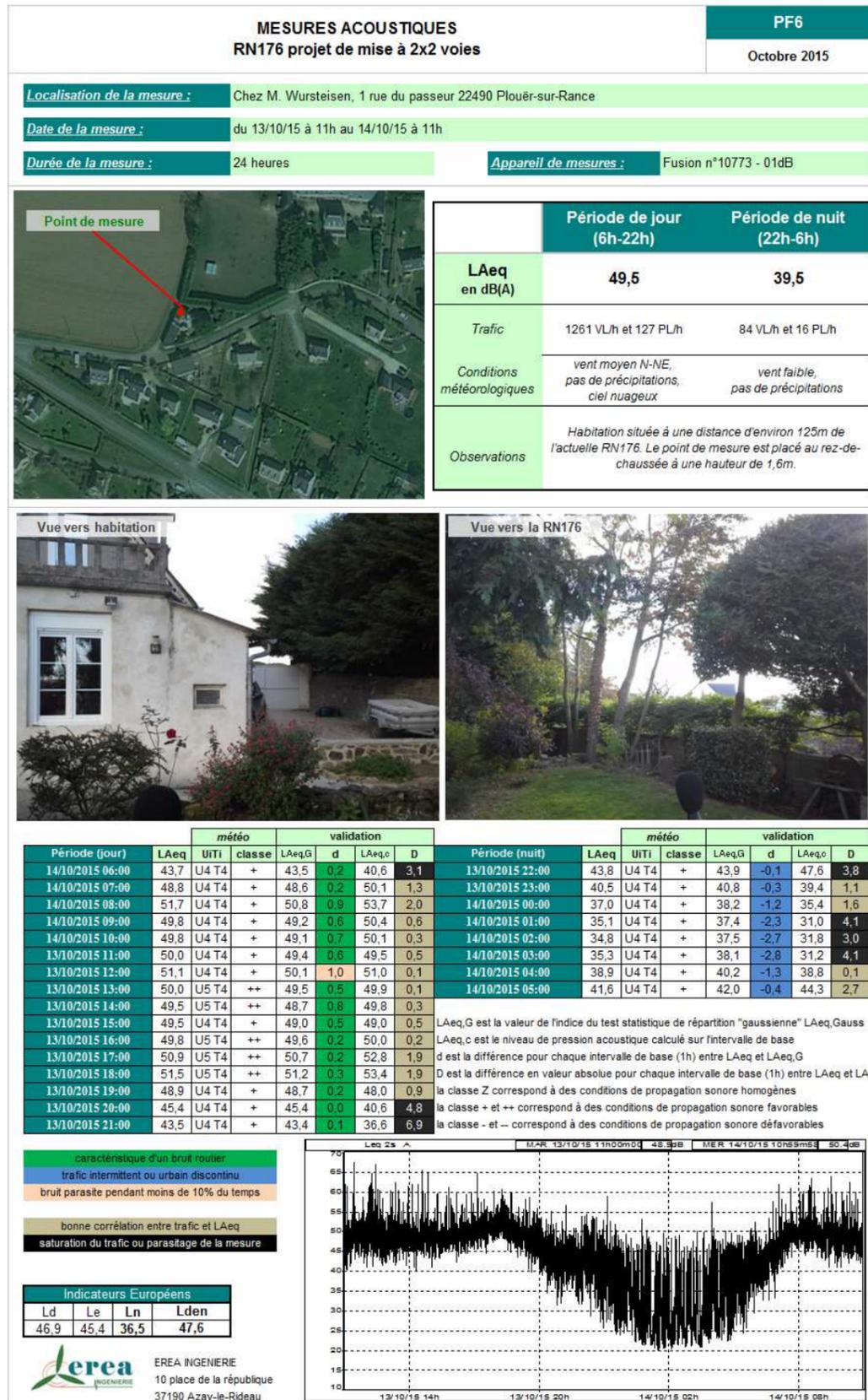
Réf Aff. Arcadis/ 12-001887

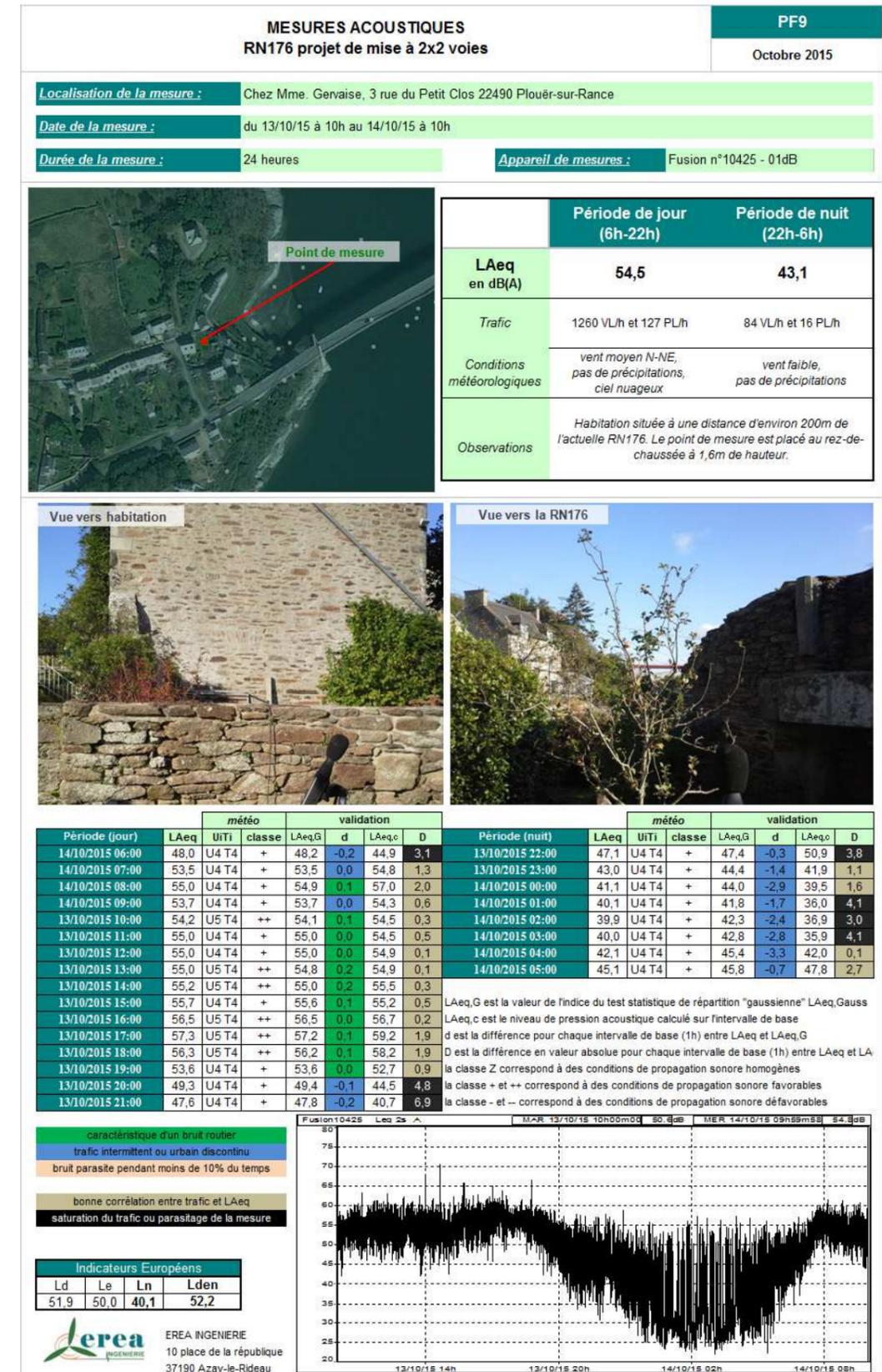
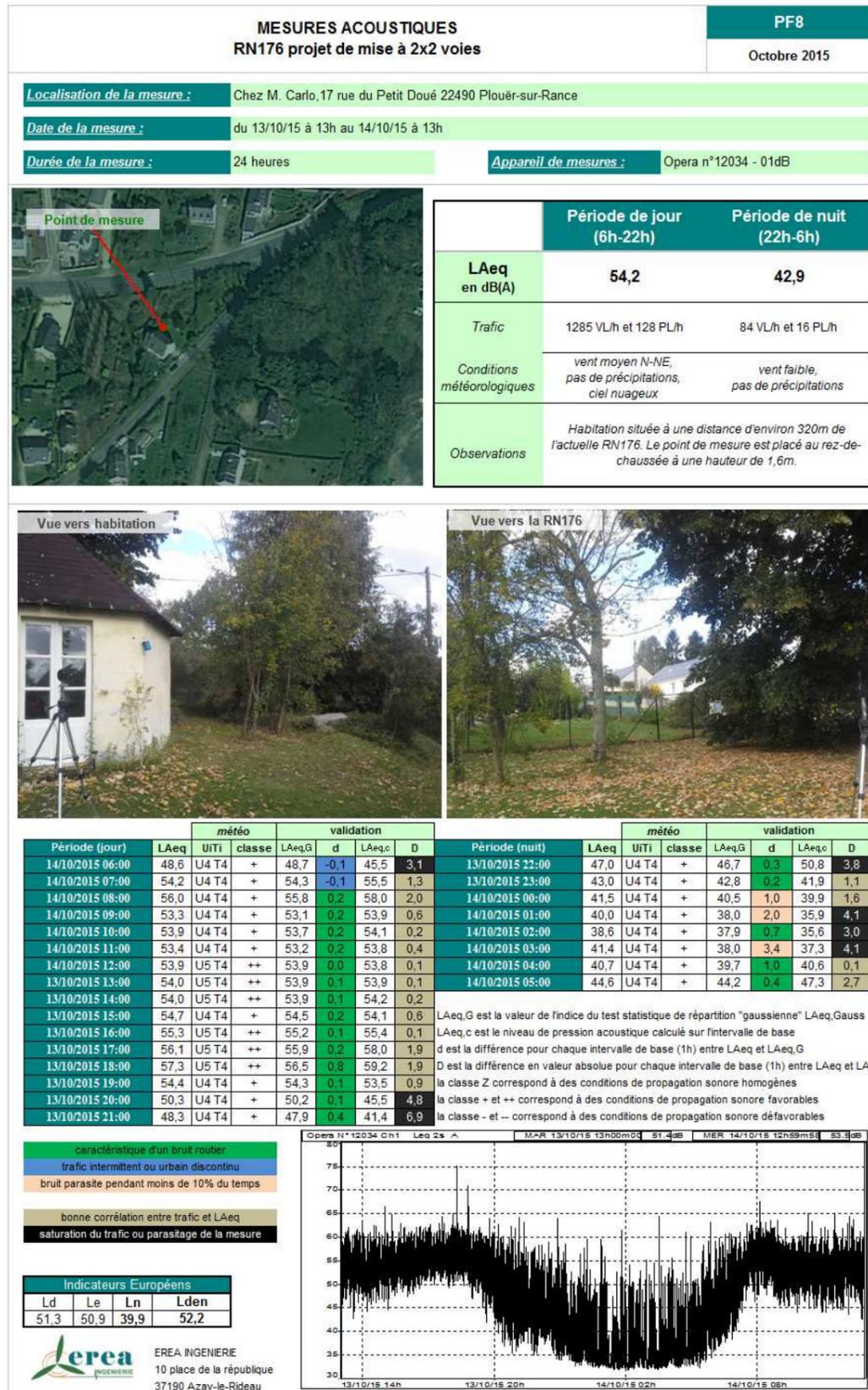
12-001887-TC6-00001-RPT-J01_VOL-2_Pièce F_4-Annexes.docx

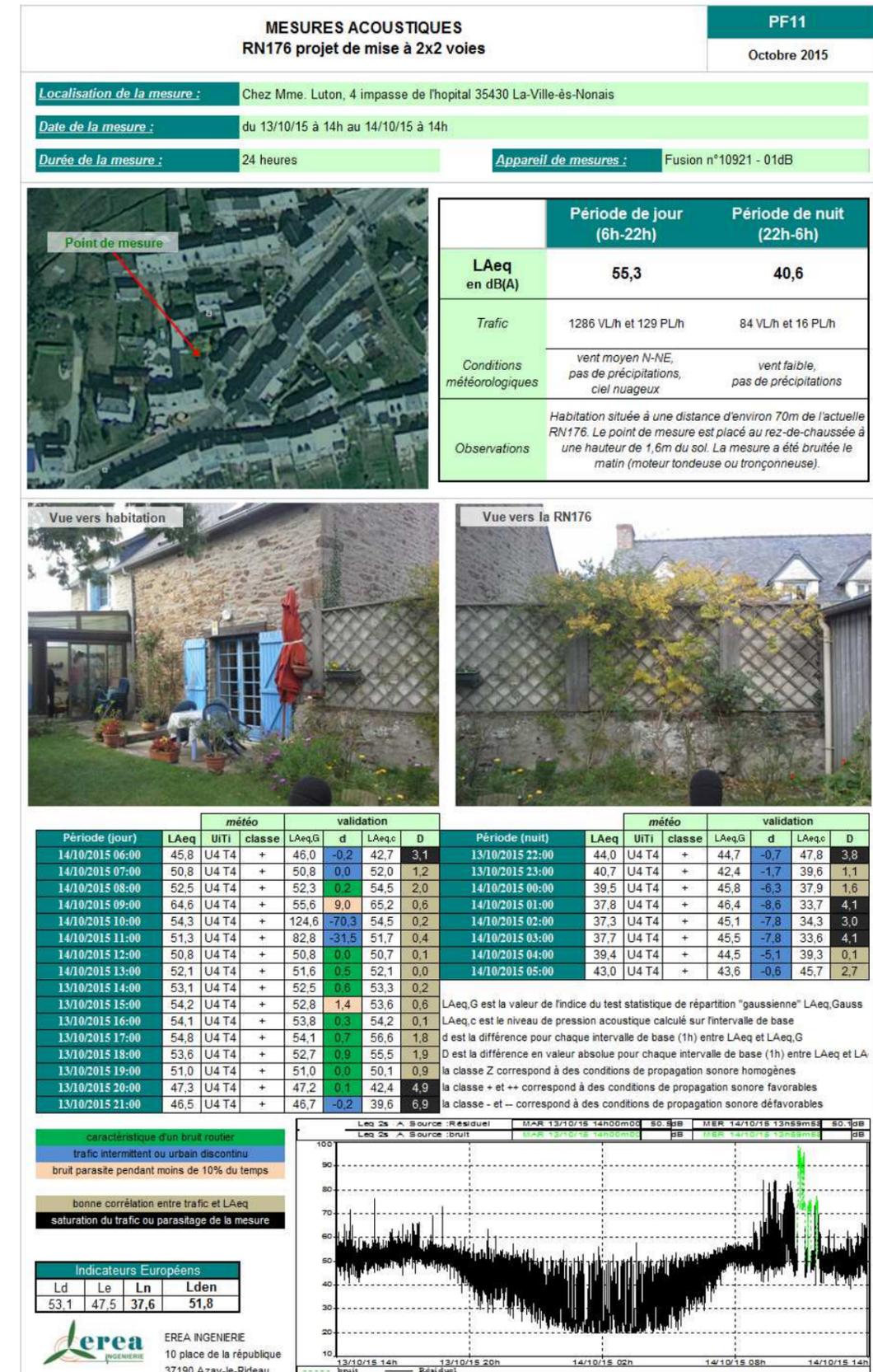
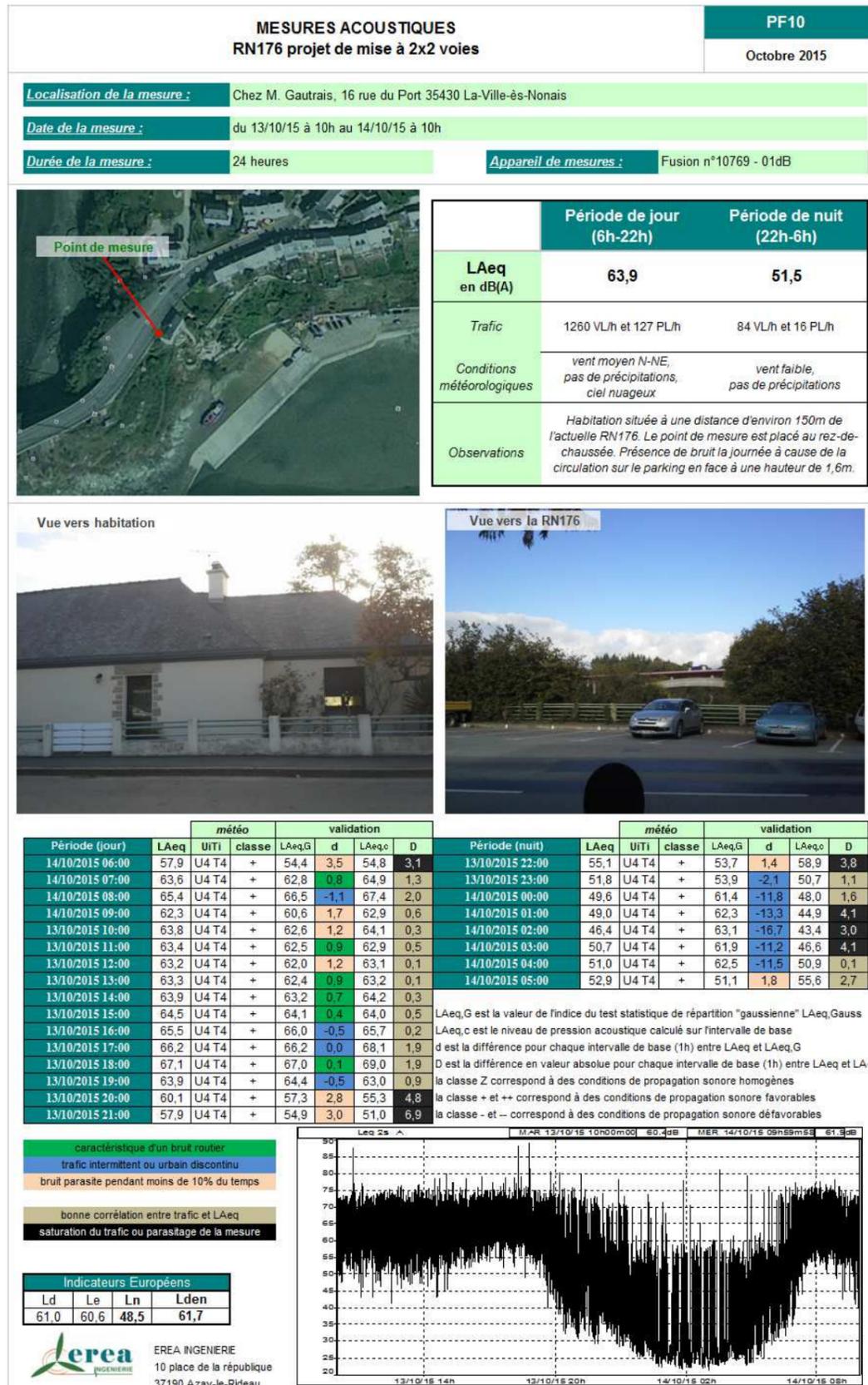
Page 38 sur 91

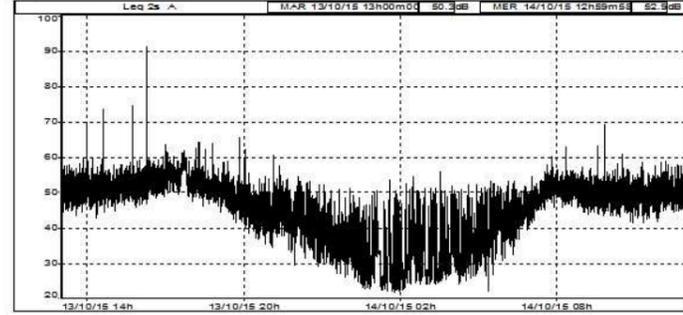


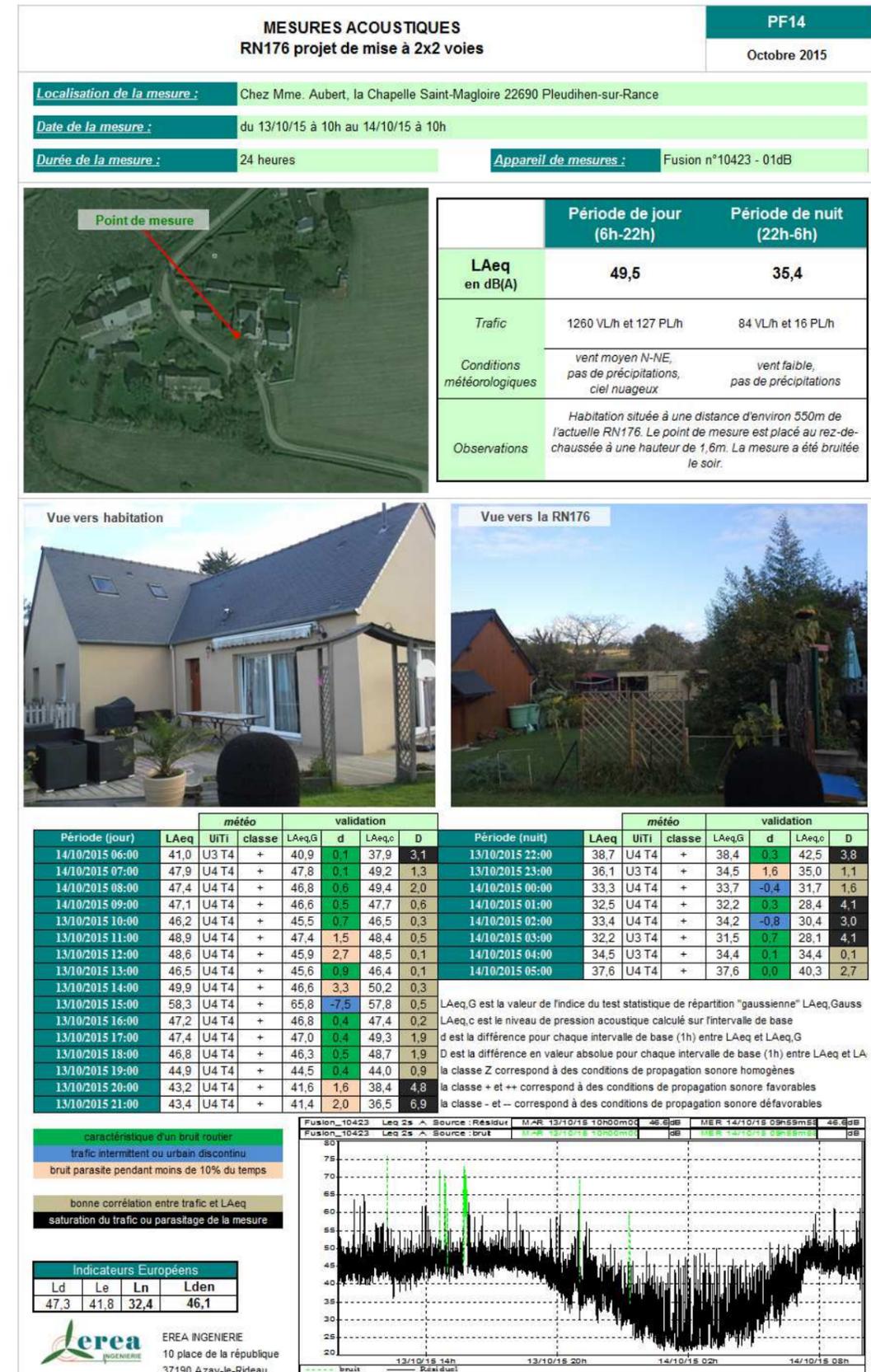
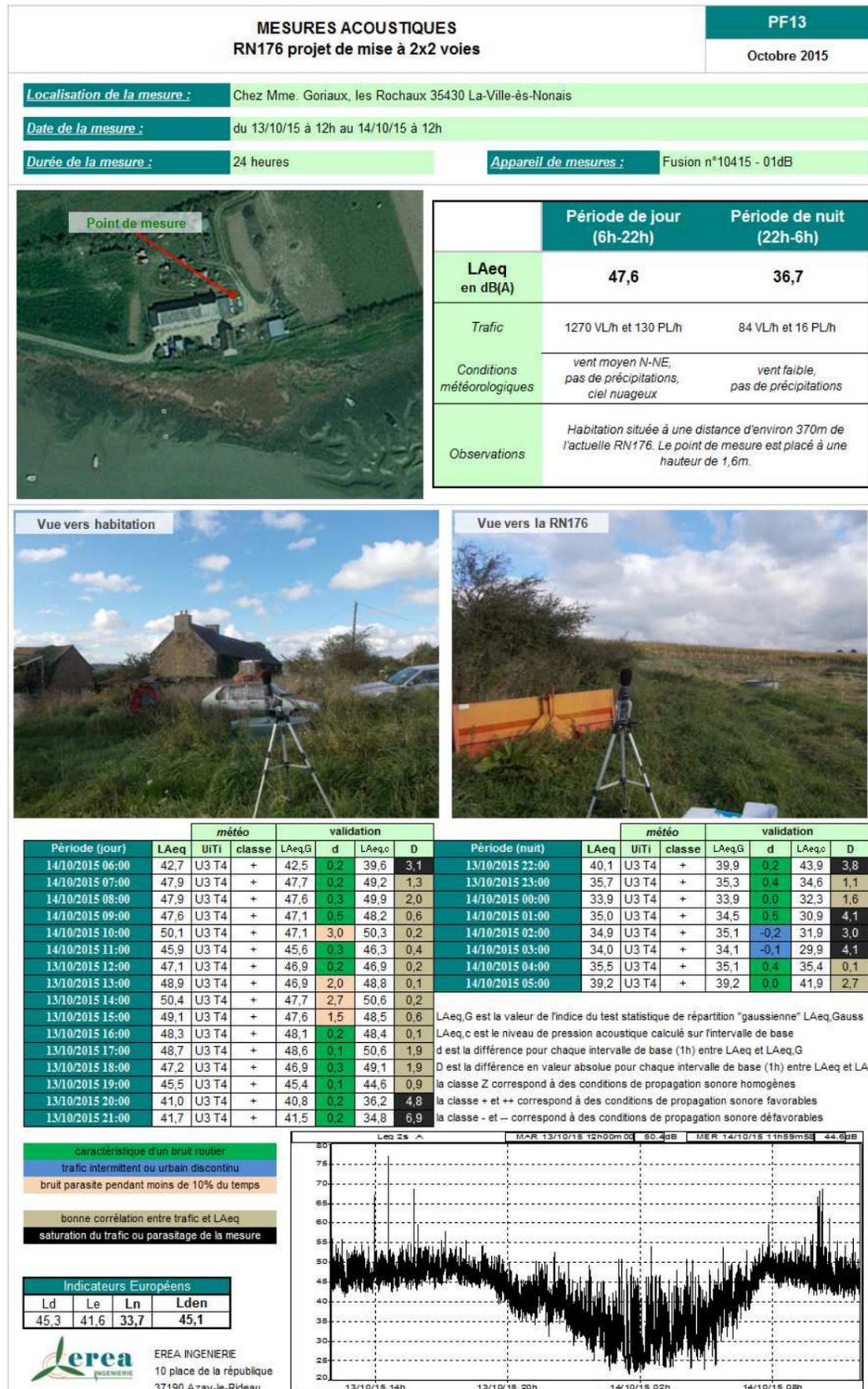








MESURES ACOUSTIQUES RN176 projet de mise à 2x2 voies		PF12																																																																																																																																																																																																																																																																																												
		Octobre 2015																																																																																																																																																																																																																																																																																												
Localisation de la mesure :	12 rue des Cales, 35430 La-Ville-ès-Nonais																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Date de la mesure :	du 13/10/15 à 13h au 14/10/15 à 13h																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Durée de la mesure :	24 heures	Appareil de mesures : Fusion n°10557 - 01dB																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	LAeq en dB(A)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">Période de jour (6h-22h)</th> <th style="width: 50%;">Période de nuit (22h-6h)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">52,4</td> <td style="text-align: center;">39,0</td> </tr> <tr> <td><i>Trafic</i></td> <td>1285 VL/h et 128 PL/h 84 VL/h et 16 PL/h</td> </tr> <tr> <td><i>Conditions météorologiques</i></td> <td>vent moyen N-NE, pas de précipitations, ciel nuageux vent faible, pas de précipitations</td> </tr> <tr> <td><i>Observations</i></td> <td colspan="2">Habitation située à une distance d'environ 150m de l'actuelle RN176. Le point de mesure est placé en façade au rez-de-chaussée à une hauteur de 1,6m.</td> </tr> </tbody> </table>	Période de jour (6h-22h)	Période de nuit (22h-6h)	52,4	39,0	<i>Trafic</i>	1285 VL/h et 128 PL/h 84 VL/h et 16 PL/h	<i>Conditions météorologiques</i>	vent moyen N-NE, pas de précipitations, ciel nuageux vent faible, pas de précipitations	<i>Observations</i>	Habitation située à une distance d'environ 150m de l'actuelle RN176. Le point de mesure est placé en façade au rez-de-chaussée à une hauteur de 1,6m.																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Période de jour (6h-22h)	Période de nuit (22h-6h)																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	52,4	39,0																																																																																																																																																																																																																																																																																												
	<i>Trafic</i>	1285 VL/h et 128 PL/h 84 VL/h et 16 PL/h																																																																																																																																																																																																																																																																																												
<i>Conditions météorologiques</i>	vent moyen N-NE, pas de précipitations, ciel nuageux vent faible, pas de précipitations																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<i>Observations</i>	Habitation située à une distance d'environ 150m de l'actuelle RN176. Le point de mesure est placé en façade au rez-de-chaussée à une hauteur de 1,6m.																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Trafic	1285 VL/h et 128 PL/h 84 VL/h et 16 PL/h																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Conditions météorologiques	vent moyen N-NE, pas de précipitations, ciel nuageux vent faible, pas de précipitations																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Observations	Habitation située à une distance d'environ 150m de l'actuelle RN176. Le point de mesure est placé en façade au rez-de-chaussée à une hauteur de 1,6m.																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Vue vers habitation	Vue vers la RN176																																																																																																																																																																																																																																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Période (jour)</th> <th colspan="3">météo</th> <th colspan="3">validation</th> <th rowspan="2">Période (nuit)</th> <th colspan="3">météo</th> <th colspan="3">validation</th> </tr> <tr> <th>LAeq</th> <th>Uti</th> <th>classe</th> <th>LAeq,G</th> <th>d</th> <th>LAeq,c</th> <th>D</th> <th>LAeq</th> <th>Uti</th> <th>classe</th> <th>LAeq,G</th> <th>d</th> <th>LAeq,c</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>14/10/2015 06:00</td><td>44,4</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>44,3</td><td>0,1</td><td>41,3</td><td>3,1</td><td>13/10/2015 22:00</td><td>42,6</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>42,5</td><td>0,1</td><td>46,4</td><td>3,8</td></tr> <tr><td>14/10/2015 07:00</td><td>49,6</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>49,5</td><td>0,1</td><td>50,9</td><td>1,3</td><td>13/10/2015 23:00</td><td>38,5</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>38,4</td><td>0,1</td><td>37,4</td><td>1,1</td></tr> <tr><td>14/10/2015 08:00</td><td>51,1</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>50,8</td><td>0,3</td><td>53,1</td><td>2,0</td><td>14/10/2015 00:00</td><td>36,3</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>36,1</td><td>0,2</td><td>34,7</td><td>1,6</td></tr> <tr><td>14/10/2015 09:00</td><td>50,1</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>49,5</td><td>0,6</td><td>50,7</td><td>0,6</td><td>14/10/2015 01:00</td><td>36,1</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>36,0</td><td>0,1</td><td>32,0</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>14/10/2015 10:00</td><td>49,7</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>49,3</td><td>0,4</td><td>49,9</td><td>0,2</td><td>14/10/2015 02:00</td><td>36,6</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>37,6</td><td>-1,0</td><td>33,6</td><td>3,0</td></tr> <tr><td>14/10/2015 11:00</td><td>49,3</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>49,1</td><td>0,2</td><td>49,7</td><td>0,4</td><td>14/10/2015 03:00</td><td>36,4</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>37,2</td><td>-0,8</td><td>32,3</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>14/10/2015 12:00</td><td>50,4</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>50,2</td><td>0,2</td><td>50,3</td><td>0,1</td><td>14/10/2015 04:00</td><td>38,1</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>38,0</td><td>0,1</td><td>38,0</td><td>0,1</td></tr> <tr><td>13/10/2015 13:00</td><td>51,9</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>50,7</td><td>1,2</td><td>51,8</td><td>0,1</td><td>14/10/2015 05:00</td><td>41,8</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>41,7</td><td>0,1</td><td>44,5</td><td>2,7</td></tr> <tr><td>13/10/2015 14:00</td><td>51,8</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>50,8</td><td>1,0</td><td>52,0</td><td>0,2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 15:00</td><td>53,4</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>51,5</td><td>1,9</td><td>52,8</td><td>0,6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 16:00</td><td>59,8</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>53,2</td><td>6,6</td><td>59,9</td><td>0,1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 17:00</td><td>55,5</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>55,4</td><td>0,1</td><td>57,4</td><td>1,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 18:00</td><td>52,5</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>51,9</td><td>0,6</td><td>54,4</td><td>1,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 19:00</td><td>49,5</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>49,0</td><td>0,5</td><td>48,6</td><td>0,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 20:00</td><td>45,5</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>44,8</td><td>0,7</td><td>40,7</td><td>4,8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13/10/2015 21:00</td><td>44,3</td><td>U3 T4</td><td>+</td><td>43,7</td><td>0,6</td><td>37,4</td><td>6,9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="font-size: 8px;"> LAeq,G est la valeur de l'indice du test statistique de répartition "gaussienne" LAeq,Gauss LAeq,c est le niveau de pression acoustique calculé sur l'intervalle de base d est la différence pour chaque intervalle de base (1h) entre LAeq et LAeq,G D est la différence en valeur absolue pour chaque intervalle de base (1h) entre LAeq et LAeq,c la classe Z correspond à des conditions de propagation sonore homogènes la classe + et ++ correspond à des conditions de propagation sonore favorables la classe - et -- correspond à des conditions de propagation sonore défavorables </p>			Période (jour)	météo			validation			Période (nuit)	météo			validation			LAeq	Uti	classe	LAeq,G	d	LAeq,c	D	LAeq	Uti	classe	LAeq,G	d	LAeq,c	D	14/10/2015 06:00	44,4	U3 T4	+	44,3	0,1	41,3	3,1	13/10/2015 22:00	42,6	U3 T4	+	42,5	0,1	46,4	3,8	14/10/2015 07:00	49,6	U3 T4	+	49,5	0,1	50,9	1,3	13/10/2015 23:00	38,5	U3 T4	+	38,4	0,1	37,4	1,1	14/10/2015 08:00	51,1	U3 T4	+	50,8	0,3	53,1	2,0	14/10/2015 00:00	36,3	U3 T4	+	36,1	0,2	34,7	1,6	14/10/2015 09:00	50,1	U3 T4	+	49,5	0,6	50,7	0,6	14/10/2015 01:00	36,1	U3 T4	+	36,0	0,1	32,0	4,1	14/10/2015 10:00	49,7	U3 T4	+	49,3	0,4	49,9	0,2	14/10/2015 02:00	36,6	U3 T4	+	37,6	-1,0	33,6	3,0	14/10/2015 11:00	49,3	U3 T4	+	49,1	0,2	49,7	0,4	14/10/2015 03:00	36,4	U3 T4	+	37,2	-0,8	32,3	4,1	14/10/2015 12:00	50,4	U3 T4	+	50,2	0,2	50,3	0,1	14/10/2015 04:00	38,1	U3 T4	+	38,0	0,1	38,0	0,1	13/10/2015 13:00	51,9	U3 T4	+	50,7	1,2	51,8	0,1	14/10/2015 05:00	41,8	U3 T4	+	41,7	0,1	44,5	2,7	13/10/2015 14:00	51,8	U3 T4	+	50,8	1,0	52,0	0,2									13/10/2015 15:00	53,4	U3 T4	+	51,5	1,9	52,8	0,6									13/10/2015 16:00	59,8	U3 T4	+	53,2	6,6	59,9	0,1									13/10/2015 17:00	55,5	U3 T4	+	55,4	0,1	57,4	1,9									13/10/2015 18:00	52,5	U3 T4	+	51,9	0,6	54,4	1,9									13/10/2015 19:00	49,5	U3 T4	+	49,0	0,5	48,6	0,9									13/10/2015 20:00	45,5	U3 T4	+	44,8	0,7	40,7	4,8									13/10/2015 21:00	44,3	U3 T4	+	43,7	0,6	37,4	6,9								
Période (jour)	météo			validation			Période (nuit)	météo			validation																																																																																																																																																																																																																																																																																			
	LAeq	Uti	classe	LAeq,G	d	LAeq,c		D	LAeq	Uti	classe	LAeq,G	d	LAeq,c	D																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 06:00	44,4	U3 T4	+	44,3	0,1	41,3	3,1	13/10/2015 22:00	42,6	U3 T4	+	42,5	0,1	46,4	3,8																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 07:00	49,6	U3 T4	+	49,5	0,1	50,9	1,3	13/10/2015 23:00	38,5	U3 T4	+	38,4	0,1	37,4	1,1																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 08:00	51,1	U3 T4	+	50,8	0,3	53,1	2,0	14/10/2015 00:00	36,3	U3 T4	+	36,1	0,2	34,7	1,6																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 09:00	50,1	U3 T4	+	49,5	0,6	50,7	0,6	14/10/2015 01:00	36,1	U3 T4	+	36,0	0,1	32,0	4,1																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 10:00	49,7	U3 T4	+	49,3	0,4	49,9	0,2	14/10/2015 02:00	36,6	U3 T4	+	37,6	-1,0	33,6	3,0																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 11:00	49,3	U3 T4	+	49,1	0,2	49,7	0,4	14/10/2015 03:00	36,4	U3 T4	+	37,2	-0,8	32,3	4,1																																																																																																																																																																																																																																																																															
14/10/2015 12:00	50,4	U3 T4	+	50,2	0,2	50,3	0,1	14/10/2015 04:00	38,1	U3 T4	+	38,0	0,1	38,0	0,1																																																																																																																																																																																																																																																																															
13/10/2015 13:00	51,9	U3 T4	+	50,7	1,2	51,8	0,1	14/10/2015 05:00	41,8	U3 T4	+	41,7	0,1	44,5	2,7																																																																																																																																																																																																																																																																															
13/10/2015 14:00	51,8	U3 T4	+	50,8	1,0	52,0	0,2																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 15:00	53,4	U3 T4	+	51,5	1,9	52,8	0,6																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 16:00	59,8	U3 T4	+	53,2	6,6	59,9	0,1																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 17:00	55,5	U3 T4	+	55,4	0,1	57,4	1,9																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 18:00	52,5	U3 T4	+	51,9	0,6	54,4	1,9																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 19:00	49,5	U3 T4	+	49,0	0,5	48,6	0,9																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 20:00	45,5	U3 T4	+	44,8	0,7	40,7	4,8																																																																																																																																																																																																																																																																																							
13/10/2015 21:00	44,3	U3 T4	+	43,7	0,6	37,4	6,9																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<div style="background-color: #e0f0e0; padding: 2px; font-size: 8px;">caractéristique d'un bruit routier</div> <div style="background-color: #e0f0e0; padding: 2px; font-size: 8px;">trafic intermittent ou urbain discontinu</div> <div style="background-color: #e0f0e0; padding: 2px; font-size: 8px;">bruit parasite pendant moins de 10% du temps</div> <div style="background-color: #e0f0e0; padding: 2px; font-size: 8px;">bonne corrélation entre trafic et LAeq</div> <div style="background-color: #e0f0e0; padding: 2px; font-size: 8px;">saturation du trafic ou parasitage de la mesure</div>																																																																																																																																																																																																																																																																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <thead> <tr> <th colspan="4">Indicateurs Européens</th> </tr> <tr> <th>Ld</th> <th>Le</th> <th>Ln</th> <th>Lden</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">50,1</td> <td style="text-align: center;">46,2</td> <td style="text-align: center;">36,0</td> <td style="text-align: center;">49,4</td> </tr> </tbody> </table>			Indicateurs Européens				Ld	Le	Ln	Lden	50,1	46,2	36,0	49,4																																																																																																																																																																																																																																																																																
Indicateurs Européens																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Ld	Le	Ln	Lden																																																																																																																																																																																																																																																																																											
50,1	46,2	36,0	49,4																																																																																																																																																																																																																																																																																											
																																																																																																																																																																																																																																																																																														
																																																																																																																																																																																																																																																																																														



4.2.4 Conclusion de l'état initial

Les campagnes de mesures acoustiques réalisées comprennent 14 points de mesures de 24h en totalité. Une première campagne de mesures s'est déroulée en février 2013 pour les points situés aux abords de la RN176. Une seconde campagne s'est déroulée en octobre 2015 afin d'affiner les résultats pour les points les plus éloignés de la RN176. En effet, la configuration spécifique du site (dénivelé, pont, étendue d'eau...) entraîne une singularité au niveau de la propagation acoustique.

Les comptages routiers concomitants aux mesures acoustiques ont été relevés lors de la première campagne à l'aide d'une station automatique. Cette dernière n'étant pas opérationnelle lors de la deuxième campagne, des boucles de comptages automatiques ont été placées sur la chaussée. Ces comptages indiquent que la circulation était globalement normale et représentative d'une situation hors congés scolaires en février et octobre. Le trafic est cependant plus dense pendant la seconde campagne de mesure.

Les niveaux sonores mesurés sont essentiellement caractérisés par l'actuelle RN176. Tous les points de mesure sont inférieurs à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit ; **ils se situent donc en zone d'ambiance sonore modérée**. Aucun point noir bruit n'est mesuré sur la zone d'étude. Les niveaux sonores mesurés au droit des PF8 et PF10 sont majoritairement dus à la circulation sur la RD366.

D'autre part, les mesures de bruit indiquent une accalmie supérieure à 5 dB(A) pour l'ensemble des points de mesures (différence entre les niveaux sonores de jour et de nuit). **C'est donc l'indicateur de jour L_{Aeq} (6h-22h) qui sera déterminant et dimensionnant pour l'analyse prévisionnelle**. En effet, si les objectifs sont respectés de jour, ils le seront aussi de nuit.

Les résultats de cette campagne de mesures acoustiques permettront par la suite de caler le modèle de calculs des niveaux sonores prévisionnels. Cette démarche permet de visualiser les éventuelles erreurs du modèle réalisé en 3D afin de les corriger.

4.3 Analyse prévisionnelle

4.3.1 Méthodologie

L'estimation des niveaux sonores est réalisée à partir de la modélisation du site en trois dimensions à l'aide de CADNAA, logiciel conforme à la norme NF S31-133:2011, développé par DataKustik en Allemagne (une des sociétés leaders mondiales depuis plus de 25 ans dans le domaine du calcul de la dispersion acoustique dans l'environnement).

Cette modélisation tient compte notamment :

- des émissions sonores de chaque voie qui sont calculées en fonction des paramètres de trafics (nombre de véhicules, pourcentage PL et vitesse) sur la période considérée ;
- de la propagation acoustique en trois dimensions selon les configurations des voies (en déblai, en remblai, au terrain naturel, en trémie, en débouché de tunnel, avec ou sans protection), de l'exposition des bâtiments selon la topographie du site (distance, hauteur, exposition directe ou indirecte), de la nature du sol et de l'absorption dans l'air ;
- des caractéristiques de l'urbanisme ; les simulations considèrent le bâtiment étudié en présence des autres bâtiments voisins et les effets éventuels de masque ou de réflexion dus aux autres bâtiments ;
- des conditions météorologiques.

Au regard de la réglementation, le projet d'aménagement à 2x2 voies se présente comme un « cas de transformation d'infrastructure existante ».

Dans ce contexte, le principe de l'analyse consiste à modéliser et calculer les situations acoustiques suivantes, autour de la zone d'étude :

- situation actuelle (définition des objectifs),
- Situation future sans projet – à l'horizon +20ans,
- Situation future avec projet – à l'horizon +20ans.



Figure 19 : Aperçu de la modélisation du projet en 3D (source EREA - logiciel CADNAA)

4.3.2 Hypothèses et données de base

Les modélisations du site et simulations acoustiques ont été réalisées à partir des données disponibles suivantes :

4.3.2.1 Topographie et tracé du projet et localisation des bâtiments

Plan général du projet fichiers Autocad (modélisation du site à l'horizon futur avec projet) – format DWG :

X12-001887-TC2-Mensura-PLA-A01_RN176_export 3D.dwg



Figure 20 : Vue en plan de la zone modélisée (source EREA – fond de plan IGN)

La zone de modélisation a été élargie pour tenir compte du site particulier que représente la vallée de la Rance et intégrer tous les points de mesures complémentaires.

4.3.2.2 Hauteur et nombre d'étages des bâtiments

Hauteur d'étage par défaut de 2,5 m, et correction si nécessaire, selon le relevé in situ du nombre d'étages.

4.3.2.3 Données d'entrées de trafic

Prise en compte d'une structure de trafic sur la base des données fournies suivantes :

	trafic état 2015			trafic 2035 sans projet			trafic 2035 scénario 2bis échangeur complet		
	TMJA	QTV	%PL	TMJA	QTV	%PL	TMJA	QTV	%PL
RN176 (est 1/2 échangeur)	18800	1106	221	23500	1382	276	22200	1306	261
RN176 (ouest 1/2 échangeur)	18100	1065	213	23100	1359	272	23500	1382	276
bretelle sortie nord	700	41	0	700	41	0	300	18	0
bretelle sortie sud	800	47	0	800	47	0	1100	65	0
bretelle entrée nord							1100	65	
bretelle entrée sud							300	18	
RD366	2000	118	24	2100	124	25	1800	106	21

Figure 21 : Hypothèses de répartition du trafic pour les différents horizons de calculs (source EREA / CEREMA)

Afin de considérer les trafics VL journaliers, on applique le ratio J/17 pour la période de jour conformément aux recommandations de la note d'information n°77 du SETRA et validé par rapport aux comptages routiers.

4.3.2.4 Allure et vitesse de circulation pour l'ensemble des configurations étudiées

Les vitesses retenues pour la modélisation SANS projet d'aménagement sont : 90 km/h pour les véhicules légers et les poids lourds.

Les vitesses retenues pour la modélisation AVEC projet d'aménagement sont : 110 km/h pour les véhicules légers et 90 km/h pour les poids lourds.

4.3.2.5 Paramètres de calculs CadnaA

La méthode et les paramètres de calculs pris en compte dans le logiciel CADNAA pour la présente étude sont conformes à la norme française NF S31-133 de 2011 intitulée « Acoustique - Bruit des infrastructures de transports terrestres - Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques ».

Les calculs ont été réalisés avec la méthode NMPB2008 route, avec les occurrences météorologiques correspondant à la ville de Dinard (période de jour et de nuit) et les principaux paramètres de calculs sont les suivants :

- Absorption du sol selon la nature (G=0,7 pour le sol et G=0 pour les étendues d'eau),
- Ordre de réflexion maximum : 3,
- Rayon de recherche : 2000 m,
- Occurrences météorologiques de Dinard.

L'enrobé pris en compte dans les calculs est de classe R2 non-drainant (BBMA) pour les calculs à l'état actuel et R1 non-drainant pour les calculs avec projet. Nota : un coefficient de vétusté de l'enrobé est appliqué à l'horizon futur 2035 sans projet. Ce coefficient, intégré au paramètre du logiciel de calculs, permet de prendre en compte la dégradation des caractéristiques acoustiques de l'enrobé au fil du temps.

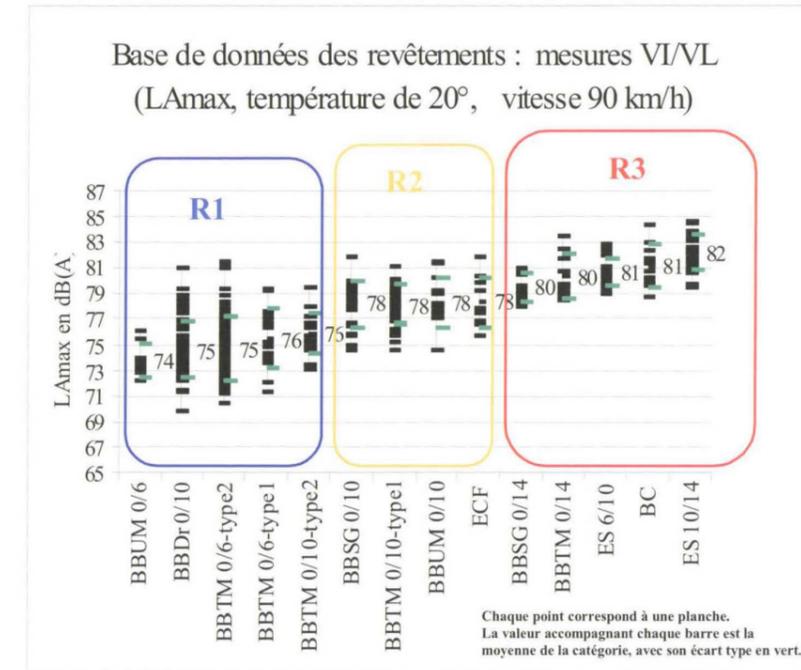


Figure 2.5 - Définition des catégories de revêtements

Les sigles ont la signification suivante :
 BBSG : Béton Bitumineux Semi-Grenu
 ECF : Enrobé Coulé à Froid
 BC : Béton de Ciment
 ES : Enduit Superficiel
 BBUM : Béton Bitumineux Ultra Mince
 BBDr : Béton Bitumineux Drainant

Figure 22 : Définition des catégories de revêtements guide du Setra « Prédiction du bruit routier – Calcul des émissions sonores dues au trafic routier »

Les calculs des modélisations antérieurs (voir rapports précédents) prenaient des hypothèses de calculs différentes :

- Tracés du projet différents issus des fichiers Autocad (XRN176-AFR_ETU2-10002-PLA-A01_VP_Elargiss_Sym_Acoustiq.dwg, XRN176-AFR_ETU2-10002-PLA-A01_VP_Elargiss_Nord-Acoustiq.dwg, XRN176-AFR_ETU2-10002-PLA-A01_VP_Elargiss_Sud-Acoustiq.dwg).
- Enrobés de classe R1

4.3.3 Calage du modèle de calculs

Un calage de ce modèle numérique est réalisé par comparaison des niveaux sonores L_{Aeq} (6h-22h) et L_{Aeq} (22h-6h) mesurés in situ lors des deux campagnes présentées précédemment et ceux calculés par simulation numérique sur la base des trafics relevés lors des mesures de bruit.

Les résultats de cette comparaison sont donnés dans le tableau suivant.

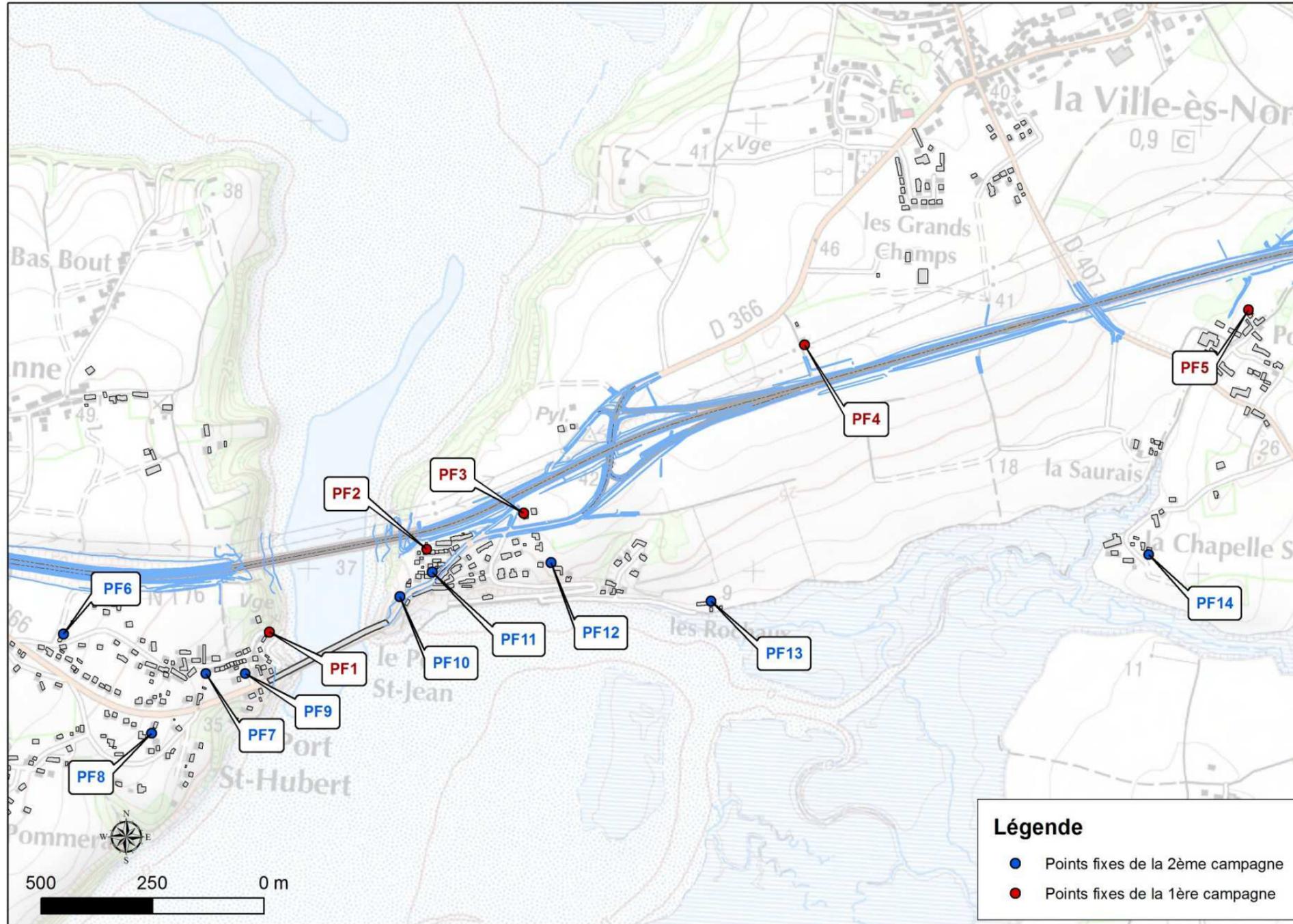


Figure 23 : Localisation des points de mesures et de calculs des niveaux sonores (source EREA – fond de plan IGN)

Points fixes	LAeq (6h-22h)		LAeq (22h-6h)		Accalmie (jour nuit) (1-3)	Ecart (2-1)	Ecart (4-3)	REMARQUES
	Valeurs mesurées (en dB(A)) (1)	Valeurs calculées (en dB(A)) (2)	Valeurs mesurées (en dB(A)) (3)	Valeurs calculées (en dB(A)) (4)				
PF1	54,7	56,4	45,3	46,0	9,4	1,7	0,7	calage correct de jour et de nuit
PF2	58,4	59,2	49,4	48,9	9,0	0,8	-0,5	calage correct de jour et de nuit
PF3	58,9	60,8	50,7	50,4	8,2	1,9	-0,3	calage correct de jour et de nuit
PF4	57,1	58,5	49,3	48,4	7,8	1,4	-0,9	calage correct de jour et de nuit
PF5	55,8	57,7	46,5	47,4	9,3	1,9	0,9	calage correct de jour et de nuit
PF6	49,5	50,2	39,5	40,1	10,0	0,7	0,6	calage correct de jour et de nuit
PF7	50,6	49,0	37,8	38,9	12,8	-1,6	1,1	calage correct de jour et de nuit
PF8	54,2	46,5	42,9	36,3	11,3	-7,7	-6,6	Mesure éloignée de la RN176 dont le bruit est couvert par les bâtiments présents sur le chemin de propagation. Présence de la RD366
PF9	54,5	55,2	43,1	45,0	11,4	0,7	1,9	calage correct de jour et de nuit
PF10	63,9	61,5	51,5	51,3	12,4	-2,4	-0,2	calage correct en période de nuit. En période de jour présence d'autres sources de bruit (RD366, parking...)
PF11	55,3	51,6	40,6	41,5	14,7	-3,7	0,9	mesure éloignée de la RN176. Bruitée par des sources de bruit particulières le matin (tondeuse ou tronçonneuse). Calage de nuit.
PF12	52,4	50,4	39,0	40,5	13,4	-2,0	1,5	calage correct en période de jour et de nuit
PF13	47,6	48,6	36,7	38,6	10,9	1,0	1,9	calage correct de jour et de nuit
PF14	49,5	46,7	35,4	36,7	14,1	-2,8	1,3	Mesure située à 500m de la RN176. Présence d'autres sources de bruit en période de jour (activité humaine autour du hameau...). Calage correct de nuit.

Tableau 15 : Résultats de la comparaison entre les mesures et les calculs de la modélisation (source EREA)

Le calage est considéré comme satisfaisant dans la mesure où l'écart entre les valeurs mesurées et celles calculées est globalement de ± 2 dB(A). Il permet de valider le modèle numérique du site et les paramètres de calculs.

Le calage est satisfaisant pour les points situés à proximité de l'actuelle RN176. Les points situés relativement loin de la RN176 servent avant tout à définir le type d'ambiance sonore préexistant. En effet, en ces points d'autres sources de bruit viennent s'ajouter à celui généré par la circulation sur la RN176. Au droit du point PF8 situé en bordure de la RD366, le bruit de cette voie qui est relativement empruntée, est prépondérant, le bruit de la RN176 étant masqué par des bâtiments. Les points PF10, PF11 et PF14 sont soumis également à d'autres sources de bruit en période de jour :

- En plus de la circulation de la RD366, le point PF10 est soumis au bruit du parking à proximité.
- Au droit du point PF11, le bruit de la RN176 est masqué par des bâtiments et des murs de séparation des propriétés. Il apparait alors, en plus du bruit de la RD366 située à proximité, des bruits particuliers, notamment le matin, dus à l'activité humaine.
- Le point PF14 est assez éloigné de la RN176. Ainsi, des bruits provenant de l'activité autour de ce point se rajoutent au bruit engendré par la RN176.

4.3.4 Horizons actuel et futur

Le principe de l'analyse consiste à modéliser les situations acoustiques **AVEC** et **SANS** projet afin de vérifier le critère significatif de la transformation.

Pour rappel, une transformation est considérée comme significative, quand la contribution sonore à terme de l'infrastructure après cette transformation est supérieure de plus de 2 dB(A) à la contribution sonore à terme de l'infrastructure avant cette transformation. D'autre part, l'Autorité Environnementale estime que la notion de caractère significatif d'une modification ne peut s'appliquer qu'à l'échelle d'un tronçon d'infrastructure. Dès lors que l'augmentation est supérieure à 2 dB(A) pour certains bâtiments, la modification doit être considérée comme significative sur l'ensemble de la section.

Ainsi, si l'aménagement de l'infrastructure est significatif, le niveau sonore résultant devra respecter les prescriptions suivantes :

- si la contribution sonore de l'infrastructure avant travaux est inférieure à 60 dB(A) de jour, elle ne pourra excéder cette valeur après travaux,
- dans le cas contraire, la contribution sonore après travaux ne doit pas dépasser la valeur existante avant travaux, sans pouvoir excéder 65 dB(A) en période diurne et 60 dB(A) en période nocturne ».

	Conditions (horizon état 2015)		Objectifs (horizon futur)	
	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)	LAeq (6h-22h) en dB(A)	LAeq (22h-6h) en dB(A)
Transformation significative	< 60	< 55	60	55
	60 < LAeq < 65	55 < LAeq < 60	Niveau sonore actuel 2015	
	> 65	> 60	65	60
Transformation non significative	Aucun objectif			

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des objectifs réglementaires de la transformation d'infrastructure (source EREA)

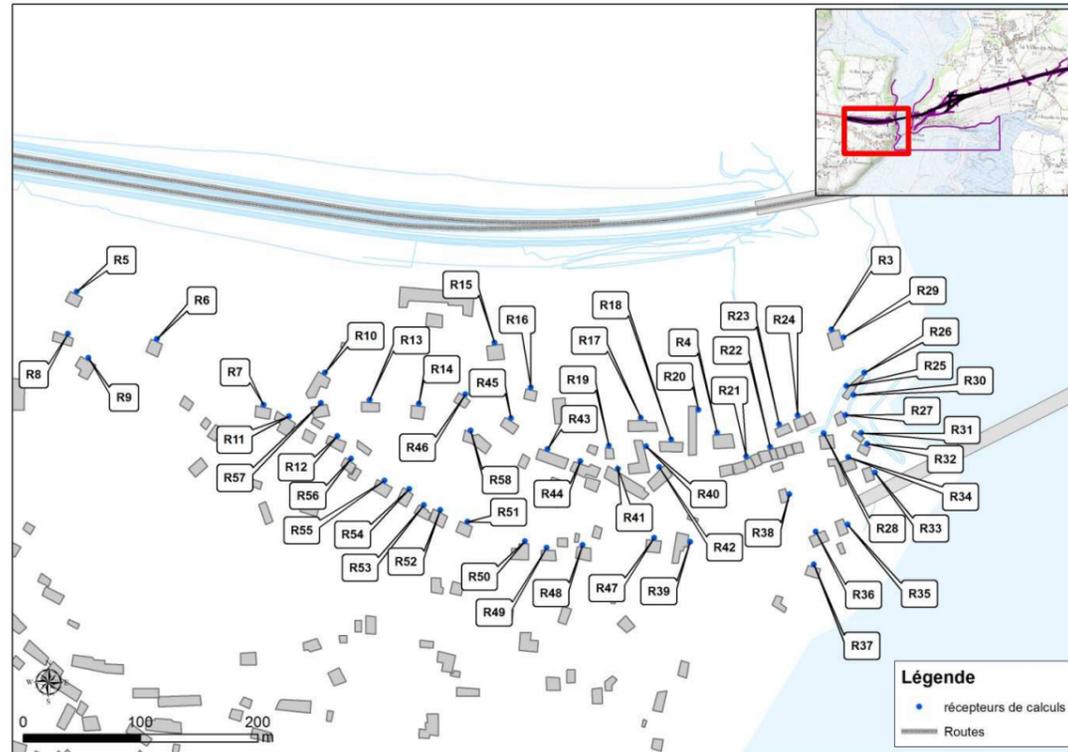


Figure 24 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie ouest – Plouër-sur-Rance) (source EREA)



Figure 26 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie est – La Ville-ès-Nonais) (source EREA)

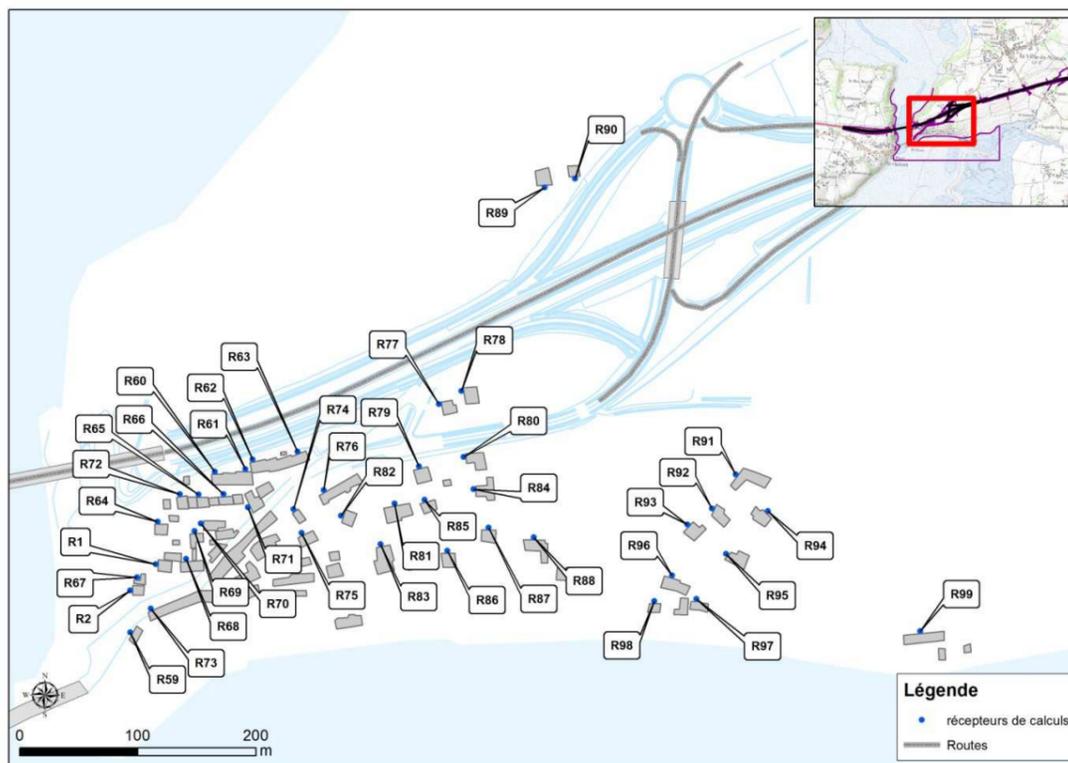


Figure 25 : Localisation des récepteurs de calculs des niveaux sonores de la modélisation (Partie centre – La Ville-ès-Nonais) (source EREA)

Actuellement (horizon 2015) les récepteurs R64, R67, R72, R77 et R78 sont en zone d'ambiance sonore non modérée (cela signifie que le niveau sonore actuel est supérieur à 65dB de jour).

L'augmentation moyenne du niveau sonore entre l'horizon actuel et futur sans projet est due à l'augmentation du trafic et la prise en compte d'un coefficient de vétusté de l'enrobé.

Les niveaux sonores calculés avec le projet entraînent une diminution des niveaux sonores par comparaison des niveaux sonores avec et sans projet, pour une majorité des points. D'une part la réalisation du projet conduit au remplacement de la couche de roulement vétuste, d'autre part pour les points situés en contrebas, le projet crée une baisse des niveaux sonores. En effet, la plateforme est élargie créant ainsi un effet de masque plus important (voir annexe 4).

La transformation est constatée comme significative pour les points R60, R61, R62, R63, R65, R79, R80, R81, R85 et R90. **Elle sera considérée comme significative pour l'ensemble de la section.**

Les calculs sur récepteurs montrent plusieurs dépassements : au droit des habitations les plus proches de la RN176 situées au sud de l'infrastructure, à l'ouest et à l'est de la Rance. Ainsi ces dépassements se localisent

- à La Ville-ès-Nonais, au lieu-dit « Le Port Saint-Jean » (impasse des Chapelains, impasse de l'Hôpital, rue du Port et rue des Terres Neuvas) il s'agit des récepteurs R1, R2, R59, R60, R61, R62, R63, R64, R65, R67, R69, R70, R72, R73, R16, R77, R78, R79, R80 et R81 ,
- à Plouër-sur-Rance pour les habitations situées face à la Rance (rue du Passeur) il s'agit des récepteurs R3, R26, R29 et R31.
- au Sud de la voie au droit du hameau de Pontlivard (R104, R107 et R108)
- Au nord de l'infrastructure au droit du R100

- Au droit de deux habitations situées dans l'impasse Jurgot à proximité de la future bretelle de l'échangeur avec la RD 366 (récepteurs R89 et R90).

Les résultats des calculs de la modélisation sont également présentés sous forme de courbes isophones présentant la propagation des niveaux sonores sur la zone de l'étude.

Dans la suite de ce rapport, des protections sont dimensionnées afin de respecter les seuils réglementaires.



Tableau 17 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur (source EREA)

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)				
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS
1	RDC	64,1	modéré	66,4	64,7	-1,7	64,1	NON
1	1er	63,3	modéré	65,6	64,3	-1,3	63,3	NON
2	RDC	63,1	modéré	65,3	63,4	-1,9	63,1	NON
2	1er	63,4	modéré	65,7	64,1	-1,6	63,4	NON
3	RDC	62,3	modéré	64,5	63,3	-1,2	62,3	NON
3	1er	63,2	modéré	65,5	64,4	-1,1	63,2	NON
4	RDC	55,6	modéré	57,9	57,0	-0,9	60,0	OUI
4	1er	56,7	modéré	58,9	57,6	-1,3	60,0	OUI
5	RDC	49,8	modéré	52,1	51,0	-1,1	60,0	OUI
5	1er	52,2	modéré	54,5	53,4	-1,1	60,0	OUI
6	RDC	49,3	modéré	51,6	50,3	-1,3	60,0	OUI
6	1er	50,6	modéré	52,9	51,7	-1,2	60,0	OUI
7	RDC	43,4	modéré	45,7	44,8	-0,9	60,0	OUI
7	1er	43,9	modéré	46,2	45,3	-0,9	60,0	OUI
8	RDC	47,7	modéré	50,0	48,9	-1,1	60,0	OUI
9	RDC	45,8	modéré	48,1	47,0	-1,1	60,0	OUI
10	RDC	50,7	modéré	53,0	52,0	-1,0	60,0	OUI
10	1er	51,6	modéré	53,9	52,9	-1,0	60,0	OUI
10	2eme	51,8	modéré	54,0	53,1	-0,9	60,0	OUI
11	RDC	46,1	modéré	48,4	47,2	-1,2	60,0	OUI
11	1er	49,4	modéré	51,7	50,7	-1,0	60,0	OUI
12	RDC	48,4	modéré	50,7	49,5	-1,2	60,0	OUI
12	1er	49,3	modéré	51,6	50,6	-1,0	60,0	OUI
13	RDC	50,3	modéré	52,6	51,6	-1,0	60,0	OUI
13	1er	51,6	modéré	53,9	52,8	-1,1	60,0	OUI
14	RDC	50,6	modéré	52,9	51,5	-1,4	60,0	OUI
14	1er	52,7	modéré	55,0	53,8	-1,2	60,0	OUI
15	RDC	53,6	modéré	55,9	54,6	-1,3	60,0	OUI
15	1er	54,3	modéré	56,6	55,3	-1,3	60,0	OUI
16	RDC	54,3	modéré	56,6	55,3	-1,3	60,0	OUI
16	1er	55,1	modéré	57,3	56,1	-1,2	60,0	OUI
17	RDC	54,7	modéré	57,0	56,3	-0,7	60,0	OUI
18	1er	44,6	modéré	46,8	41,5	-5,3	60,0	OUI
19	RDC	52,5	modéré	54,8	53,7	-1,1	60,0	OUI
20	RDC	56,6	modéré	58,9	57,3	-1,6	60,0	OUI
21	RDC	49,5	modéré	51,8	51,3	-0,5	60,0	OUI
22	RDC	52,8	modéré	55,1	54,3	-0,8	60,0	OUI
22	1er	49,0	modéré	51,4	50,5	-0,9	60,0	OUI
22	2eme	50,0	modéré	52,3	49,6	-2,7	60,0	OUI
23	RDC	55,0	modéré	57,2	56,2	-1,0	60,0	OUI
23	1er	55,2	modéré	57,5	57,1	-0,4	60,0	OUI
24	RDC	55,5	modéré	57,8	56,8	-1,0	60,0	OUI
24	1er	55,6	modéré	57,8	57,0	-0,8	60,0	OUI
25	RDC	58,0	modéré	60,3	59,2	-1,1	60,0	OUI
26	RDC	58,4	modéré	60,7	60,5	-0,2	60,0	NON
27	RDC	57,2	modéré	59,4	58,3	-1,1	60,0	OUI
27	1er	57,3	modéré	59,6	58,6	-1,0	60,0	OUI
28	RDC	55,4	modéré	57,6	57,3	-0,3	60,0	OUI
28	1er	57,1	modéré	59,4	58,9	-0,5	60,0	OUI
28	2eme	58,0	modéré	60,3	59,5	-0,8	60,0	OUI
29	RDC	61,5	modéré	63,7	62,8	-0,9	61,5	NON
29	1er	62,5	modéré	64,8	63,7	-1,1	62,5	NON
30	RDC	55,4	modéré	57,6	56,1	-1,5	60,0	OUI
30	1er	55,5	modéré	57,8	56,3	-1,5	60,0	OUI
30	2eme	55,7	modéré	58,0	56,7	-1,3	60,0	OUI
30	3eme	56,0	modéré	58,3	57,3	-1,0	60,0	OUI
31	RDC	58,7	modéré	61,0	59,8	-1,2	60,0	OUI
31	1er	58,8	modéré	61,1	60,1	-1,0	60,0	NON
31	2eme	59,0	modéré	61,3	60,2	-1,1	60,0	NON
31	3eme	59,0	modéré	61,3	60,2	-1,1	60,0	NON
32	RDC	58,5	modéré	60,8	59,8	-1,0	60,0	OUI
32	1er	58,6	modéré	60,9	58,4	-2,5	60,0	OUI
33	RDC	57,6	modéré	59,9	59,2	-0,7	60,0	OUI
33	1er	57,6	modéré	59,9	57,8	-2,1	60,0	OUI
34	RDC	54,8	modéré	57,1	54,0	-3,1	60,0	OUI
34	1er	56,8	modéré	59,1	56,8	-2,3	60,0	OUI
34	2eme	57,4	modéré	59,6	57,7	-1,9	60,0	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)				
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS
35	RDC	52,4	modéré	54,7	55,3	0,6	60,0	OUI
35	1er	51,7	modéré	54,0	53,9	-0,1	60,0	OUI
36	RDC	48,8	modéré	51,1	50,7	-0,4	60,0	OUI
37	RDC	37,7	modéré	40,0	39,4	-0,6	60,0	OUI
38	RDC	51,9	modéré	54,2	53,4	-0,8	60,0	OUI
38	1er	53,1	modéré	55,4	54,7	-0,7	60,0	OUI
39	RDC	49,9	modéré	52,2	51,8	-0,4	60,0	OUI
39	1er	51,3	modéré	53,6	52,7	-0,9	60,0	OUI
40	RDC	49,5	modéré	51,8	50,5	-1,3	60,0	OUI
41	RDC	42,7	modéré	45,0	44,1	-0,9	60,0	OUI
41	1er	52,0	modéré	54,3	52,9	-1,4	60,0	OUI
42	RDC	42,2	modéré	44,5	42,0	-2,5	60,0	OUI
42	1er	49,4	modéré	51,7	49,4	-2,3	60,0	OUI
43	RDC	52,4	modéré	54,7	53,8	-0,9	60,0	OUI
43	1er	53,5	modéré	55,8	54,7	-1,1	60,0	OUI
44	RDC	43,3	modéré	45,7	44,4	-1,3	60,0	OUI
45	RDC	49,9	modéré	52,2	51,0	-1,2	60,0	OUI
45	1er	52,2	modéré	54,5	53,7	-0,8	60,0	OUI
46	RDC	52,7	modéré	55,0	53,8	-1,2	60,0	OUI
46	1er	53,3	modéré	55,6	54,3	-1,3	60,0	OUI
47	RDC	49,1	modéré	51,4	52,1	0,7	60,0	OUI
47	1er	51,0	modéré	53,3	53,1	-0,2	60,0	OUI
48	RDC	41,3	modéré	43,6	43,3	-0,3	60,0	OUI
48	1er	50,1	modéré	52,4	51,4	-1,0	60,0	OUI
49	RDC	40,7	modéré	43,0	41,9	-1,1	60,0	OUI
49	1er	49,4	modéré	51,7	50,6	-1,1	60,0	OUI
50	RDC	47,0	modéré	49,3	48,3	-1,0	60,0	OUI
50	1er	49,4	modéré	51,7	50,4	-1,3	60,0	OUI
51	RDC	48,4	modéré	50,7	49,0	-1,7	60,0	OUI
51	1er	49,2	modéré	51,5	50,5	-1,0	60,0	OUI
52	RDC	48,8	modéré	51,1	49,6	-1,5	60,0	OUI
52	1er	49,9	modéré	52,2	51,0	-1,2	60,0	OUI
53	RDC	48,8	modéré	51,1	49,9	-1,2	60,0	OUI
53	1er	49,6	modéré	51,9	50,9	-1,0	60,0	OUI
54	RDC	48,6	modéré	50,9	49,8	-1,1	60,0	OUI
54	1er	49,6	modéré	51,9	50,8	-1,1	60,0	OUI
55	RDC	49,1	modéré	51,3	50,2	-1,1	60,0	OUI
55	1er	49,7	modéré	52,0	50,9	-1,1	60,0	OUI
56	RDC	42,0	modéré	44,3	43,0	-1,3	60,0	OUI
56	1er	50,0	modéré	52,3	51,1	-1,2	60,0	OUI
57	RDC	51,7	modéré	54,0	52,7	-1,3	60,0	OUI
57	1er	51,8	modéré	54,1	53,0	-1,1	60,0	OUI
58	RDC	49,6	modéré	51,9	50,5	-1,4	60,0	OUI
58	1er	51,8	modéré	54,1	53,1	-1,0	60,0	OUI
59	RDC	62,2	modéré	64,5	63,4	-1,1	62,2	NON
60	RDC	62,8	modéré	65,1	70,7	5,6	62,8	NON
60	1er	63,8	modéré	66,1	72,6	6,5	63,8	NON
61	RDC	62,3	modéré	64,6	70,0	5,4	62,3	NON
61	1er	63,2	modéré	65,5	72,3	6,8	63,2	NON
62	RDC	60,8	modéré	63,1	71,2	8,1	60,8	NON
62	1er	62,5	modéré	64,9	73,1	8,2	62,5	NON
63	RDC	58,3	modéré	60,7	65,6	4,9	60,0	NON
63	1er	60,6	modéré	63,0	71,7	8,7	60,6	NON
64	RDC	66,5	non modéré	68,8	66,6	-2,2	65,0	NON
64	1er	65,4	non modéré	67,7	66,6	-1,1	65,0	NON
65	RDC	62,2	modéré	64,5	65,9	1,4	62,2	NON
65	1er	64,4	modéré	66,7	68,9	2,2	64,4	NON
66	RDC	59,0	modéré	61,3	61,6	0,3	60,0	NON
66	1er	61,4	modéré	63,7	64,9	1,2	61,4	NON
67	RDC	65,1	non modéré	67,4	65,8	-1,6	65,0	NON
67	1er	62,6	modéré	64,8	63,7	-1,1	62,6	NON
68	RDC	57,5	modéré	59,8	58,7	-1,1	60,0	OUI
68	1er	57,0	modéré	59,3	58,3	-1,0	60,0	OUI
69	RDC	60,7	modéré	62,9	62,0	-0,9	60,7	NON
69	1er	60,9	modéré	63,2	62,5	-0,7	60,9	NON
70	RDC	59,9	modéré	62,2	61,2	-1,0	60,0	NON
70	1er	59,5	modéré	61,8	60,9	-0,9	60,0	NON
71	RDC	54,3	modéré	56,6	55,6	-1,0	60,0	OUI
71	1er	55,5	modéré	57,7	56,7	-1,0	60,0	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)				
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS
72	RDC	67,7	non modéré	70,0	67,1	-2,9	65,0	NON
72	1er	67,0	non modéré	69,2	68,7	-0,5	65,0	NON
73	RDC	62,0	modéré	64,3	63,1	-1,2	62,0	NON
73	1er	62,5	modéré	64,8	63,8	-1,0	62,5	NON
74	RDC	53,6	modéré	56,0	56,9	0,9	60,0	OUI
74	1er	53,3	modéré	55,7	57,3	1,6	60,0	OUI
75	RDC	50,0	modéré	52,4	53,9	1,5	60,0	OUI
75	1er	54,3	modéré	56,6	56,6	0,0	60,0	OUI
76	RDC	57,0	modéré	59,3	60,8	1,5	60,0	NON
76	1er	56,9	modéré	59,2	60,9	1,7	60,0	NON
77	RDC	60,2	modéré	62,6	63,3	0,7	60,2	NON
77	1er	65,2	non modéré	67,6	68,1	0,5	65,0	NON
78	RDC	61,2	modéré	63,6	64,6	1,0	61,2	NON
78	1er	66,8	non modéré	69,2	68,9	-0,3	65,0	NON
79	RDC	56,4	modéré	58,7	60,0	1,3	60,0	OUI
79	1er	57,5	modéré	59,9	62,1	2,2	60,0	NON
80	RDC	54,3	modéré	56,7	59,2	2,5	60,0	OUI
80	1er	56,1	modéré	58,5	60,5	2,0	60,0	NON
81	RDC	54,5	modéré	56,9	58,3	1,4	60,0	OUI
81	1er	56,0	modéré	58,3	60,7	2,4	60,0	NON
82	RDC	53,2	modéré	55,5	55,2	-0,3	60,0	OUI
83	RDC	52,0	modéré	54,3	55,0	0,7	60,0	OUI
83	1er	52,6	modéré	54,9	55,7	0,8	60,0	OUI
84	RDC	55,4	modéré	57,7	59,7	2,0	60,0	OUI
84	1er	55,2	modéré	57,6	59,0	1,4	60,0	OUI
85	RDC	52,3	modéré	54,6	57,1	2,5	60,0	OUI
85	1er	53,5	modéré	55,8	58,1	2,3	60,0	OUI
86	RDC	51,8	modéré	54,1	54,3	0,2	60,0	OUI
86	1er	51,8	modéré	54,1	54,4	0,3	60,0	OUI
87	RDC	52,6	modéré	54,9	56,2	1,3	60,0	OUI
87	1er	52,2	modéré	54,5	56,1	1,6	60,0	OUI
88	RDC	54,5	modéré	56,8	57,6	0,8	60,0	OUI
88	1er	54,3	modéré	56,7	57,4	0,7	60,0	OUI
89	RDC	57,6	modéré	60,0	60,9	0,9	60,0	NON
89	1er	58,5	modéré	60,9	62,8	1,9	60,0	NON
90	RDC	57,5	modéré	59,8	62,0	2,2	60,0	NON
90	1er	58,7	modéré	61,1	64,1	3,0	60,0	NON
91	RDC	52,1	modéré	54,4	54,2	-0,2	60,0	OUI
91	1er	51,2	modéré	53,5	53,0	-0,5	60,0	OUI
92	RDC	50,2	modéré	52,5	53,9	1,4	60,0	OUI
92	1er	50,7	modéré	53,1	53,1	0,0	60,0	OUI
93	RDC	50,6	modéré	52,9	52,7	-0,2	60,0	OUI
93	1er	50,8	modéré	53,1	53,3	0,2	60,0	OUI
94	RDC	52,0	modéré	54,4	53,0	-1,4	60,0	OUI
94	1er	51,8	modéré	54,1	53,5	-0,6	60,0	OUI
95	RDC	47,9	modéré	50,2	51,8	1,6	60,0	OUI
95	1er	50,4	modéré	52,7	54,2	1,5	60,0	OUI
96	RDC	42,9	modéré	45,1	43,7	-1,4	60,0	OUI
96	1er	46,8	modéré	49,1	45,7	-3,4	60,0	OUI
97	RDC	40,2	modéré	42,4	41,6	-0,8	60,0	OUI
97	1er	43,9	modéré	46,1	44,7	-1,4	60,0	OUI
98	RDC	45,5	modéré	47,8	46,7	-1,1	60,0	OUI
98	1er	45,9	modéré	48,1	46,7	-1,4	60,0	OUI
99	RDC	50,1	modéré	52,3	52,3	0,0	60,0	OUI
99	1er	49,6	modéré	51,9	51,0	-0,9	60,0	OUI
100	RDC	58,7	modéré	61,0	60,4	-0,6	60,0	NON
101	RDC	52,6	modéré	54,8	53,8	-1,0	60,0	OUI
101	1er	51,8	modéré	54,0	53,1	-0,9	60,0	OUI
102	RDC	53,3	modéré	55,6	54,6	-1,0	60,0	OUI
102	1er	52,7	modéré	54,9	54,2	-0,7	60,0	OUI
103	RDC	54,5	modéré	56,7	55,7	-1,0	60,0	OUI
103	1er	55,0	modéré	57,2	56,4	-0,8	60,0	OUI
104	RDC	59,8	modéré	62,0	61,4	-0,6	60,0	NON
104	1er	59,8	modéré	62,0	62,2	0,2	60,0	NON
105	RDC	56,9	modéré	59,1	58,8	-0,3	60,0	OUI
105	1er	57,0	modéré	59,2	58,6	-0,6	60,0	OUI
106	RDC	56,5	modéré	58,7	58,3	-0,4	60,0	OUI
106	1er	58,5	modéré	60,7	59,8	-0,9	60,0	OUI
107	RDC	59,3	modéré	61,5	61,3	-0,2	60,0	NON
107	1er	60,4	modéré	62,6	62,2	-0,4	60,4	NON
108	RDC	58,8	modéré	60,9	61,1	0,2	60,0	NON
108	1er	59,0	modéré	61,2	60,6	-0,6	60,0	NON

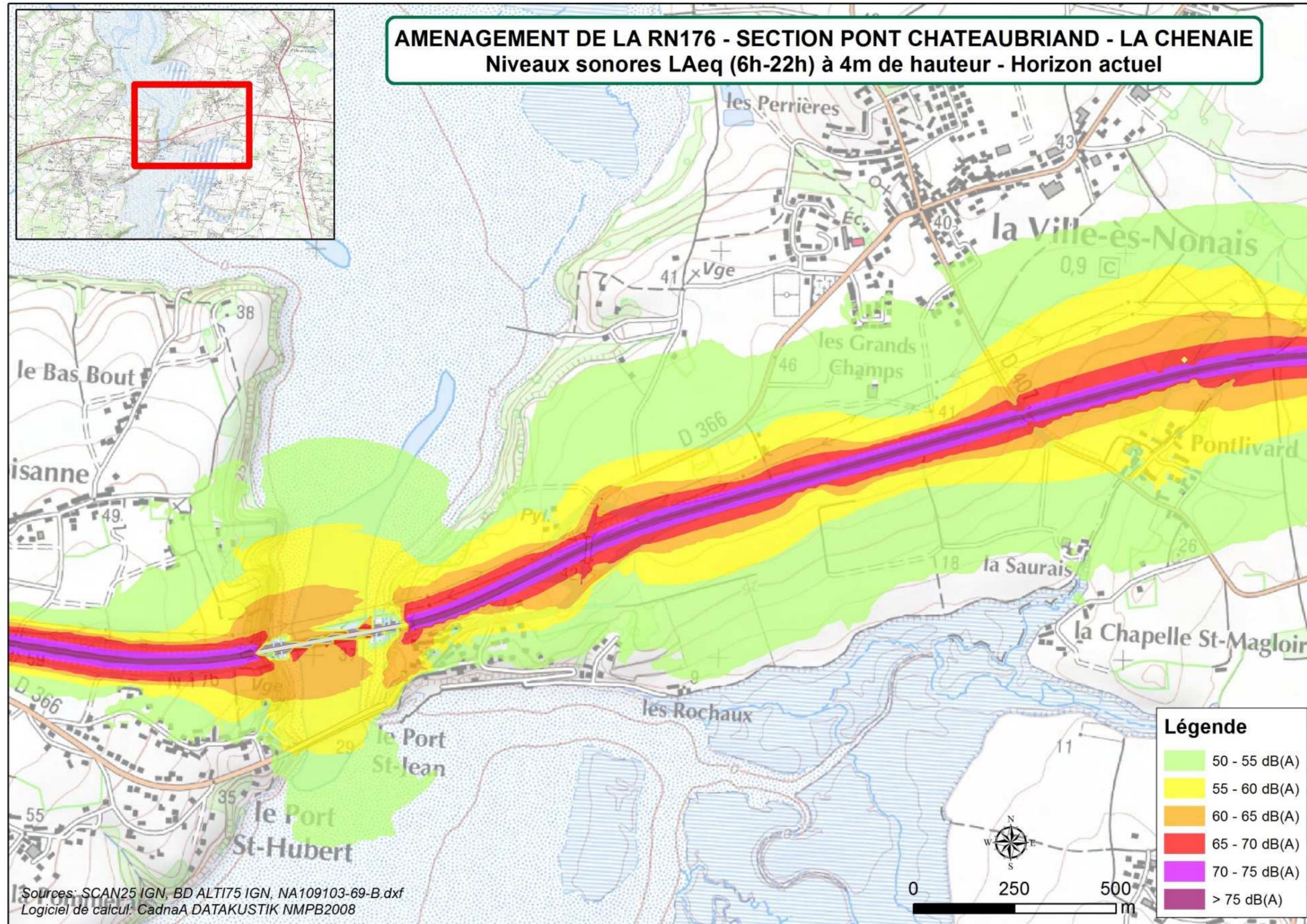


Figure 27 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon actuel (source EREA – fon de plan IGN)

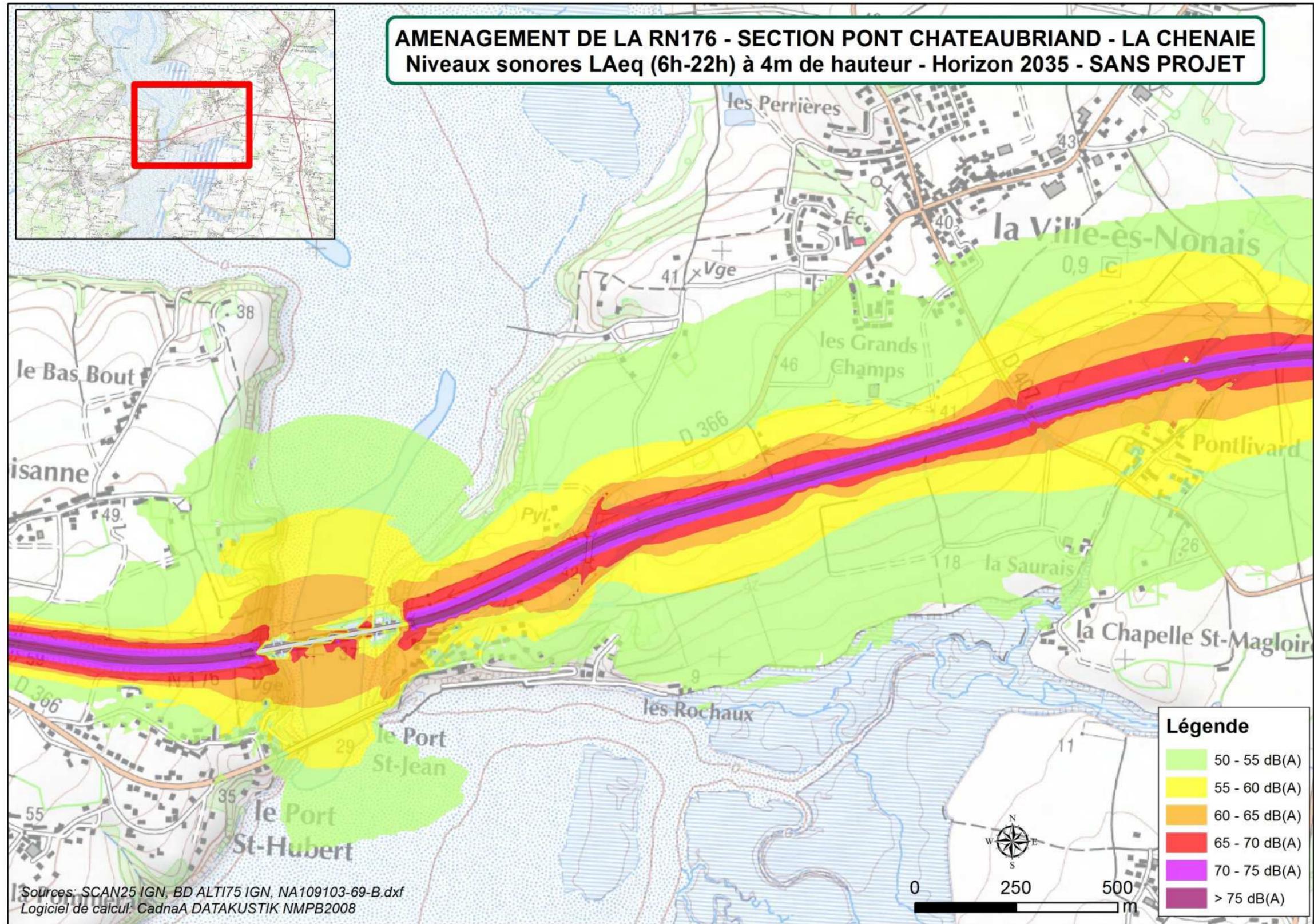


Figure 28 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 sans projet (source EREA – fon de plan IGN)

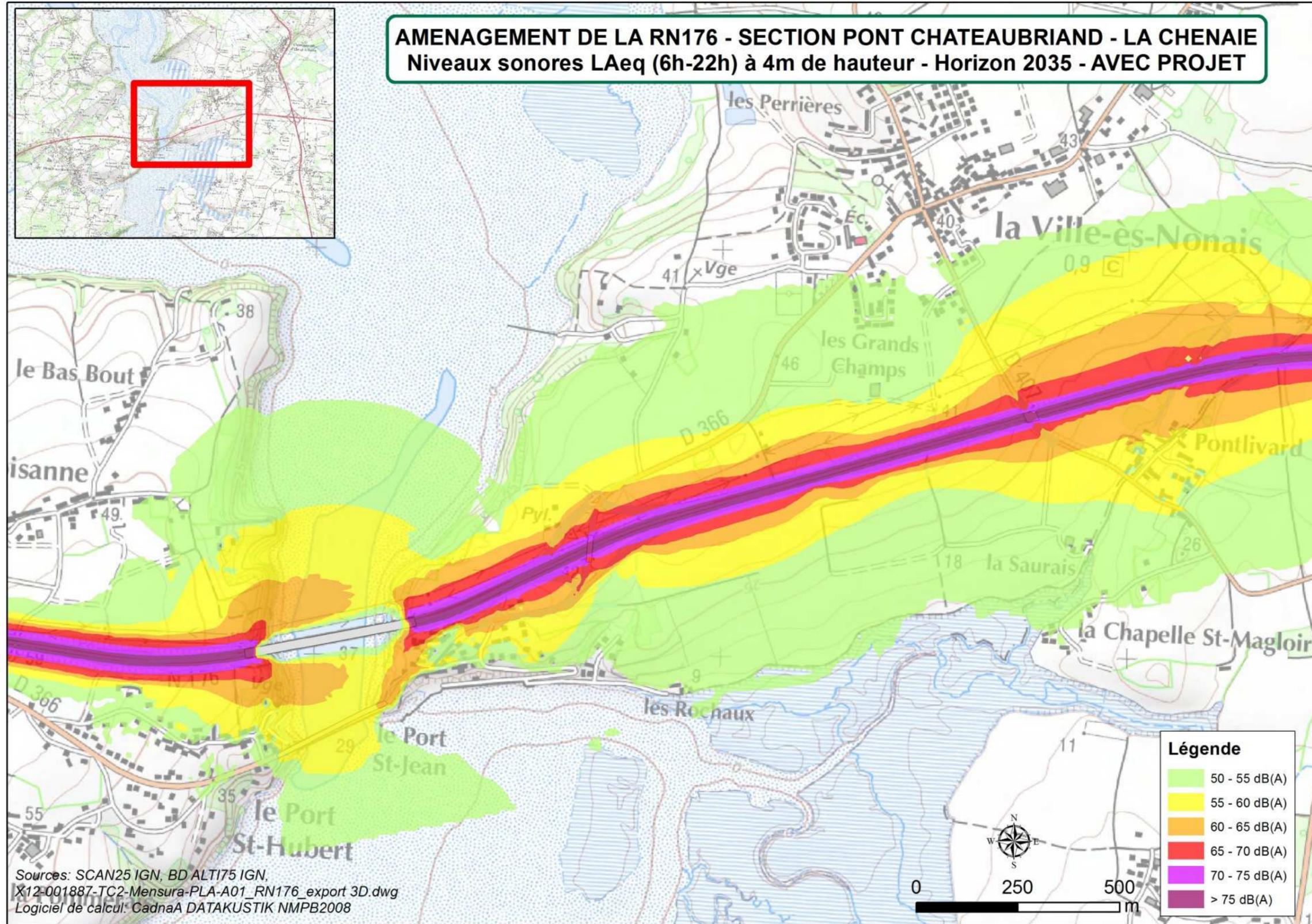


Figure 29 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 sans projet (source EREA – fon de plan IGN)

4.4 Dimensionnement des protections acoustiques

Dans cette partie, il est proposé un dimensionnement des protections acoustiques afin de respecter les seuils réglementaires. Deux variantes de protections acoustiques sont proposées au droit des hameaux de Port Saint-Jean et Port Saint-Hubert :

- La variante A consiste à réaliser 3 écrans différents et à traiter les façades de 9 habitations.
- La variante B consiste à prolonger l'écran sur l'ouvrage (écran A) et ainsi diminuer sa hauteur mais conduit à traiter les façades de 12 habitations.

D'autre part, un merlon de 2m de hauteur et de 470 m de longueur est dimensionné au sud de l'infrastructure afin de protéger les habitations au droit de Pontlivard.

La localisation de ces protections est illustrée sur les figures suivantes.

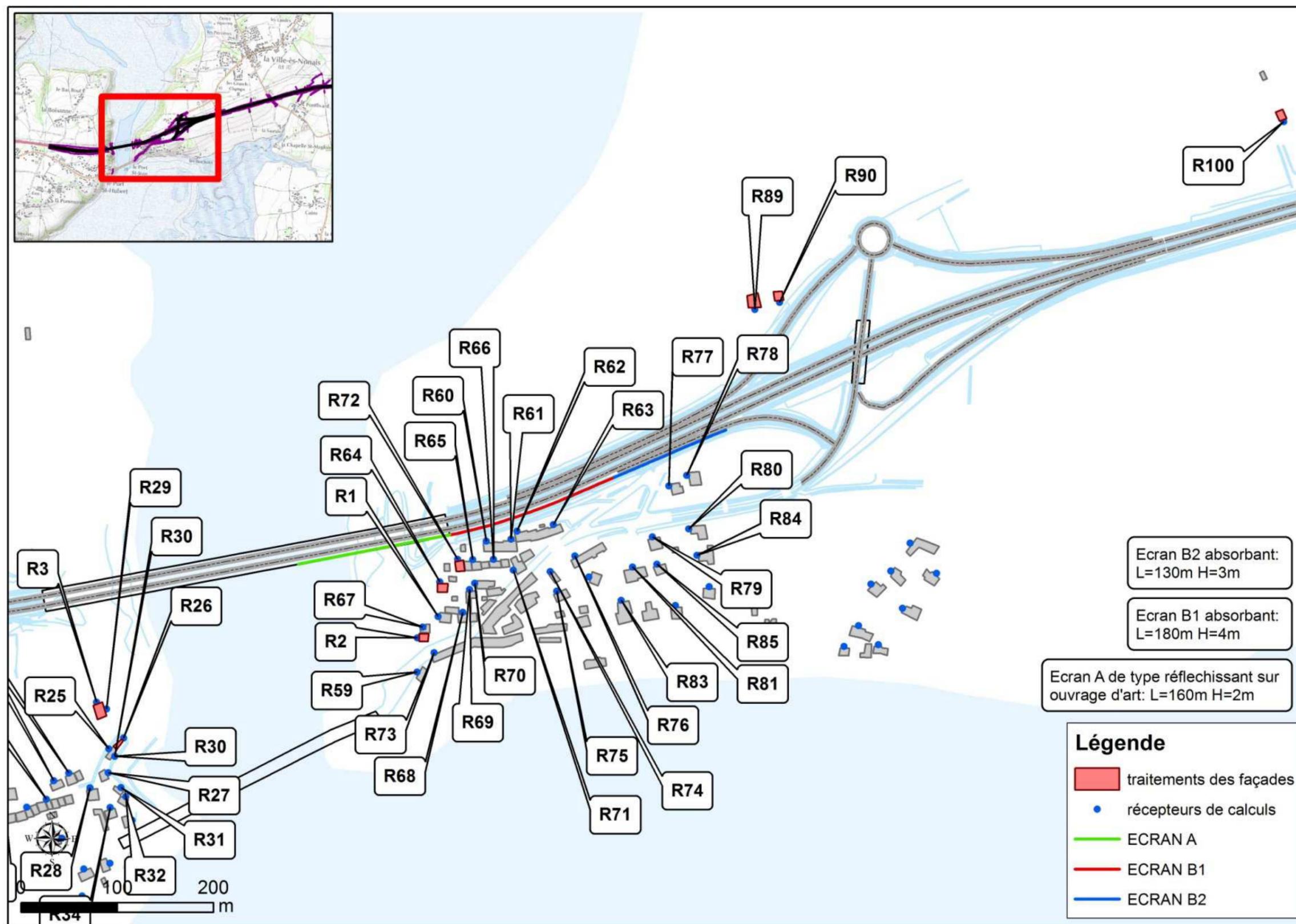


Figure 30 : Localisation des protections acoustiques - variante de protection A (source EREA)

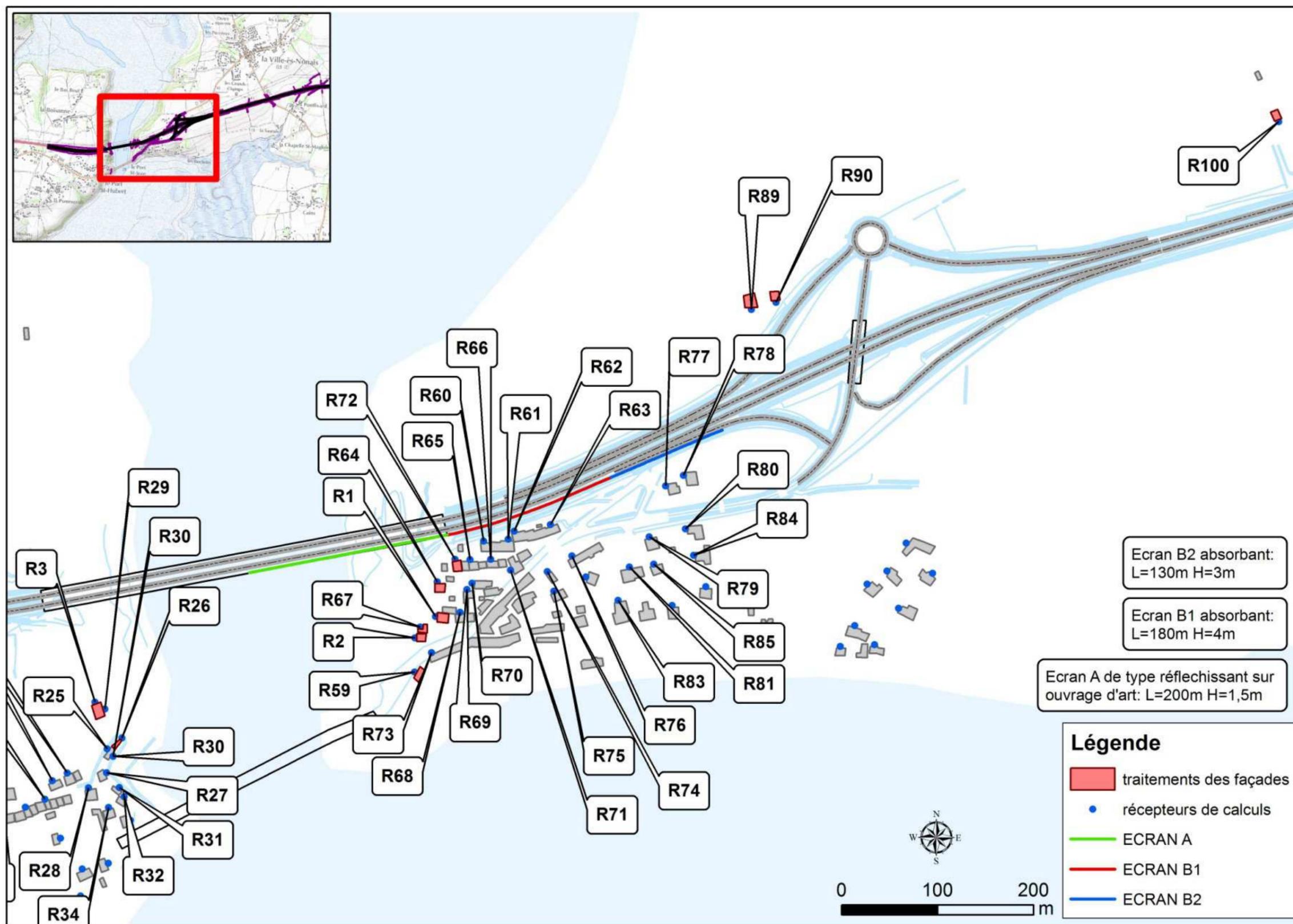


Figure 31 : Localisation des protections acoustiques - variante de protection B (source EREA)

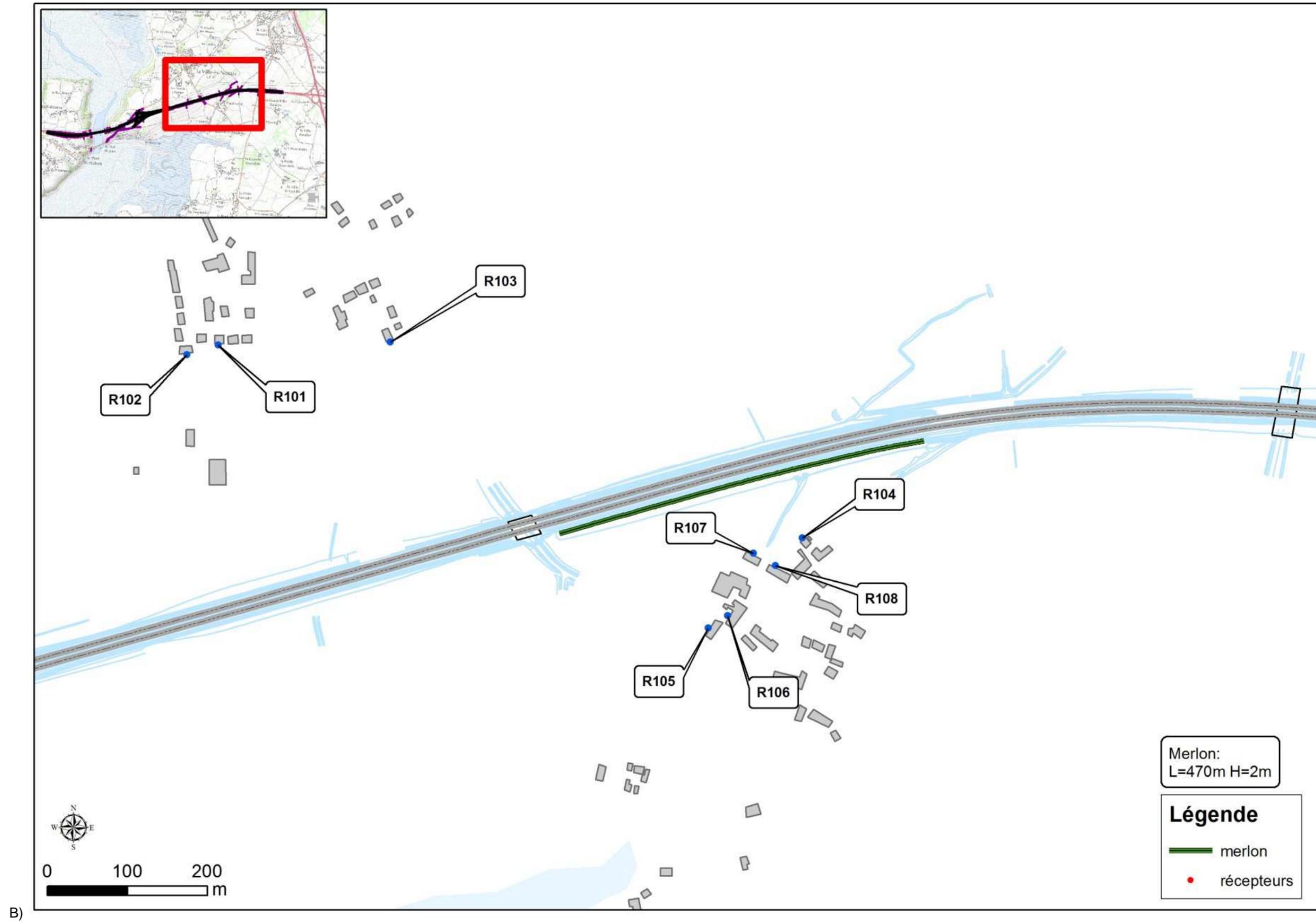


Figure 32 : Localisation des protections acoustiques – merlon (source EREA)

Traitements des façades (VARIANTE A)		Traitements des façades (VARIANTE B)	
Récepteurs	Etages	Récepteurs	Etages
R2	RDC	R1	RDC
R3	RDC	R2	RDC
R3	1er	R2	1er
R26	RDC	R3	RDC
R29	RDC	R3	1er
R29	1er	R26	RDC
R64	RDC	R29	RDC
R72	RDC	R29	1er
R89	RDC	R59	RDC
R89	1er	R64	RDC
R90	RDC	R67	RDC
R90	1er	R72	RDC
R100	RDC	R89	RDC
		R89	1er
		R90	RDC
		R90	1er
		R100	RDC

Tableau 18 : Tableaux des traitements de façades supplémentaires pour les deux variantes (source EREA)

Les résultats des calculs de la modélisation avec protection sont donnés :

- sous forme de tableau où sont donnés les résultats des calculs sur récepteurs positionnés au droit des différentes habitations,
- sous forme de courbes isophones illustrant la propagation acoustique à une hauteur de 4m.

Certains points situés en rive ouest bénéficient des gains engendrés par l'écran acoustique situé sur l'ouvrage (récepteurs R3 à R58). Ceci est dû à la spécificité de la topographie du site et à la surface de l'eau. En effet, sur un plan en 2D ces points ne semblent pas protégés de la RN176. Avec une vue en 3D ou sur site directement, on s'aperçoit que la RN176 est « masquée » au nord et que la contribution sonore provient de l'ouvrage d'art. Ainsi, la protection sur l'ouvrage d'art entraîne également une « légère » protection pour les points les plus éloignés de l'autre côté de la rive.

Il convient de noter que la suppression d'un merlon existant entre Pontlivard et l'échangeur du Port Saint-Jean ne modifie pas les conclusions de l'étude dans la mesure où aucun bâtiment ne se trouve protégé par ce merlon.

> 70 dB(A)	PNB	dépassement des objectifs	transformation significative
	modéré		
	non modéré		

Tableau 19 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur avec protection (source EREA)

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
1	RDC	64,1	modéré	66,4	64,7	-1,7	64,1	NON	63,9	OUI	64,6	NON
1	1er	63,3	modéré	65,6	64,3	-1,3	63,3	NON	62,9	OUI	63,1	OUI
2	RDC	63,1	modéré	65,3	63,4	-1,9	63,1	NON	63,6	NON	63,5	NON
2	1er	63,4	modéré	65,7	64,1	-1,6	63,4	NON	63,1	OUI	63,9	NON
3	RDC	62,3	modéré	64,5	63,3	-1,2	62,3	NON	63,3	NON	63,4	NON
3	1er	63,2	modéré	65,5	64,4	-1,1	63,2	NON	64,2	NON	64,2	NON
4	RDC	55,6	modéré	57,9	57,0	-0,9	60,0	OUI	55,6	OUI	55,9	OUI
4	1er	56,7	modéré	58,9	57,6	-1,3	60,0	OUI	57,4	OUI	56,7	OUI
5	RDC	49,8	modéré	52,1	51,0	-1,1	60,0	OUI	51,0	OUI	51,0	OUI
5	1er	52,2	modéré	54,5	53,4	-1,1	60,0	OUI	53,4	OUI	53,4	OUI
6	RDC	49,3	modéré	51,6	50,3	-1,3	60,0	OUI	50,3	OUI	50,3	OUI
6	1er	50,6	modéré	52,9	51,7	-1,2	60,0	OUI	51,7	OUI	51,7	OUI
7	RDC	43,4	modéré	45,7	44,8	-0,9	60,0	OUI	44,8	OUI	44,8	OUI
7	1er	43,9	modéré	46,2	45,3	-0,9	60,0	OUI	45,3	OUI	45,3	OUI
8	RDC	47,7	modéré	50,0	48,9	-1,1	60,0	OUI	48,9	OUI	48,9	OUI
9	RDC	45,8	modéré	48,1	47,0	-1,1	60,0	OUI	47,1	OUI	47,1	OUI
10	RDC	50,7	modéré	53,0	52,0	-1,0	60,0	OUI	52,1	OUI	52,3	OUI
10	1er	51,6	modéré	53,9	52,9	-1,0	60,0	OUI	52,7	OUI	52,7	OUI
10	2eme	51,8	modéré	54,0	53,1	-0,9	60,0	OUI	53,0	OUI	53,0	OUI
11	RDC	46,1	modéré	48,4	47,2	-1,2	60,0	OUI	47,4	OUI	47,2	OUI
11	1er	49,4	modéré	51,7	50,7	-1,0	60,0	OUI	50,7	OUI	50,7	OUI
12	RDC	48,4	modéré	50,7	49,5	-1,2	60,0	OUI	49,5	OUI	49,5	OUI
12	1er	49,3	modéré	51,6	50,6	-1,0	60,0	OUI	50,5	OUI	50,6	OUI
13	RDC	50,3	modéré	52,6	51,6	-1,0	60,0	OUI	51,5	OUI	51,5	OUI
13	1er	51,6	modéré	53,9	52,8	-1,1	60,0	OUI	52,7	OUI	52,8	OUI
14	RDC	50,6	modéré	52,9	51,5	-1,4	60,0	OUI	51,6	OUI	51,6	OUI
14	1er	52,7	modéré	55,0	53,8	-1,2	60,0	OUI	53,5	OUI	53,5	OUI
15	RDC	53,6	modéré	55,9	54,6	-1,3	60,0	OUI	54,4	OUI	54,3	OUI
15	1er	54,3	modéré	56,6	55,3	-1,3	60,0	OUI	55,3	OUI	55,3	OUI
16	RDC	54,3	modéré	56,6	55,3	-1,3	60,0	OUI	55,3	OUI	55,1	OUI
16	1er	55,1	modéré	57,3	56,1	-1,2	60,0	OUI	55,7	OUI	55,4	OUI
17	RDC	54,7	modéré	57,0	56,3	-0,7	60,0	OUI	55,4	OUI	55,5	OUI
18	1er	44,6	modéré	46,8	41,5	-5,3	60,0	OUI	41,4	OUI	41,3	OUI
19	RDC	52,5	modéré	54,8	53,7	-1,1	60,0	OUI	53,7	OUI	53,6	OUI
20	RDC	56,6	modéré	58,9	57,3	-1,6	60,0	OUI	56,1	OUI	56,2	OUI
21	RDC	49,5	modéré	51,8	51,3	-0,5	60,0	OUI	50,9	OUI	51,7	OUI
22	RDC	52,8	modéré	55,1	54,3	-0,8	60,0	OUI	53,9	OUI	54,1	OUI
22	1er	49,0	modéré	51,4	50,5	-0,9	60,0	OUI	48,4	OUI	48,4	OUI
22	2eme	50,0	modéré	52,3	49,6	-2,7	60,0	OUI	48,3	OUI	48,4	OUI
23	RDC	55,0	modéré	57,2	56,2	-1,0	60,0	OUI	55,5	OUI	55,1	OUI
23	1er	55,2	modéré	57,5	57,1	-0,4	60,0	OUI	56,4	OUI	56,4	OUI
24	RDC	55,5	modéré	57,8	56,8	-1,0	60,0	OUI	56,2	OUI	56,2	OUI
24	1er	55,6	modéré	57,8	57,0	-0,8	60,0	OUI	56,4	OUI	56,1	OUI
25	RDC	58,0	modéré	60,3	59,2	-1,1	60,0	OUI	59,1	OUI	59,2	OUI
26	RDC	58,4	modéré	60,7	60,5	-0,2	60,0	NON	60,2	NON	60,3	NON
27	RDC	57,2	modéré	59,4	58,3	-1,1	60,0	OUI	57,9	OUI	57,9	OUI
27	1er	57,3	modéré	59,6	58,6	-1,0	60,0	OUI	58,2	OUI	58,2	OUI
28	RDC	55,4	modéré	57,6	57,3	-0,3	60,0	OUI	56,8	OUI	56,7	OUI
28	1er	57,1	modéré	59,4	58,9	-0,5	60,0	OUI	58,1	OUI	58,2	OUI
28	2eme	58,0	modéré	60,3	59,5	-0,8	60,0	OUI	58,9	OUI	58,6	OUI
29	RDC	61,5	modéré	63,7	62,8	-0,9	61,5	NON	63,1	NON	62,7	NON
29	1er	62,5	modéré	64,8	63,7	-1,1	62,5	NON	63,3	NON	63,6	NON
30	RDC	55,4	modéré	57,6	56,1	-1,5	60,0	OUI	55,6	OUI	55,7	OUI
30	1er	55,5	modéré	57,8	56,3	-1,5	60,0	OUI	55,8	OUI	56,0	OUI
30	2eme	55,7	modéré	58,0	56,7	-1,3	60,0	OUI	56,2	OUI	56,4	OUI
30	3eme	56,0	modéré	58,3	57,3	-1,0	60,0	OUI	56,8	OUI	56,9	OUI
31	RDC	58,7	modéré	61,0	59,8	-1,2	60,0	OUI	59,5	OUI	59,5	OUI
31	1er	58,8	modéré	61,1	60,1	-1,0	60,0	NON	59,7	OUI	59,8	OUI
31	2eme	59,0	modéré	61,3	60,2	-1,1	60,0	NON	59,8	OUI	59,7	OUI
31	3eme	59,0	modéré	61,3	60,2	-1,1	60,0	NON	59,8	OUI	59,7	OUI
32	RDC	58,5	modéré	60,8	59,8	-1,0	60,0	OUI	59,4	OUI	59,5	OUI
32	1er	58,6	modéré	60,9	58,4	-2,5	60,0	OUI	58,0	OUI	57,9	OUI
33	RDC	57,6	modéré	59,9	59,2	-0,7	60,0	OUI	58,4	OUI	58,6	OUI
33	1er	57,6	modéré	59,9	57,8	-2,1	60,0	OUI	57,2	OUI	56,9	OUI
34	RDC	54,8	modéré	57,1	54,0	-3,1	60,0	OUI	53,1	OUI	53,0	OUI
34	1er	56,8	modéré	59,1	56,8	-2,3	60,0	OUI	56,2	OUI	56,1	OUI
34	2eme	57,4	modéré	59,6	57,7	-1,9	60,0	OUI	57,0	OUI	57,1	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
35	RDC	52,4	modéré	54,7	55,3	0,6	60,0	OUI	53,9	OUI	54,3	OUI
35	1er	51,7	modéré	54,0	53,9	-0,1	60,0	OUI	52,8	OUI	52,7	OUI
36	RDC	48,8	modéré	51,1	50,7	-0,4	60,0	OUI	49,6	OUI	49,5	OUI
37	RDC	37,7	modéré	40,0	39,4	-0,6	60,0	OUI	38,5	OUI	38,5	OUI
38	RDC	51,9	modéré	54,2	53,4	-0,8	60,0	OUI	52,4	OUI	52,7	OUI
38	1er	53,1	modéré	55,4	54,7	-0,7	60,0	OUI	53,8	OUI	53,8	OUI
39	RDC	49,9	modéré	52,2	51,8	-0,4	60,0	OUI	51,0	OUI	51,0	OUI
39	1er	51,3	modéré	53,6	52,7	-0,9	60,0	OUI	51,0	OUI	51,2	OUI
40	RDC	49,5	modéré	51,8	50,5	-1,3	60,0	OUI	51,1	OUI	51,2	OUI
41	RDC	42,7	modéré	45,0	44,1	-0,9	60,0	OUI	43,9	OUI	44,0	OUI
41	1er	52,0	modéré	54,3	52,9	-1,4	60,0	OUI	52,9	OUI	53,0	OUI
42	RDC	42,2	modéré	44,5	42,0	-2,5	60,0	OUI	42,2	OUI	42,2	OUI
42	1er	49,4	modéré	51,7	49,4	-2,3	60,0	OUI	49,9	OUI	50,0	OUI
43	RDC	52,4	modéré	54,7	53,8	-0,9	60,0	OUI	53,4	OUI	52,4	OUI
43	1er	53,5	modéré	55,8	54,7	-1,1	60,0	OUI	53,5	OUI	53,6	OUI
44	RDC	43,3	modéré	45,7	44,4	-1,3	60,0	OUI	44,6	OUI	44,7	OUI
45	RDC	49,9	modéré	52,2	51,0	-1,2	60,0	OUI	51,1	OUI	51,0	OUI
45	1er	52,2	modéré	54,5	53,7	-0,8	60,0	OUI	53,6	OUI	53,9	OUI
46	RDC	52,7	modéré	55,0	53,8	-1,2	60,0	OUI	53,6	OUI	53,5	OUI
46	1er	53,3	modéré	55,6	54,3	-1,3	60,0	OUI	53,6	OUI	53,6	OUI
47	RDC	49,1	modéré	51,4	52,1	0,7	60,0	OUI	51,1	OUI	51,1	OUI
47	1er	51,0	modéré	53,3	53,1	-0,2	60,0	OUI	51,8	OUI	51,4	OUI
48	RDC	41,3	modéré	43,6	43,3	-0,3	60,0	OUI	42,0	OUI	42,0	OUI
48	1er	50,1	modéré	52,4	51,4	-1,0	60,0	OUI	51,2	OUI	51,2	OUI
49	RDC	40,7	modéré	43,0	41,9	-1,1	60,0	OUI	41,9	OUI	41,9	OUI
49	1er	49,4	modéré	51,7	50,6	-1,1	60,0	OUI	50,4	OUI	50,4	OUI
50	RDC	47,0	modéré	49,3	48,3	-1,0	60,0	OUI	48,1	OUI	48,1	OUI
50	1er	49,4	modéré	51,7	50,4	-1,3	60,0	OUI	50,2	OUI	50,2	OUI
51	RDC	48,4	modéré	50,7	49,0	-1,7	60,0	OUI	49,0	OUI	48,9	OUI
51	1er	49,2	modéré	51,5	50,5	-1,0	60,0	OUI	50,3	OUI	50,4	OUI
52	RDC	48,8	modéré	51,1	49,6	-1,5	60,0	OUI	49,5	OUI	49,5	OUI
52	1er	49,9	modéré	52,2	51,0	-1,2	60,0	OUI	50,8	OUI	50,8	OUI
53	RDC	48,8	modéré	51,1	49,9	-1,2	60,0	OUI	49,2	OUI	49,3	OUI
53	1er	49,6	modéré	51,9	50,9	-1,0	60,0	OUI	50,3	OUI	50,3	OUI
54	RDC	48,6	modéré	50,9	49,8	-1,1	60,0	OUI	49,6	OUI	49,7	OUI
54	1er	49,6	modéré	51,9	50,8	-1,1	60,0	OUI	50,6	OUI	50,7	OUI
55	RDC	49,1	modéré	51,3	50,2	-1,1	60,0	OUI	50,3	OUI	50,2	OUI
55	1er	49,7	modéré	52,0	50,9	-1,1	60,0	OUI	50,8	OUI	50,7	OUI
56	RDC	42,0	modéré	44,3	43,0	-1,3	60,0	OUI	42,9	OUI	42,9	OUI
56	1er	50,0	modéré	52,3	51,1	-1,2	60,0	OUI	51,2	OUI	51,3	OUI
57	RDC	51,7	modéré	54,0	52,7	-1,3	60,0	OUI	52,7	OUI	53,0	OUI
57	1er	51,8	modéré	54,1	53,0	-1,1	60,0	OUI	52,7	OUI	53,0	OUI
58	RDC	49,6	modéré	51,9	50,5	-1,4	60,0	OUI	50,0	OUI	50,0	OUI
58	1er	51,8	modéré	54,1	53,1	-1,0	60,0	OUI	52,6	OUI	52,5	OUI
59	RDC	62,2	modéré	64,5	63,4	-1,1	62,2	NON	62,2	OUI	62,5	NON
60	RDC	62,8	modéré	65,1	70,7	5,6	62,8	NON	60,2	OUI	60,8	OUI
60	1er	63,8	modéré	66,1	72,6	6,5	63,8	NON	61,4	OUI	61,2	OUI
61	RDC	62,3	modéré	64,6	70,0	5,4	62,3	NON	59,6	OUI	60,0	OUI
61	1er	63,2	modéré	65,5	72,3	6,8	63,2	NON	60,8	OUI	60,7	OUI
62	RDC	60,8	modéré	63,1	71,2	8,1	60,8	NON	59,7	OUI	59,7	OUI
62	1er	62,5	modéré	64,9	73,1	8,2	62,5	NON	60,9	OUI	60,8	OUI
63	RDC	58,3	modéré	60,7	65,6	4,9	60,0	NON	58,1	OUI	58,1	OUI
63	1er	60,6	modéré	63,0	71,7	8,7	60,6	NON	59,5	OUI	59,5	OUI
64	RDC	66,5	non modéré	68,8	66,6	-2,2	65,0	NON	66,2	NON	66,5	NON
64	1er	65,4	non modéré	67,7	66,6	-1,1	65,0	NON	63,4	OUI	63,4	OUI
65	RDC	62,2	modéré	64,5	65,9	1,4	62,2	NON	60,8	OUI	61,1	OUI
65	1er	64,4	modéré	66,7	68,9	2,2	64,4	NON	59,2	OUI	59,9	OUI
66	RDC	59,0	modéré	61,3	61,6	0,3	60,0	NON	57,3	OUI	57,8	OUI
66	1er	61,4	modéré	63,7	64,9	1,2	61,4	NON	58,0	OUI	59,0	OUI
67	RDC	65,1	non modéré	67,4	65,8	-1,6	65,0	NON	64,6	OUI	65,1	NON
67	1er	62,6	modéré	64,8	63,7	-1,1	62,6	NON	61,9	OUI	62,4	OUI
68	RDC	57,5	modéré	59,8	58,7	-1,1	60,0	OUI	57,7	OUI	57,6	OUI
68	1er	57,0	modéré	59,3	58,3	-1,0	60,0	OUI	56,4	OUI	56,4	OUI
69	RDC	60,7	modéré	62,9	62,0	-0,9	60,7	NON	59,7	OUI	59,8	OUI
69	1er	60,9	modéré	63,2	62,5	-0,7	60,9	NON	57,6	OUI	58,1	OUI
70	RDC	59,9	modéré	62,2	61,2	-1,0	60,0	NON	59,3	OUI	59,4	OUI
70	1er	59,5	modéré	61,8	60,9	-0,9	60,0	NON	56,8	OUI	57,5	OUI
71	RDC	54,3	modéré	56,6	55,6	-1,0	60,0	OUI	54,8	OUI	54,8	OUI
71	1er	55,5	modéré	57,7	56,7	-1,0	60,0	OUI	55,0	OUI	55,2	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
72	RDC	67,7	non modéré	70,0	67,1	-2,9	65,0	NON	65,4	NON	65,7	NON
72	1er	67,0	non modéré	69,2	68,7	-0,5	65,0	NON	59,6	OUI	60,5	OUI
73	RDC	62,0	modéré	64,3	63,1	-1,2	62,0	NON	62,0	OUI	62,0	OUI
73	1er	62,5	modéré	64,8	63,8	-1,0	62,5	NON	61,8	OUI	61,5	OUI
74	RDC	53,6	modéré	56,0	56,9	0,9	60,0	OUI	52,3	OUI	52,4	OUI
74	1er	53,3	modéré	55,7	57,3	1,6	60,0	OUI	52,9	OUI	53,0	OUI
75	RDC	50,0	modéré	52,4	53,9	1,5	60,0	OUI	50,9	OUI	51,0	OUI
75	1er	54,3	modéré	56,6	56,6	0,0	60,0	OUI	54,5	OUI	54,8	OUI
76	RDC	57,0	modéré	59,3	60,8	1,5	60,0	NON	56,6	OUI	56,9	OUI
76	1er	56,9	modéré	59,2	60,9	1,7	60,0	NON	56,7	OUI	56,7	OUI
77	RDC	60,2	modéré	62,6	63,3	0,7	60,2	NON	56,5	OUI	56,5	OUI
77	1er	65,2	non modéré	67,6	68,1	0,5	65,0	NON	59,1	OUI	59,1	OUI
78	RDC	61,2	modéré	63,6	64,6	1,0	61,2	NON	57,7	OUI	57,7	OUI
78	1er	66,8	non modéré	69,2	68,9	-0,3	65,0	NON	59,4	OUI	59,4	OUI
79	RDC	56,4	modéré	58,7	60,0	1,3	60,0	OUI	55,2	OUI	55,2	OUI
79	1er	57,5	modéré	59,9	62,1	2,2	60,0	NON	55,3	OUI	55,4	OUI
80	RDC	54,3	modéré	56,7	59,2	2,5	60,0	OUI	54,2	OUI	54,2	OUI
80	1er	56,1	modéré	58,5	60,5	2,0	60,0	NON	55,5	OUI	55,5	OUI
81	RDC	54,5	modéré	56,9	58,3	1,4	60,0	OUI	53,9	OUI	53,9	OUI
81	1er	56,0	modéré	58,3	60,7	2,4	60,0	NON	54,6	OUI	54,7	OUI
82	RDC	53,2	modéré	55,5	55,2	-0,3	60,0	OUI	53,6	OUI	53,6	OUI
83	RDC	52,0	modéré	54,3	55,0	0,7	60,0	OUI	52,9	OUI	52,9	OUI
83	1er	52,6	modéré	54,9	55,7	0,8	60,0	OUI	53,4	OUI	53,5	OUI
84	RDC	55,4	modéré	57,7	59,7	2,0	60,0	OUI	55,0	OUI	55,0	OUI
84	1er	55,2	modéré	57,6	59,0	1,4	60,0	OUI	54,6	OUI	54,7	OUI
85	RDC	52,3	modéré	54,6	57,1	2,5	60,0	OUI	53,3	OUI	53,4	OUI
85	1er	53,5	modéré	55,8	58,1	2,3	60,0	OUI	54,1	OUI	54,2	OUI
86	RDC	51,8	modéré	54,1	54,3	0,2	60,0	OUI	51,8	OUI	51,9	OUI
86	1er	51,8	modéré	54,1	54,4	0,3	60,0	OUI	52,1	OUI	52,2	OUI
87	RDC	52,6	modéré	54,9	56,2	1,3	60,0	OUI	53,3	OUI	53,4	OUI
87	1er	52,2	modéré	54,5	56,1	1,6	60,0	OUI	52,8	OUI	52,8	OUI
88	RDC	54,5	modéré	56,8	57,6	0,8	60,0	OUI	54,3	OUI	54,4	OUI
88	1er	54,3	modéré	56,7	57,4	0,7	60,0	OUI	53,9	OUI	53,9	OUI
89	RDC	57,6	modéré	60,0	60,9	0,9	60,0	NON	61,4	NON	61,3	NON
89	1er	58,5	modéré	60,9	62,8	1,9	60,0	NON	63,1	NON	63,1	NON
90	RDC	57,5	modéré	59,8	62,0	2,2	60,0	NON	62,4	NON	62,3	NON
90	1er	58,7	modéré	61,1	64,1	3,0	60,0	NON	64,3	NON	64,3	NON
91	RDC	52,1	modéré	54,4	54,2	-0,2	60,0	OUI	52,4	OUI	52,4	OUI
91	1er	51,2	modéré	53,5	53,0	-0,5	60,0	OUI	51,5	OUI	51,5	OUI
92	RDC	50,2	modéré	52,5	53,9	1,4	60,0	OUI	51,4	OUI	51,4	OUI
92	1er	50,7	modéré	53,1	53,1	0,0	60,0	OUI	51,1	OUI	51,1	OUI
93	RDC	50,6	modéré	52,9	52,7	-0,2	60,0	OUI	51,5</			

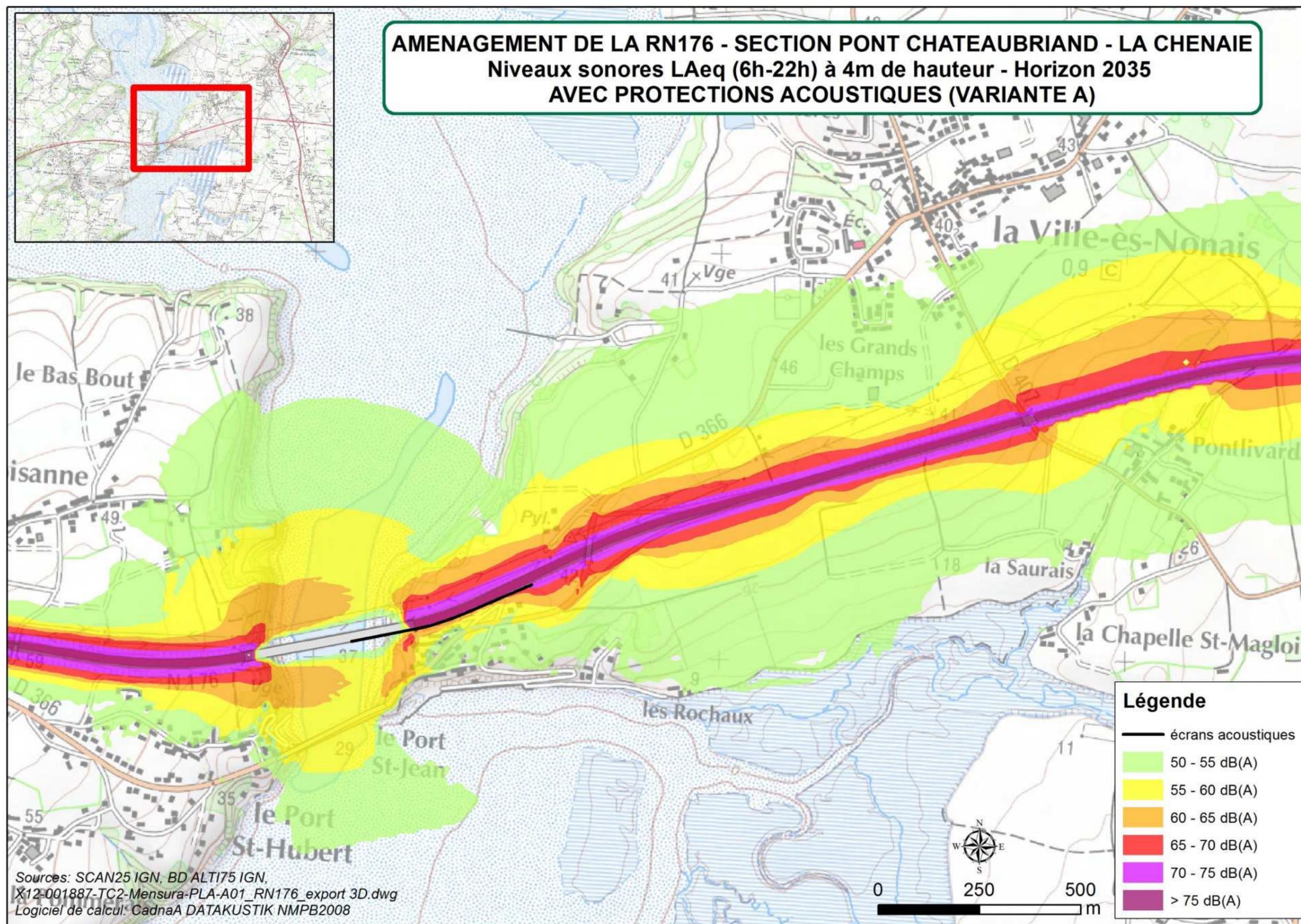


Figure 33 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 avec protections acoustiques (variante A) (source EREA – fon de plan IGN)

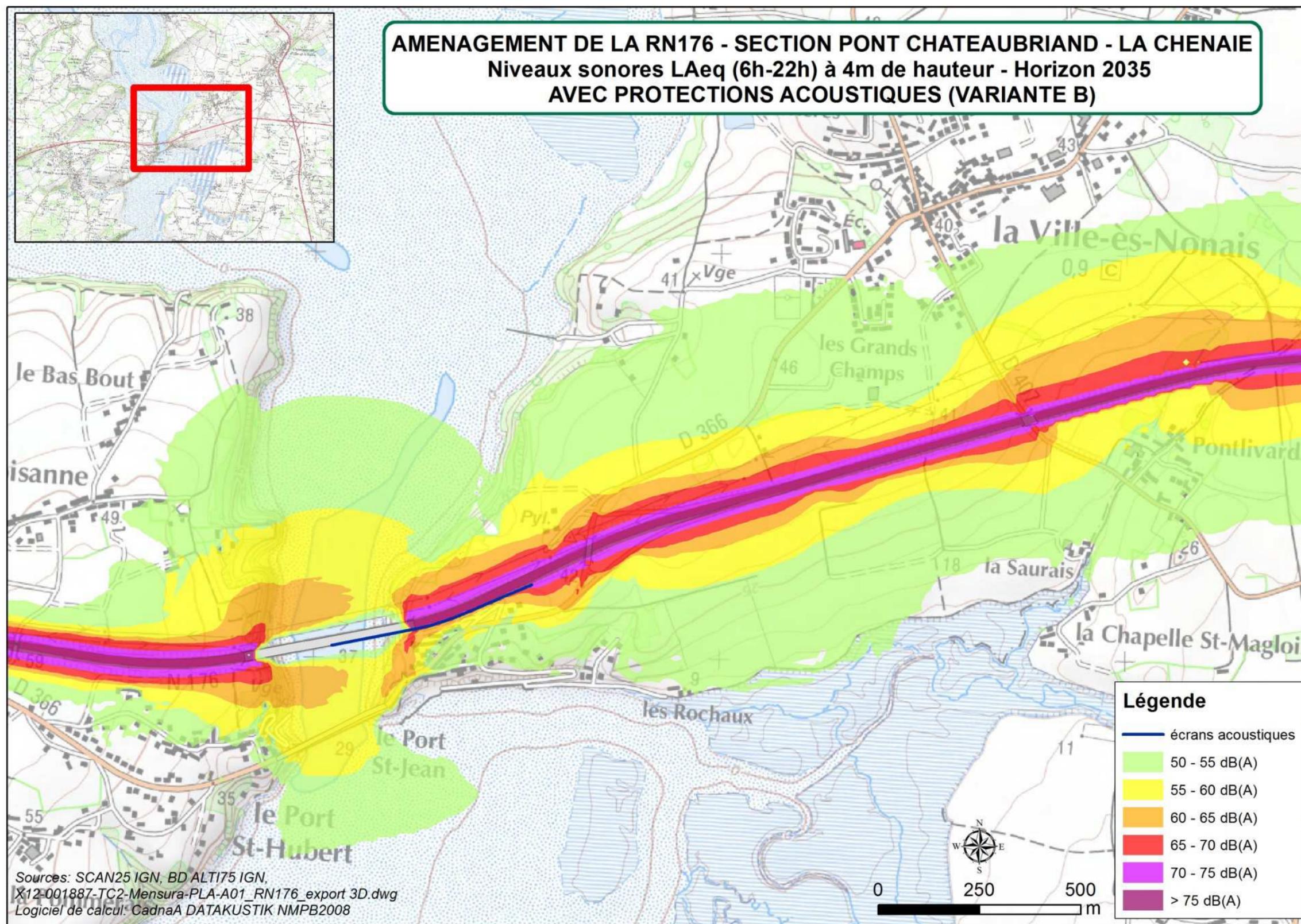


Figure 34 : Niveaux sonores LAeq (6h – 22h) à 4m de hauteur – Horizon 2035 avec protections acoustiques (variante A) (source EREA – fon de plan IGN)

4.5 Estimation financière des protections

Les coûts d'écrans sont calculés sur la base moyenne de 800 €HT du m² et le coût du merlon sur la base de 10 € HT du m³ (Hors acquisition foncière). Ce coût ne tient pas compte de la MOE et MOA.

Ce coût est issu de retour d'expérience en opération de résorption de PNB ou de mesures compensatoires lors de modification d'infrastructure.

Les coûts peuvent augmenter de façon sensible selon les contraintes d'implantation des écrans, le traitement paysager, la présence de réseaux, d'un pont, etc...

La base moyenne pour l'écran sur l'ouvrage d'art est majorée de 25% afin de prendre en compte l'aspect technique particulier que représente cet écran. Toutefois, il conviendra d'affiner ce coût.

Sur un chantier routier, les matériaux excédentaires sont fréquents. Même de qualité médiocre, ils peuvent être mis en dépôt sous forme de buttes acoustiques et ainsi réduire le coût du poste terrassements. Lorsque l'achat de matériaux est indispensable, leur fourniture et mise en œuvre peut atteindre les 8 à 10 €/m³ auxquels il faut ajouter la terre végétale (8 à 10 €/m³).

En complément des écrans, des logements devront bénéficier d'un traitement de façade. Le traitement des façades consiste à modifier les ouvertures d'un logement (portes, fenêtres...) afin de renforcer son isolation acoustique.

Il est difficile à ce stade d'évaluer le coût des protections de façades, qui est très variable selon la nature du bâti et le nombre de façades. Toutefois on peut retenir un coût moyen de 6 000 € HT par logement.

Ainsi, l'estimation financière des protections phoniques se répartit de la manière suivante :

protection	catégorie	Dimensions		PU (HT)	Montant (HT)
		longueur (m)	hauteur (m)		
Ecran A	A1B4 (réfléchissant)	160	2	1000 €/m ²	320 000 €
Ecran B1	A3B4 (absorbant)	180	4	800 €/m ²	576 000 €
Ecran B2	A3B4 (absorbant)	130	3	800 €/m ²	312 000 €
Merlon		470	2	10 €/m ³	70 500 €
				TOTAL ECRANS	1 278 500€
		Nombre de protections		PU (HT)	Montant (HT)
Protections de façade		9 habitations		6 000	54 000€
				TOTAL Variante A	1 332 500 €HT

Tableau 20 : Estimation du coût des protections définies à partir des objectifs réglementaires - variante A (source EREA)

protection	catégorie	Dimensions		PU (HT)	Montant (HT)
		longueur (m)	hauteur (m)		
Ecran A	A1B4 (réfléchissant)	200	1.5	1000 €/m ²	300 000 €
Ecran B1	A3B4 (absorbant)	180	4	800 €/m ²	576 000 €
Ecran B2	A3B4 (absorbant)	130	3	800 €/m ²	312 000 €
Merlon		470	2	10 €/m ³	70 500 €
				TOTAL ECRANS	1 258 500€
		Nombre de protections		PU (HT)	Montant (HT)
Protections de façade		12 habitations		6 000	72 000€
				TOTAL Variante B	1 330 500 €HT

Tableau 21 : Estimation du coût des protections définies à partir des objectifs réglementaires - variante B (source EREA)

4.6 Comparaison avec les études antérieures

Une étude acoustique antérieure a été réalisée en janvier 2014 (rapport n° 126ACO2013-01C). Dans cette étude, les protections acoustiques sont dimensionnées par rapport au modèle de calculs et aux hypothèses de calculs disponibles.

D'une manière générale, la hauteur des écrans est plus importante dans la précédente étude. Pour comparaison, le tableau suivant donne les dimensions de ces écrans.

Protection	Etude antérieure (janvier 2014)	Etude actuelle (janvier 2016)
Ecran B2	Longueur=200m et hauteur=2,5m	Longueur=130m et hauteur=3m
Ecran B1	Longueur=150m et hauteur=5m	Longueur=180m et hauteur=4m
Ecran A	Longueur=160m et hauteur=2m	Longueur=160m et hauteur=2m ou Longueur=210m et hauteur=1,5m
Merlon	Longueur=470m et hauteur=2m	Longueur=470m et hauteur=2m
Traitements des façades	Aucune avec cette solution	9 logements à protéger (variante A) et 12 logements (variante B)

Tableau 22 : Tableau de comparaison des dimensionnements des protections des différentes études (source EREA)

Il convient de noter que la première étude acoustique réalisée se base sur les hypothèses disponibles de l'époque. Ce modèle fait l'objet d'un calage élaboré à partir d'une campagne de mesures de 5 points alors que celui de la présente étude est calé à partir de 14 points de mesures. Cette étude se base également sur une transformation considérée comme significative sur l'ensemble de la section. Ainsi, les objectifs définis dans cette étude sont plus contraignant par rapport à ceux définis dans l'étude de janvier 2014.

4.7 Calculs avec des occurrences forfaitaires par excès

4.7.1 Calage du modèle de calculs

Dans cette partie, l'analyse prévisionnelle est réalisée à partir des hypothèses d'occurrences météorologiques forfaitaires par excès. Les niveaux sonores au droit des récepteurs sont calculés à partir de ces hypothèses de propagation majorantes (fréquences de vents favorables à la propagation acoustique plus nombreuses que celles présentes habituellement sur le site de Dinard).

Points fixes	L _{Aeq} (6h-22h)		L _{Aeq} (22h-6h)		Accalmie (jour nuit) (1-3)	Ecart (2-1)	Ecart (4-3)
	Valeurs mesurées (en dB(A)) (1)	Valeurs calculées (en dB(A)) (2)	Valeurs mesurées (en dB(A)) (3)	Valeurs calculées (en dB(A)) (4)			
PF1	54,7	56,6	45,3	46,3	9,4	1,9	1,0
PF2	58,4	59,4	49,4	49,3	9,0	1,0	-0,1
PF3	58,9	61,3	50,7	51,5	8,2	2,4	0,8
PF4	57,1	59,1	49,3	49,3	7,8	2,0	0,0
PF5	55,8	58,3	46,5	48,6	9,3	2,5	2,1
PF6	49,5	51,0	39,5	41,5	10,0	1,5	2,0
PF7	50,6	49,6	37,8	39,9	12,8	-1,0	2,1
PF8	54,2	47,7	42,9	38,6	11,3	-6,5	-4,3
PF9	54,5	55,1	43,1	45,0	11,4	0,6	1,9
PF10	63,9	61,4	51,5	51,3	12,4	-2,5	-0,2
PF11	55,3	51,6	40,6	41,9	14,7	-3,7	1,3
PF12	52,4	51,3	39,0	42,3	13,4	-1,1	3,3
PF13	47,6	49,7	36,7	40,9	10,9	2,1	4,2
PF14	49,5	47,4	35,4	38,5	14,1	-2,1	3,1

Tableau 23 : Tableau du calage du modèle de calculs avec les occurrences forfaitaires par excès du tableau B.6 de la norme NFS 31-133 (source EREA)

La comparaison des calculs et des mesures avec ces occurrences forfaitaires par excès indique une corrélation moins bonne. Globalement, les calculs surestiment les niveaux sonores au droit des récepteurs. Pour le site, l'approche plus nuancée qui consiste à considérer les valeurs maximales d'occurrences de conditions favorables de la station la plus proche (Dinard) semble la plus réaliste. Toutefois, les résultats sont donnés dans la suite de ce rapport pour information.

4.7.2 Horizons actuel et futur

Les calculs sur récepteurs sont effectués avec les occurrences forfaitaires par excès. La localisation des récepteurs est identique au rapport de l'étude (voir paragraphe 3.4). Les calculs sont également réalisés avec les protections acoustiques définies au chapitre précédent.

Récepteurs	Etagés	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - L _{Aeq} (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
1	RDC	64,2	modéré	66,4	64,7	-1,7	64,2	-	63,9	OUI	64,6	NON
1	1er	63,3	modéré	65,6	64,4	-1,2	63,3	-	63,0	OUI	63,2	OUI
2	RDC	63,1	modéré	65,3	63,5	-1,8	63,1	-	63,6	NON	63,5	NON
2	1er	63,4	modéré	65,7	64,2	-1,5	63,4	-	63,1	OUI	63,9	NON
3	RDC	62,3	modéré	64,6	63,4	-1,2	62,3	-	63,4	NON	63,5	NON
3	1er	63,3	modéré	65,6	64,4	-1,2	63,3	-	64,3	NON	64,2	NON
4	RDC	56,4	modéré	58,7	57,7	-1,0	60,0	-	56,7	OUI	56,8	OUI
4	1er	57,4	modéré	59,6	58,2	-1,4	60,0	-	58,0	OUI	57,6	OUI
5	RDC	51,4	modéré	53,7	52,5	-1,2	60,0	-	52,5	OUI	52,5	OUI
5	1er	53,3	modéré	55,6	54,5	-1,1	60,0	-	54,5	OUI	54,5	OUI
6	RDC	51,2	modéré	53,5	52,1	-1,4	60,0	-	52,0	OUI	52,1	OUI
6	1er	52,1	modéré	54,3	53,1	-1,2	60,0	-	53,1	OUI	53,1	OUI
7	RDC	44,6	modéré	46,9	46,0	-0,9	60,0	-	46,0	OUI	46,0	OUI
7	1er	44,7	modéré	47,0	46,0	-1,0	60,0	-	46,1	OUI	46,0	OUI
8	RDC	49,7	modéré	52,0	50,9	-1,1	60,0	-	50,9	OUI	50,9	OUI
9	RDC	47,7	modéré	50,0	49,0	-1,0	60,0	-	49,1	OUI	49,0	OUI
10	RDC	51,5	modéré	53,8	52,9	-0,9	60,0	-	53,1	OUI	53,2	OUI
10	1er	52,0	modéré	54,3	53,3	-1,0	60,0	-	53,2	OUI	53,2	OUI
10	2eme	52,0	modéré	54,3	53,3	-1,0	60,0	-	53,3	OUI	53,3	OUI
11	RDC	47,8	modéré	50,1	48,9	-1,2	60,0	-	49,1	OUI	48,9	OUI
11	1er	51,2	modéré	53,4	52,3	-1,1	60,0	-	52,3	OUI	52,3	OUI
12	RDC	50,3	modéré	52,6	51,4	-1,2	60,0	-	51,4	OUI	51,5	OUI
12	1er	50,9	modéré	53,2	52,1	-1,1	60,0	-	52,1	OUI	52,1	OUI
13	RDC	52,0	modéré	54,3	53,3	-1,0	60,0	-	53,2	OUI	53,3	OUI
13	1er	53,1	modéré	55,4	54,3	-1,1	60,0	-	54,3	OUI	54,3	OUI
14	RDC	51,5	modéré	53,8	52,3	-1,5	60,0	-	52,4	OUI	52,4	OUI
14	1er	53,4	modéré	55,7	54,5	-1,2	60,0	-	54,3	OUI	54,3	OUI
15	RDC	54,6	modéré	56,9	55,6	-1,3	60,0	-	55,6	OUI	55,5	OUI
15	1er	54,9	modéré	57,2	55,9	-1,3	60,0	-	55,9	OUI	55,8	OUI
16	RDC	55,4	modéré	57,6	56,3	-1,3	60,0	-	56,4	OUI	56,2	OUI
16	1er	55,6	modéré	57,9	56,6	-1,3	60,0	-	56,4	OUI	56,1	OUI
17	RDC	55,5	modéré	57,7	56,8	-0,9	60,0	-	56,4	OUI	56,5	OUI
18	1er	45,8	modéré	48,1	41,7	-6,4	60,0	-	41,6	OUI	41,6	OUI
19	RDC	54,3	modéré	56,6	55,4	-1,2	60,0	-	55,5	OUI	55,4	OUI
20	RDC	57,2	modéré	59,5	57,8	-1,7	60,0	-	57,1	OUI	57,1	OUI
21	RDC	51,1	modéré	53,4	53,0	-0,4	60,0	-	52,7	OUI	53,3	OUI
22	RDC	54,3	modéré	56,6	55,8	-0,8	60,0	-	55,4	OUI	55,6	OUI
22	1er	50,4	modéré	52,8	52,0	-0,8	60,0	-	50,0	OUI	50,1	OUI
22	2eme	51,5	modéré	53,8	51,1	-2,7	60,0	-	49,7	OUI	49,8	OUI
23	RDC	55,6	modéré	57,9	56,9	-1,0	60,0	-	56,2	OUI	55,9	OUI
23	1er	55,8	modéré	58,0	57,9	-0,1	60,0	-	57,4	OUI	57,3	OUI
24	RDC	55,7	modéré	58,0	57,0	-1,0	60,0	-	56,4	OUI	56,4	OUI
24	1er	56,1	modéré	58,4	57,6	-0,8	60,0	-	57,0	OUI	56,8	OUI
25	RDC	58,0	modéré	60,3	59,3	-1,0	60,0	-	59,2	OUI	59,2	OUI
26	RDC	58,8	modéré	61,0	60,6	-0,4	60,0	-	60,3	NON	60,4	NON
27	RDC	57,4	modéré	59,6	58,7	-0,9	60,0	-	58,2	OUI	58,2	OUI
27	1er	57,5	modéré	59,8	58,9	-0,9	60,0	-	58,4	OUI	58,4	OUI
28	RDC	55,7	modéré	57,9	58,0	0,1	60,0	-	57,4	OUI	57,4	OUI
28	1er	57,3	modéré	59,6	59,2	-0,4	60,0	-	58,3	OUI	58,4	OUI
28	2eme	58,3	modéré	60,6	60,0	-0,6	60,0	-	59,3	OUI	59,1	OUI
29	RDC	61,6	modéré	63,9	63,0	-0,9	61,6	-	63,2	NON	62,8	NON
29	1er	62,6	modéré	64,9	63,8	-1,1	62,6	-	63,4	NON	63,7	NON
30	RDC	55,6	modéré	57,9	56,5	-1,4	60,0	-	55,9	OUI	56,0	OUI
30	1er	55,8	modéré	58,1	56,9	-1,2	60,0	-	56,2	OUI	56,4	OUI
30	2eme	56,0	modéré	58,2	57,4	-0,8	60,0	-	56,8	OUI	56,9	OUI
30	3eme	56,3	modéré	58,6	57,7	-0,9	60,0	-	57,2	OUI	57,2	OUI
31	RDC	58,9	modéré	61,2	60,0	-1,2	60,0	-	59,7	OUI	59,7	OUI
31	1er	58,9	modéré	61,2	60,3	-0,9	60,0	-	59,8	OUI	60,0	OUI
31	2eme	59,1	modéré	61,4	60,4	-1,0	60,0	-	59,9	OUI	59,8	OUI
31	3eme	59,1	modéré	61,4	60,4	-1,0	60,0	-	59,9	OUI	59,9	OUI
32	RDC	58,6	modéré	60,9	60,0	-0,9	60,0	-	59,5	OUI	59,7	OUI
32	1er	58,8	modéré	61,1	58,7	-2,4	60,0	-	58,2	OUI	58,1	OUI
33	RDC	57,8	modéré	60,1	59,4	-0,7	60,0	-	58,6	OUI	58,7	OUI
33	1er	57,8	modéré	60,1	58,1	-2,0	60,0	-	57,5	OUI	57,2	OUI
34	RDC	55,3	modéré	57,6	55,0	-2,6	60,0	-	54,0	OUI	54,0	OUI
34	1er	57,4	modéré	59,7	57,2	-2,5	60,0	-	56,5	OUI	56,4	OUI
34	2eme	57,8	modéré	60,0	58,1	-1,9	60,0	-	57,3	OUI	57,4	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
35	RDC	53,1	modéré	55,4	56,1	0,7	60,0	--	54,7	OUI	55,1	OUI
35	1er	52,5	modéré	54,8	54,7	-0,1	60,0	--	53,7	OUI	53,6	OUI
36	RDC	50,2	modéré	52,5	52,1	-0,4	60,0	--	51,0	OUI	50,8	OUI
37	RDC	38,4	modéré	40,7	40,1	-0,6	60,0	--	39,0	OUI	39,0	OUI
38	RDC	52,7	modéré	55,0	54,3	-0,7	60,0	--	53,2	OUI	53,5	OUI
38	1er	54,0	modéré	56,3	55,7	-0,6	60,0	--	54,7	OUI	54,7	OUI
39	RDC	51,5	modéré	53,8	53,4	-0,4	60,0	--	52,7	OUI	52,8	OUI
39	1er	52,4	modéré	54,7	53,9	-0,8	60,0	--	52,5	OUI	52,6	OUI
40	RDC	51,1	modéré	53,5	52,0	-1,5	60,0	--	52,8	OUI	52,9	OUI
41	RDC	43,7	modéré	46,0	45,1	-0,9	60,0	--	45,0	OUI	45,1	OUI
41	1er	53,9	modéré	56,2	54,7	-1,5	60,0	--	54,7	OUI	54,8	OUI
42	RDC	43,1	modéré	45,4	42,3	-3,1	60,0	--	42,8	OUI	42,8	OUI
42	1er	51,1	modéré	53,4	50,8	-2,6	60,0	--	51,5	OUI	51,6	OUI
43	RDC	53,4	modéré	55,7	54,7	-1,0	60,0	--	54,5	OUI	54,0	OUI
43	1er	54,0	modéré	56,3	55,1	-1,2	60,0	--	54,3	OUI	54,5	OUI
44	RDC	44,5	modéré	46,8	45,4	-1,4	60,0	--	45,9	OUI	46,0	OUI
45	RDC	51,5	modéré	53,8	52,5	-1,3	60,0	--	52,8	OUI	52,7	OUI
45	1er	53,4	modéré	55,7	54,7	-1,0	60,0	--	54,7	OUI	54,8	OUI
46	RDC	53,8	modéré	56,0	54,9	-1,1	60,0	--	54,7	OUI	54,6	OUI
46	1er	53,9	modéré	56,2	54,9	-1,3	60,0	--	54,5	OUI	54,4	OUI
47	RDC	50,5	modéré	52,9	53,6	0,7	60,0	--	52,7	OUI	52,7	OUI
47	1er	52,2	modéré	54,5	53,9	-0,6	60,0	--	53,0	OUI	52,9	OUI
48	RDC	42,3	modéré	44,7	44,0	-0,7	60,0	--	42,9	OUI	43,0	OUI
48	1er	52,0	modéré	54,3	53,2	-1,1	60,0	--	53,2	OUI	53,2	OUI
49	RDC	42,0	modéré	44,3	43,1	-1,2	60,0	--	43,2	OUI	43,2	OUI
49	1er	51,3	modéré	53,6	52,5	-1,1	60,0	--	52,3	OUI	52,3	OUI
50	RDC	48,9	modéré	51,2	50,2	-1,0	60,0	--	50,0	OUI	50,0	OUI
50	1er	51,2	modéré	53,5	52,2	-1,3	60,0	--	52,1	OUI	52,1	OUI
51	RDC	50,4	modéré	52,7	50,9	-1,8	60,0	--	50,9	OUI	50,9	OUI
51	1er	50,9	modéré	53,2	52,1	-1,1	60,0	--	52,0	OUI	52,1	OUI
52	RDC	50,7	modéré	53,0	51,5	-1,5	60,0	--	51,5	OUI	51,5	OUI
52	1er	51,6	modéré	53,9	52,6	-1,3	60,0	--	52,5	OUI	52,5	OUI
53	RDC	50,3	modéré	52,6	51,4	-1,2	60,0	--	51,2	OUI	51,2	OUI
53	1er	50,9	modéré	53,1	52,2	-0,9	60,0	--	51,9	OUI	51,9	OUI
54	RDC	50,4	modéré	52,7	51,6	-1,1	60,0	--	51,5	OUI	51,5	OUI
54	1er	51,2	modéré	53,5	52,4	-1,1	60,0	--	52,3	OUI	52,3	OUI
55	RDC	51,0	modéré	53,3	52,2	-1,1	60,0	--	52,2	OUI	52,1	OUI
55	1er	51,2	modéré	53,5	52,4	-1,1	60,0	--	52,3	OUI	52,3	OUI
56	RDC	43,1	modéré	45,4	44,0	-1,4	60,0	--	43,9	OUI	43,9	OUI
56	1er	51,9	modéré	54,2	53,0	-1,2	60,0	--	53,1	OUI	53,3	OUI
57	RDC	53,2	modéré	55,5	54,3	-1,2	60,0	--	54,3	OUI	54,4	OUI
57	1er	52,8	modéré	55,0	53,9	-1,1	60,0	--	53,8	OUI	53,9	OUI
58	RDC	50,8	modéré	53,1	51,6	-1,5	60,0	--	51,4	OUI	51,4	OUI
58	1er	53,1	modéré	55,4	54,3	-1,1	60,0	--	54,1	OUI	54,0	OUI
59	RDC	62,3	modéré	64,6	63,6	-1,0	62,3	--	62,3	OUI	62,6	NON
60	RDC	63,1	modéré	65,4	70,8	5,4	63,1	NON	60,8	OUI	61,3	OUI
60	1er	64,0	modéré	66,3	72,6	6,3	64,0	NON	61,8	OUI	61,7	OUI
61	RDC	62,3	modéré	64,6	70,0	5,4	62,3	NON	59,8	OUI	60,3	OUI
61	1er	63,3	modéré	65,6	72,3	6,7	63,3	NON	61,1	OUI	61,0	OUI
62	RDC	61,3	modéré	63,6	71,2	7,6	61,3	NON	60,3	OUI	60,3	OUI
62	1er	62,9	modéré	65,3	73,1	7,8	62,9	NON	61,4	OUI	61,3	OUI
63	RDC	59,0	modéré	61,4	65,9	4,5	60,0	NON	58,8	OUI	58,9	OUI
63	1er	61,1	modéré	63,4	71,7	8,3	61,1	NON	60,1	OUI	60,1	OUI
64	RDC	66,5	non modéré	68,8	66,6	-2,2	65,0	--	66,2	NON	66,5	NON
64	1er	65,4	non modéré	67,7	66,7	-1,0	65,0	--	63,5	OUI	63,4	OUI
65	RDC	62,3	modéré	64,5	65,9	1,4	62,3	--	60,9	OUI	61,2	OUI
65	1er	64,5	modéré	66,7	69,0	2,3	64,5	NON	59,6	OUI	60,3	OUI
66	RDC	59,4	modéré	61,7	62,4	0,7	60,0	--	57,8	OUI	58,2	OUI
66	1er	61,5	modéré	63,8	65,1	1,3	61,5	--	58,5	OUI	59,5	OUI
67	RDC	65,1	non modéré	67,4	65,9	-1,5	65,0	--	64,6	OUI	65,2	NON
67	1er	62,6	modéré	64,9	63,8	-1,1	62,6	--	62,1	OUI	62,5	OUI
68	RDC	58,0	modéré	60,3	59,2	-1,1	60,0	--	58,2	OUI	58,2	OUI
68	1er	57,5	modéré	59,8	58,8	-1,0	60,0	--	57,1	OUI	57,1	OUI
69	RDC	60,9	modéré	63,2	62,3	-0,9	60,9	--	60,1	OUI	60,1	OUI
69	1er	61,2	modéré	63,5	62,8	-0,7	61,2	--	58,2	OUI	58,7	OUI
70	RDC	60,1	modéré	62,3	61,4	-0,9	60,1	--	59,5	OUI	59,6	OUI
70	1er	59,8	modéré	62,1	61,2	-0,9	60,0	--	57,3	OUI	58,0	OUI
71	RDC	54,8	modéré	57,1	56,1	-1,0	60,0	--	55,2	OUI	55,3	OUI
71	1er	55,8	modéré	58,1	57,0	-1,1	60,0	--	55,3	OUI	55,6	OUI

Récepteurs	Etages	Etat 2015 après calcul	Type d'ambiance sonore après calcul	HORIZON FUTUR - 2035 - LAeq (6h-22h)								
				SANS PROJET	AVEC PROJET	TRANSFORMATION	OBJECTIFS	RESPECT DES SEUILS	PROJET AVEC ECRANS (Variante A)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS	PROJET AVEC ECRANS (Variante B)	RESPECT DES SEUILS AVEC PROTECTIONS
72	RDC	67,8	non modéré	70,0	67,2	-2,8	65,0	--	65,4	NON	65,7	NON
72	1er	67,0	non modéré	69,3	68,8	-0,5	65,0	--	59,9	OUI	60,8	OUI
73	RDC	62,4	modéré	64,6	63,5	-1,1	62,4	--	62,4	OUI	62,4	OUI
73	1er	62,6	modéré	64,9	64,0	-0,9	62,6	--	62,0	OUI	61,7	OUI
74	RDC	55,1	modéré	57,5	58,4	0,9	60,0	--	53,5	OUI	53,5	OUI
74	1er	54,6	modéré	56,9	58,6	1,7	60,0	--	54,1	OUI	54,2	OUI
75	RDC	51,4	modéré	53,7	55,2	1,5	60,0	--	52,2	OUI	52,3	OUI
75	1er	55,2	modéré	57,5	57,5	0,0	60,0	--	55,4	OUI	55,7	OUI
76	RDC	58,1	modéré	60,4	61,9	1,5	60,0	--	57,6	OUI	57,8	OUI
76	1er	57,7	modéré	60,0	61,6	1,6	60,0	--	57,4	OUI	57,5	OUI
77	RDC	60,4	modéré	62,8	63,6	0,8	60,4	--	56,8	OUI	56,8	OUI
77	1er	65,2	non modéré	67,7	68,1	0,4	65,0	--	59,6	OUI	59,6	OUI
78	RDC	61,4	modéré	63,8	64,7	0,9	61,4	--	57,9	OUI	57,8	OUI
78	1er	66,8	non modéré	69,3	68,9	-0,4	65,0	--	59,8	OUI	59,7	OUI
79	RDC	57,3	modéré	59,7	60,7	1,0	60,0	--	56,1	OUI	56,1	OUI
79	1er	58,1	modéré	60,5	62,7	2,2	60,0	NON	56,2	OUI	56,3	OUI
80	RDC	55,1	modéré	57,4	59,8	2,4	60,0	OUI	54,8	OUI	54,9	OUI
80	1er	56,8	modéré	59,1	61,0	1,9	60,0	--	56,3	OUI	56,3	OUI
81	RDC	55,5	modéré	57,8	59,1	1,3	60,0	--	54,7	OUI	54,7	OUI
81	1er	56,8	modéré	59,2	61,4	2,2	60,0	NON	55,5	OUI	55,6	OUI
82	RDC	54,0	modéré	56,3	56,0	-0,3	60,0	--	54,2	OUI	54,2	OUI
83	RDC	53,0	modéré	55,3	56,0	0,7	60,0	--	54,0	OUI	54,0	OUI
83	1er	53,4	modéré	55,7	56,5	0,8	60,0	--	54,2	OUI	54,3	OUI
84	RDC	56,1	modéré	58,5	60,3	1,8	60,0	--	55,8	OUI	55,8	OUI
84	1er	56,0	modéré	58,3	59,6	1,3	60,0	--	55,6	OUI	55,7	OUI
85	RDC	53,2	modéré	55,6	57,9	2,3	60,0	OUI	54,4	OUI	54,4	OUI
85	1er	54,5	modéré	56,8	58,8	2,0	60,0	--	55,1	OUI	55,2	OUI
86	RDC	52,7	modéré	55,0	55,2	0,2	60,0	--	52,7	OUI	52,8	OUI
86	1er	52,7	modéré	55,0	55,2	0,2	60,0	--	53,0	OUI	53,0	OUI
87	RDC	53,7	modéré	56,0	57,1	1,1	60,0	--	54,6	OUI	54,6	OUI
87	1er	53,1	modéré	55,4	56,8	1,4	60,0	--	53,9	OUI	53,9	OUI
88	RDC	55,7	modéré	58,0	58,6	0,6	60,0	--	55,7	OUI	55,7	OUI
88	1er	55,3	modéré	57,7	58,2	0,5	60,0	--	55,1	OUI	55,1	OUI
89	RDC	58,4	modéré	60,8	61,5	0,7	60,0	--	59,1	OUI	61,8	NON
89	1er	59,0	modéré	61,4	63,2	1,8	60,0	--	60,5	NON	63,4	NON
90	RDC	58,3	modéré	60,7	62,5	1,8	60,0	--	59,6	OUI	62,8	NON
90	1er	59,3	modéré	61,6	64,4	2,8	60,0	NON	63,3	NON	64,5	NON
91	RDC	53,3	modéré	55,7	55,2	-0,5	60,0	--	53,6	OUI	53,6	OUI
91	1er	52,5	modéré	54,8	54,1	-0,7	60,0	--	52,9	OUI	52,9	OUI
92	RDC	51,1	modéré	53,4	54,6	1,2	60,0	--	52,4	OUI	52,4	OUI
92	1er	52,0	modéré	54,3	54,1	-0,2	60,0	--	52,5	OUI	52,5	OUI
93	RDC	51,7	modéré	54,0	53,7	-0,3	60,0	--	52,6	OUI	52,6	OUI
93	1er	52,0	modéré	54,4	54,4	0,0	60,0	--	52,8	OUI	52,8	OUI
94	RDC	53,9	modéré	56,3	54,7	-1,6	60,0	--	54,6	OUI	54,6	OUI
94	1er	53,2	modéré	55,5	54,8	-0,7	60,0	--	54,0	OUI	54,0	OUI
95	RDC	48,5	modéré	50,8	52,4	1,6	60,0	--	48,7	OUI	48,8	OUI
95	1er	51,2	modéré	53,5	54,8	1,3	60,0	--	51,6	OUI	51,6	OUI
96	RDC	44,5	modéré	46,7	45,1	-1,6	60,0	--	45,0	OUI	45,0	OUI
96	1er	48,6	modéré	50,9	46,9	-4,0	60,0	--	45,2	OUI	45,2	OUI
97	RDC	40,7	modéré	42,9	42,1	-0,8	60,0	--	42,2	OUI	42,2	OUI
97	1er	44,6	modéré	46,8	45,2	-1,6	60,0	--	45,2	OUI	45,2	OUI
98	RDC	45,9	modéré	48,1	47,0	-1,1	60,0	--	47,0	OUI	47,0	OUI
98	1er	46,5	modéré	48,7	47,2	-1,5	60,0	--	47,2	OUI	47,2	OUI
99	RDC	51,5	modéré	53,8	53,6	-0,2	60,0	--	52,7	OUI	52,7	OUI
99	1er	51,0	modéré	53,3	52,3	-1,0	60,0	--	51,5	OUI	51,5	OUI
100	RDC	59,4	modéré	61,6	60,9	-0,7	60,0	--	60,9	NON	60,9	NON
101	RDC	53,8	modéré	56,1	55,0	-1,1	60,0	--	55,0	OUI	55,0	OUI
101	1er	53,0	modéré	55,2	54,2	-1,0	60,0	--	54,2	OUI	54,2	OUI
102	RDC	54,6	modéré	56,8	55,7	-1,1	60,0	--	55,7	OUI	55,7	OUI
102	1er	53,9	modéré	56,1	55,3	-0,8	60,0	--	55,3	OUI	55,3	OUI
103	RDC	55,5	modéré	57,7	56,5	-1,2	60,0	--	56,5	OUI	56,5	OUI
103	1er	55,6	modéré	57,8	56,7	-1,1	60,0	--	56,7	OUI	56,7	OUI
104	RDC	60,4	modéré	62,6	62,2	-0,4	60,4	--	56,7	OUI	56,7	OUI
104	1er	60,4	modéré	62,6	62,3	-0,3	60,4	--	56,8	OUI	56,8	OUI
105	RDC	57,7	modéré	59,9	59,5	-0,4	60,0	--	54,7	OUI	54,7	OUI
105	1er	57,7	modéré	59,9	59,4	-0,5	60,0	--	55,3	OUI	55,3	OUI
106	RDC	57,0	modéré	59,2	58,7	-0,5	60,0	--	55,3	OUI	55,3	OUI
106	1er	59,4	modéré	61,6	60,6	-1,0	60,0	--	56,2	OUI	56,2	OUI
107	RDC	60,3	modéré	62,4	61,8	-0,6	60,3	--	55,7	OUI	55,7	OUI
107	1er	61,2	modéré	63,3	62,9	-0,4	61,2	--	56,5	OUI	56,5	OUI
108	RDC	59,5	modéré	61,7	61,8	0,1	60,0	--	55,0	OUI	55,0	OUI
108	1er	59,7	modéré	61,9	61,4	-0,5	60,0	--	55,9	OUI	55,9	OUI



Tableau 24 : Détail des résultats par récepteurs et par étages horizons actuel et futur avec protection – occurrences forfaitaires par excès (source EREA)

Ainsi, les niveaux sonores calculés avec les occurrences forfaitaires par excès sont légèrement plus élevés qu'avec les occurrences de Dinard. Ceci est d'autant plus vrai que l'on se situe loin de l'infrastructure en question. En effet, les conditions météorologiques ont une influence sur la propagation des niveaux sonores au-delà de 100m de la voie. Or, les protections acoustiques sont dimensionnées afin de protéger les habitations situées aux abords de la RN176 car ce sont les plus impactées. Ainsi, le calcul avec les occurrences météorologiques forfaitaires par excès n'indique pas de changement quant au dimensionnement des protections acoustiques à apporter.

4.8 Conclusion

Ce rapport fait état de l'étude acoustique concernant le projet de mise à 2x2 voies de la RN176 entre l'estuaire de la Rance et l'échangeur de la Chênaie.

Afin de caractériser les situations sonores initiales au droit des riverains du projet, deux campagnes de mesures acoustiques se sont déroulées en février 2013 et en octobre 2015. Les campagnes de mesures acoustiques réalisées comprennent 14 points de mesures de 24h en totalité. Des comptages routiers concomitants aux mesures acoustiques ont été effectués lors des deux campagnes. Les niveaux sonores mesurés sont essentiellement caractérisés par l'actuelle RN176. Tous les points de mesure sont inférieurs à 65 dB(A) de jour et 60 dB(A) de nuit ; ils se situent donc en zone d'ambiance sonore modérée. Aucun point noir bruit n'est mesuré sur la zone d'étude. Ces mesures ont également permis de caler et d'ajuster les paramètres du modèle de calculs.

Les calculs prévisionnels sont effectués à un horizon se situant 20 ans après la mise en service de la route. Ils mettent en évidence une transformation significative pour 10 habitations. Les objectifs ont donc été fixés en prenant en compte une transformation significative de l'infrastructure sur l'ensemble de la section. Ainsi, les résultats indiquent des dépassements des objectifs réglementaires au droit d'habitations se situant à proximité de la Rance, à l'ouest et à l'est, sur les communes de La Ville-ès-Nonais (le port Saint-Jean) et de Plouër-sur-Rance (rue du Passeur). Des dépassements sont également observés au nord de la voie (impasse Jurgot) et au sud, à Pontlivard.

Des protections acoustiques sont dimensionnées par la suite afin de répondre aux objectifs réglementaires. Deux variantes de protections sont proposées pour respecter les seuils réglementaires. Une première variante consiste à protéger les habitations situées au sud à l'aide de trois écrans acoustiques (dont un sur l'ouvrage) et à traiter les façades de 9 habitations. La seconde variante consiste à augmenter la longueur de l'écran afin de diminuer sa hauteur mais à traiter les façades de 12 habitations. En outre dans les deux cas, un merlon acoustique est à prévoir au droit du hameau de Pontlivard. Les protections à la source dimensionnées ont les caractéristiques suivantes :

- Ecran A : écran sur ouvrage d'art de 160m de longueur et de 2m de hauteur de classification minimum A1B4 (ou 210m de longueur et 1,5m de hauteur)
- Ecran B1 : écran de 180m de longueur et de 4m de hauteur de classification minimum A3B4
- Ecran B2 : écran de 130m de longueur et de 3m de hauteur de classification minimum A3B4
- Merlon de 470m de longueur et de 2m de hauteur

4.9 Annexes

4.9.1 Données de trafic

4.9.1.1 Localisation du comptage routier lors de la première campagne



Figure 35 : Localisation du comptage routier lors de la première campagne (source EREA – fond de plan IGN)

4.9.1.2 Données de trafic lors de la première campagne de mesure

DIR OUEST

Débits horaires classifiés par longueur

Du 18 février 2013 Au 20 février 2013

Station : MWC22.J (N176_PLOUER ind) Axe: N176 PR: 3+500

SENS PONTORSON ST MALO

Voie : 0039.00 1

Jour	classe	0-1h	1-2h	2-3h	3-4h	4-5h	5-6h	6-7h	7-8h	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h	20-21h	21-22h	22-23h	23-24h	Total	Total TV	%PL
18/02/2013	VL	19	14	6	3	27	47	121	522	621	392	392	387	364	381	480	505	546	763	670	328	142	68	63	36	6 897	8 135	15,22%
	PL	4	5	3	7	5	28	66	118	98	91	89	110	63	38	80	69	93	104	77	40	23	12	6	9	1 238		
19/02/2013	VL	14	7	6	5	16	36	96	462	615	466	391	385	342	391	427	447	615	852	676	386	177	93	62	72	7 039	8 413	16,33%
	PL	6	3	9	11	7	23	63	96	134	101	112	98	90	72	77	97	105	97	77	46	23	11	9	7	1 374		
20/02/2013	VL	15	14	5	7	16	30	104	438	534	354	389	390	308	381	433	472	555	828	661	371	188	103	60	45	6 701	8 004	16,28%
	PL	2	8	4	8	9	25	54	111	87	123	115	110	75	61	74	91	89	93	68	50	21	9	8	8	1 303		
Moyenne Jours	VL	16	12	6	5	20	38	107	474	590	404	391	387	338	384	447	475	572	814	669	362	169	88	62	51	6 879	8 184	15,95%
	PL	4	5	5	9	7	25	61	108	106	105	105	106	76	57	77	86	96	98	74	45	22	11	8	8	1 305		

Tableau 25 : Données de trafic premiere campagne de mesure (sens Pontorson – Saint-Malo) – source DIR Ouest

DIR OUEST

Débits horaires classifiés par longueur

Du 18 février 2013 Au 20 février 2013

Station : MWC22.J (N176_PLOUER ind) Axe: N176 PR: 3+500

SENS ST MALO PONTORSON

Voie : 0039.00 2

Jour	classe	0-1h	1-2h	2-3h	3-4h	4-5h	5-6h	6-7h	7-8h	8-9h	9-10h	10-11h	11-12h	12-13h	13-14h	14-15h	15-16h	16-17h	17-18h	18-19h	19-20h	20-21h	21-22h	22-23h	23-24h	Total	Total TV	%PL
18/02/2013	VL	13	12	4	7	38	74	143	535	806	469	442	425	400	363	387	431	479	674	598	320	141	76	41	26	6 904	8 409	17,90%
	PL	10	4	9	5	14	28	55	90	121	113	113	114	99	85	96	123	100	102	92	57	35	23	13	4	1 505		
19/02/2013	VL	7	7	4	9	23	49	117	543	732	456	384	429	426	394	423	455	560	765	643	396	168	73	73	67	7 203	8 705	17,25%
	PL	5	5	6	12	10	21	40	89	110	108	94	133	86	87	115	100	119	136	86	68	32	23	9	8	1 502		
20/02/2013	VL	23	7	6	3	22	44	115	511	597	360	396	433	425	416	453	469	706	732	690	378	173	91	66	37	7 153	8 591	16,74%
	PL	2	2	5	10	6	16	43	75	104	104	123	109	88	96	99	125	136	121	78	47	26	13	6	4	1 438		
Moyenne Jours	VL	14	9	5	6	28	56	125	530	712	428	407	429	417	391	421	452	582	724	644	365	161	80	60	43	7 087	8 568	17,29%
	PL	6	4	7	9	10	22	46	85	112	108	110	119	91	89	103	116	118	120	85	57	31	20	9	5	1 482		

Tableau 26 : Données de trafic premiere campagne de mesure (sens Saint-Malo - Pontorson) – source DIR Ouest

Moyenne des 3 jours	TV	PL	VL
2 sens	16 752	2 787	13 966

Tableau 27 : Données de trafic premiere campagne de mesure - synthèse

4.9.1.3 Données de trafic lors de la seconde campagne de mesure

Sens 1

EMPLAC. :																
NBR_SEUILS																
12	classes PL -->															
HEURE	<30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	>130	VL	PL	TV	
13-oct-15 00:00	1	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	11	5	16
13-oct-15 01:00	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	2	11
13-oct-15 02:00	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	14	2	16
13-oct-15 03:00	1	0	1	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	12	7	19
13-oct-15 04:00	3	0	1	0	0	0	3	5	1	0	0	0	0	38	13	51
13-oct-15 05:00	2	0	6	1	0	0	6	6	2	0	0	0	0	90	23	113
13-oct-15 06:00	9	0	2	3	2	0	10	15	1	0	0	0	0	173	42	215
13-oct-15 07:00	16	0	8	4	6	0	25	25	4	0	0	0	0	765	88	853
13-oct-15 08:00	18	3	4	6	8	0	29	21	7	0	0	0	0	1135	96	1231
13-oct-15 09:00	13	3	7	6	5	0	17	36	6	0	0	0	0	656	93	749
13-oct-15 10:00	27	2	3	8	3	0	16	24	0	0	0	0	0	673	83	756
13-oct-15 11:00	10	1	3	4	4	0	19	33	1	0	0	0	0	640	75	715
13-oct-15 12:00	17	0	7	7	2	0	17	23	1	0	0	0	0	532	74	606
13-oct-15 13:00	20	3	9	3	1	0	13	11	0	0	0	0	0	659	60	719
13-oct-15 14:00	17	2	6	5	3	0	17	21	4	0	0	0	0	684	75	759
13-oct-15 15:00	37	1	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	651	54	705
13-oct-15 16:00	28	2	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	872	41	913
13-oct-15 17:00	29	3	13	8	4	0	17	16	2	0	0	0	0	1091	92	1183
13-oct-15 18:00	23	4	8	6	3	0	23	25	1	0	0	0	0	919	93	1012
13-oct-15 19:00	12	2	7	4	5	0	9	28	2	0	0	0	0	507	69	576
13-oct-15 20:00	7	1	2	4	1	0	0	8	0	0	0	0	0	213	23	236
13-oct-15 21:00	1	0	0	1	0	0	3	3	1	0	0	0	0	119	9	128
13-oct-15 22:00	3	1	1	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	99	12	111
13-oct-15 23:00	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	36	4	40
14-oct-15 00:00	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	27	2	29
14-oct-15 01:00	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7	2	9
14-oct-15 02:00	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	13	6	19
14-oct-15 03:00	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	9	2	11
14-oct-15 04:00	1	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0	34	6	40
14-oct-15 05:00	1	1	0	1	0	0	2	5	4	0	0	0	0	67	14	81
14-oct-15 06:00	1	1	1	1	1	0	9	18	5	0	0	0	0	178	37	215
14-oct-15 07:00	14	4	4	7	7	0	22	21	6	0	0	0	0	734	85	819
14-oct-15 08:00	21	3	7	3	6	0	27	45	4	0	0	0	0	1026	116	1142
14-oct-15 09:00	17	2	5	3	2	0	12	40	5	0	0	0	0	654	86	740
14-oct-15 10:00	15	2	11	6	2	0	27	26	5	0	0	0	0	692	94	786
14-oct-15 11:00	24	1	3	6	3	0	11	23	3	0	0	0	0	686	74	760
14-oct-15 12:00	30	0	6	7	6	0	6	12	4	0	0	0	0	669	71	740
14-oct-15 13:00	13	3	8	2	3	0	6	9	3	0	0	0	0	674	47	721
14-oct-15 14:00	20	1	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	727	34	761

Tableau 28 : Données de trafic seconde campagne de mesure (sens 1) – source DIR Ouest

Sens 2

EMPLAC. :																
NBR_SEUILS																
12	classes PL -->															
HEURE	<30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-110	110-120	120-130	>130	VL	PL	TV	
13-oct-15 00:00	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23	5	28
13-oct-15 01:00	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	22	4	26
13-oct-15 02:00	3	0	1	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	21	9	30
13-oct-15 03:00	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	0	0	28	7	35
13-oct-15 04:00	3	0	1	1	0	1	5	1	0	0	0	0	0	51	12	63
13-oct-15 05:00	3	1	3	1	2	5	9	1	0	0	0	0	0	103	25	128
13-oct-15 06:00	6	1	6	1	3	14	15	1	0	0	0	0	0	174	47	221
13-oct-15 07:00	32	8	7	3	5	44	24	2	0	0	0	0	0	681	125	806
13-oct-15 08:00	43	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	816	52	868
13-oct-15 09:00	23	4	2	0	10	33	21	1	0	0	0	0	0	659	94	753
13-oct-15 10:00	21	6	3	0	3	14	13	0	0	0	0	0	0	604	60	664
13-oct-15 11:00	28	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	529	34	563
13-oct-15 12:00	19	2	3	0	1	15	25	2	0	0	0	0	0	531	67	598
13-oct-15 13:00	22	1	3	2	0	12	26	0	0	0	0	0	0	570	66	636
13-oct-15 14:00	21	4	4	2	0	9	23	1	0	0	0	0	0	623	64	687
13-oct-15 15:00	29	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	708	36	744
13-oct-15 16:00	42	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	873	50	923
13-oct-15 17:00	51	3	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	70	1297
13-oct-15 18:00	23	8	5	1	3	20	30	1	0	0	0	0	0	1192	91	1283
13-oct-15 19:00	19	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	621	26	647
13-oct-15 20:00	11	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	258	14	272
13-oct-15 21:00	4	0	0	1	0	4	4	0	0	0	0	0	0	181	13	194
13-oct-15 22:00	7	1	3	0	0	8	7	1	0	0	0	0	0	97	27	124
13-oct-15 23:00	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	72	4	76
14-oct-15 00:00	3	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	39	8	47
14-oct-15 01:00	1	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	17	5	22
14-oct-15 02:00	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	18	3	21
14-oct-15 03:00	0	0	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	15	5	20
14-oct-15 04:00	3	1	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	33	11	44
14-oct-15 05:00	0	0	0	1	0	7	7	0	0	0	0	0	0	92	15	107
14-oct-15 06:00	9	3	1	1	1	24	14	2	0	0	0	0	0	151	55	206
14-oct-15 07:00	20	9	5	1	15	42	26	0	0	0	0	0	0	663	118	781
14-oct-15 08:00	29	4	8	2	7	34	27	2	0	0	0	0	0	741	113	854
14-oct-15 09:00	19	4	5	2	3	23	31	1	0	0	0	0	0	531	88	619
14-oct-15 10:00	33	5	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	603	47	650
14-oct-15 11:00	24	6	5	0	0	15	26	0	0	0	0	0	0	631	76	707
14-oct-15 12:00	39	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	632	48	680
14-oct-15 13:00	28	1	4	3	3	5	39	1	0	0	0	0	0	564	84	648
14-oct-15 14:00	33	5	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	625	45	670

Tableau 29 : Données de trafic seconde campagne de mesure (sens 2) – source DIR Ouest

Date	Sens 1			Sens 2			Total 2 sens		
	VL	PL	TV	VL	PL	TV	VL	PL	TV
12-oct-15 16:00	818	91	909	821	112	933	1639	203	1842
12-oct-15 17:00	959	113	1072	1093	102	1195	2052	215	2267
12-oct-15 18:00	832	93	925	1000	66	1066	1832	159	1991
12-oct-15 19:00	421	40	461	525	32	557	946	72	1018
12-oct-15 20:00	203	24	227	232	21	253	435	45	480
12-oct-15 21:00	106	22	128	141	16	157	247	38	285
12-oct-15 22:00	78	9	87	92	9	101	170	18	188
12-oct-15 23:00	25	5	30	64	11	75	89	16	105
13-oct-15 00:00	11	5	16	23	5	28	34	10	44
13-oct-15 01:00	9	2	11	22	4	26	31	6	37
13-oct-15 02:00	14	2	16	21	9	30	35	11	46
13-oct-15 03:00	12	7	19	28	7	35	40	14	54
13-oct-15 04:00	38	13	51	51	12	63	89	25	114
13-oct-15 05:00	90	23	113	103	25	128	193	48	241
13-oct-15 06:00	173	42	215	174	47	221	347	89	436
13-oct-15 07:00	765	88	853	681	125	806	1446	213	1659
13-oct-15 08:00	1135	96	1231	816	52	868	1951	148	2099
13-oct-15 09:00	656	93	749	659	94	753	1315	187	1502
13-oct-15 10:00	673	83	756	604	60	664	1277	143	1420
13-oct-15 11:00	640	75	715	529	34	563	1169	109	1278
13-oct-15 12:00	532	74	606	531	67	598	1063	141	1204
13-oct-15 13:00	659	60	719	570	66	636	1229	126	1355
13-oct-15 14:00	684	75	759	623	64	687	1307	139	1446
13-oct-15 15:00	651	54	705	708	36	744	1359	90	1449
13-oct-15 16:00	872	41	913	873	50	923	1745	91	1836
13-oct-15 17:00	1091	92	1183	1227	70	1297	2318	162	2480
13-oct-15 18:00	919	93	1012	1192	91	1283	2111	184	2295
13-oct-15 19:00	507	69	576	621	26	647	1128	95	1223
13-oct-15 20:00	213	23	236	258	14	272	471	37	508
13-oct-15 21:00	119	9	128	181	13	194	300	22	322
13-oct-15 22:00	99	12	111	97	27	124	196	39	235
13-oct-15 23:00	36	4	40	72	4	76	108	8	116
14-oct-15 00:00	27	2	29	39	8	47	66	10	76
14-oct-15 01:00	7	2	9	17	5	22	24	7	31
14-oct-15 02:00	13	6	19	18	3	21	31	9	40
14-oct-15 03:00	9	2	11	15	5	20	24	7	31
14-oct-15 04:00	34	6	40	33	11	44	67	17	84
14-oct-15 05:00	67	14	81	92	15	107	159	29	188
14-oct-15 06:00	178	37	215	151	55	206	329	92	421
14-oct-15 07:00	734	85	819	663	118	781	1397	203	1600
14-oct-15 08:00	1026	116	1142	741	113	854	1767	229	1996
14-oct-15 09:00	654	86	740	531	88	619	1185	174	1359
14-oct-15 10:00	692	94	786	603	47	650	1295	141	1436
14-oct-15 11:00	686	74	760	631	76	707	1317	150	1467
14-oct-15 12:00	669	71	740	632	48	680	1301	119	1420
14-oct-15 13:00	47	721	564	84	648	681	131	1369	1245
14-oct-15 14:00	34	761	625	45	670	682	79	1431	1307

total TV 13/10/2015
 23399

13/10/2015	TV	PL	VL
2 sens	23 399	2 137	21 262

Tableau 30 : Récapitulatif des comptages du trafic lors de la seconde campagne de mesures

4.9.2 Données Météorologiques

DATE	FF	DD
18/02/2013 : 11	4,2	120
18/02/2013 : 12	4,3	130
18/02/2013 : 13	4,5	120
18/02/2013 : 14	4,2	130
18/02/2013 : 15	3,7	140
18/02/2013 : 16	2,4	120
18/02/2013 : 17	2,1	100
18/02/2013 : 18	2,2	110
18/02/2013 : 19	2,5	120
18/02/2013 : 20	2,5	120
18/02/2013 : 21	4,5	110
18/02/2013 : 22	3,9	120
18/02/2013 : 23	1,7	120
19/02/2013 : 00	2,5	100
19/02/2013 : 01	3,8	100
19/02/2013 : 02	2,1	90
19/02/2013 : 03	2,9	90
19/02/2013 : 04	3,5	100
19/02/2013 : 05	3	110
19/02/2013 : 06	2,2	110
19/02/2013 : 07	1,3	90
19/02/2013 : 08	1,7	90
19/02/2013 : 09	1,4	90
19/02/2013 : 10	4	90
19/02/2013 : 11	3,8	90
19/02/2013 : 12	4	100
19/02/2013 : 13	4	90
19/02/2013 : 14	3,8	80
19/02/2013 : 15	3	60

Figure 36 : Données de la station de Dinard - première campagne (source Météo France)

Date	Température (°C)	Vitesse moyenne du vent (Km/h)	Direction du vent	Humidité (%)	Précipitation (mm)
13/10/2015 10:00	12,3	22	N	65	0
13/10/2015 11:00	12	19	NE	70	0
13/10/2015 12:00	11,7	19	NE	70	0
13/10/2015 13:00	13,1	24	N	61	0
13/10/2015 14:00	13,4	22	N	61	0
13/10/2015 15:00	13,6	20	NE	61	0
13/10/2015 16:00	13,5	24	N	58	0
13/10/2015 17:00	13,1	24	N	63	0
13/10/2015 18:00	12,3	17	N	62	0
13/10/2015 19:00	11,8	17	NE	63	0
13/10/2015 20:00	12	20	NE	62	0
13/10/2015 21:00	11,2	13	NE	62	0
13/10/2015 22:00	12,2	19	NE	63	0
13/10/2015 23:00	11,8	13	NE	66	0
14/10/2015 00:00	11,8	11	NE	60	0
14/10/2015 01:00	11,4	9	NE	64	0
14/10/2015 02:00	11,5	11	NE	63	0
14/10/2015 03:00	11,2	9	NE	64	0
14/10/2015 04:00	11,3	9	NE	65	0
14/10/2015 05:00	10,9	11	NE	67	0
14/10/2015 06:00	10,4	7	NE	72	0
14/10/2015 07:00	11,4	15	NE	68	0
14/10/2015 08:00	11	15	NE	69	0
14/10/2015 09:00	11,1	15	NE	67	0
14/10/2015 10:00	11,6	19	NE	67	0
14/10/2015 11:00	13,2	17	NE	62	0
14/10/2015 12:00	12,6	17	N	67	0
14/10/2015 13:00	13,5	20	N	58	0
14/10/2015 14:00	13,5	20	N	58	0

Figure 37 : Données de la station de Dinard - seconde campagne (source Météo France)

4.9.3 Résultats des calculs sur récepteurs

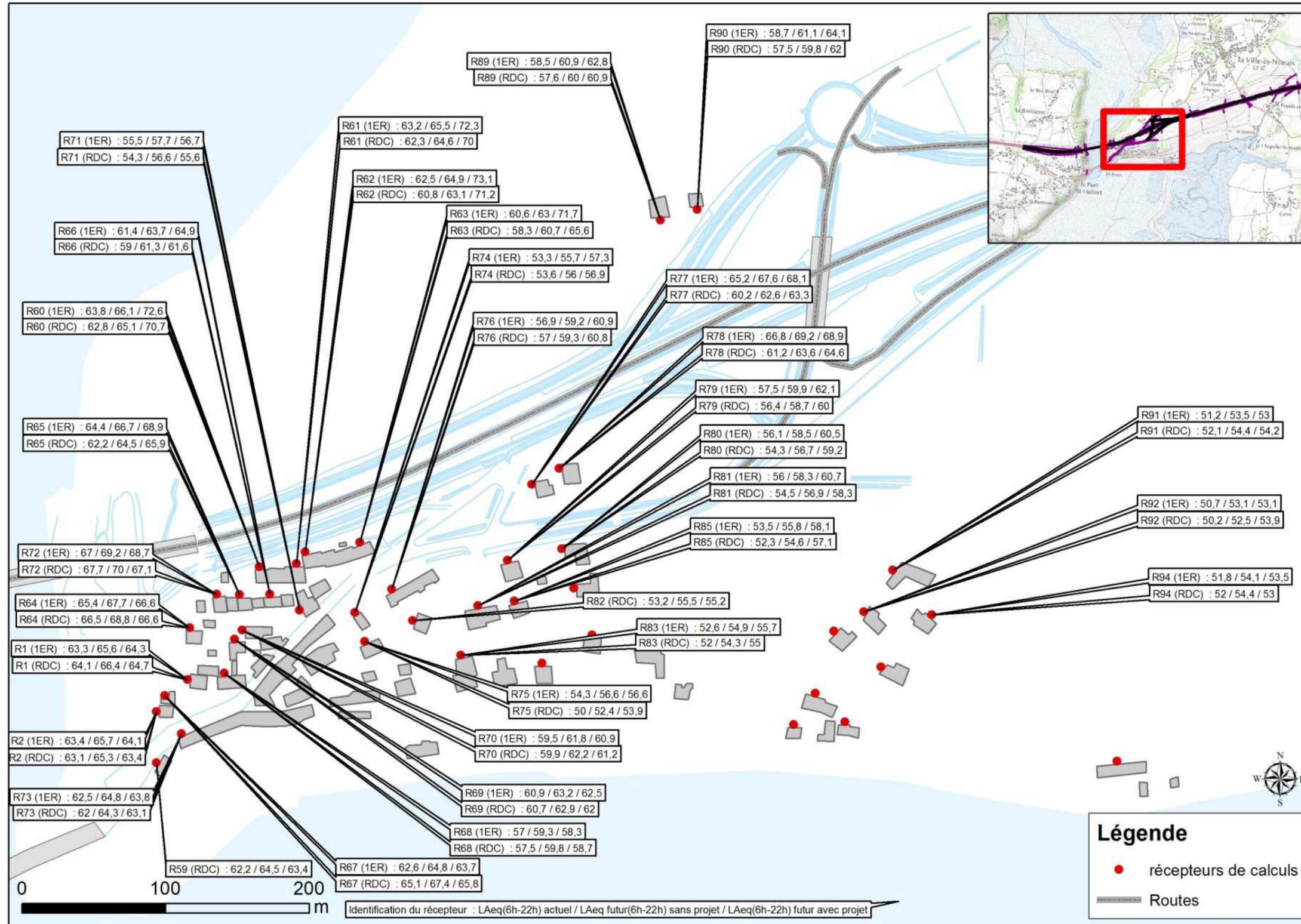


Figure 38 : Résultats des calculs sur récepteurs de jour à l'horizon actuel – futur avec et sans projet (à l'est de la Rance) (source EREA)

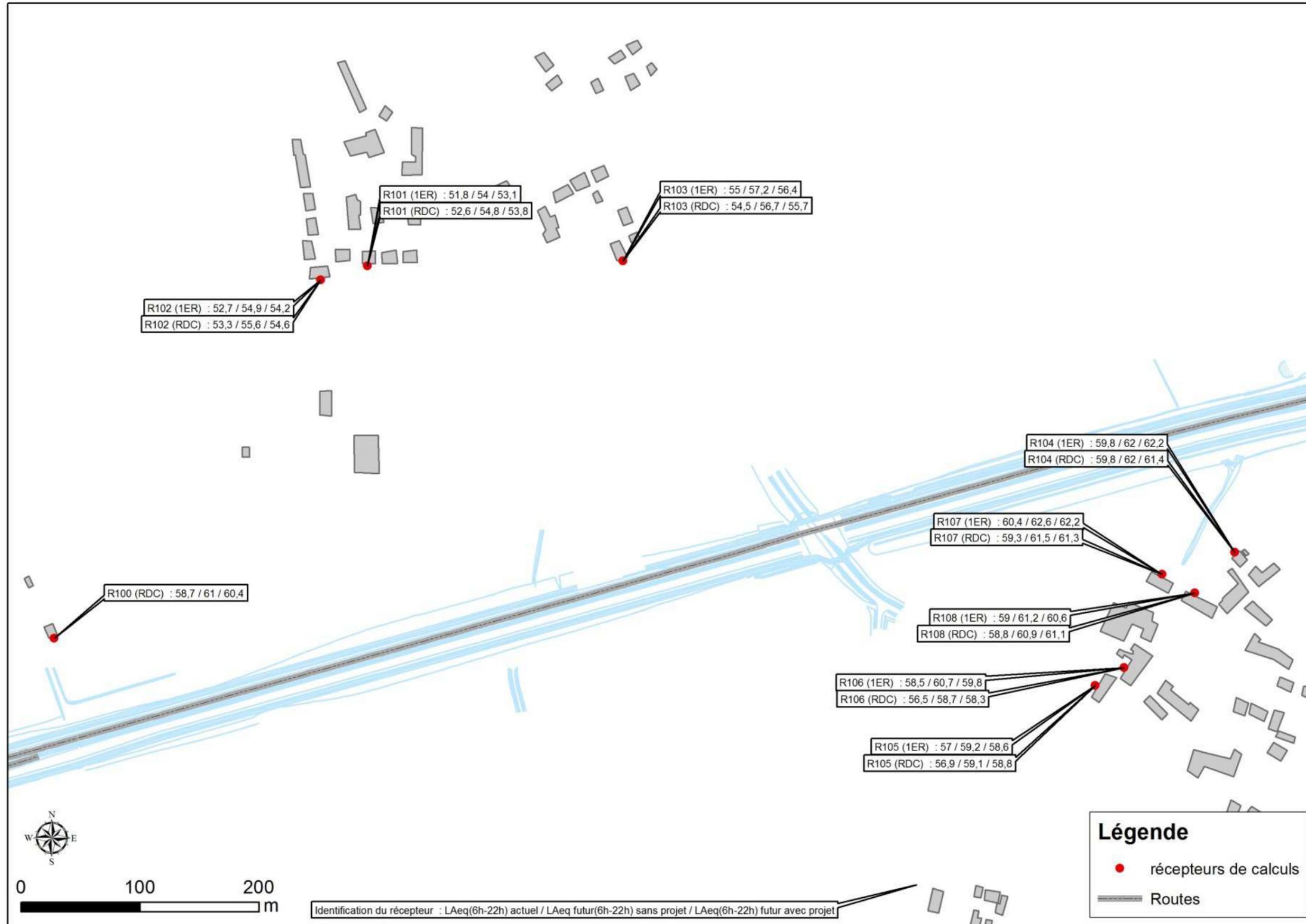


Figure 39 : Résultats des calculs sur récepteurs de jour à l'horizon actuel – futur avec et sans projet (source EREA)

4.9.4 Plan en coupe d'isophones

Afin d'illustrer la propagation des niveaux sonores au droit de quelques récepteurs, des courbes isophones sont réalisées sur un plan vertical. Ces illustrations permettent d'expliquer les particularités rencontrées pour ce site (dénivelé important, réflexion sur des obstacles...). Ces récepteurs présentent des niveaux sonores calculés plus importants à l'étage qu'au rez de chaussée. La suite de cette note, donne des pistes d'explications.

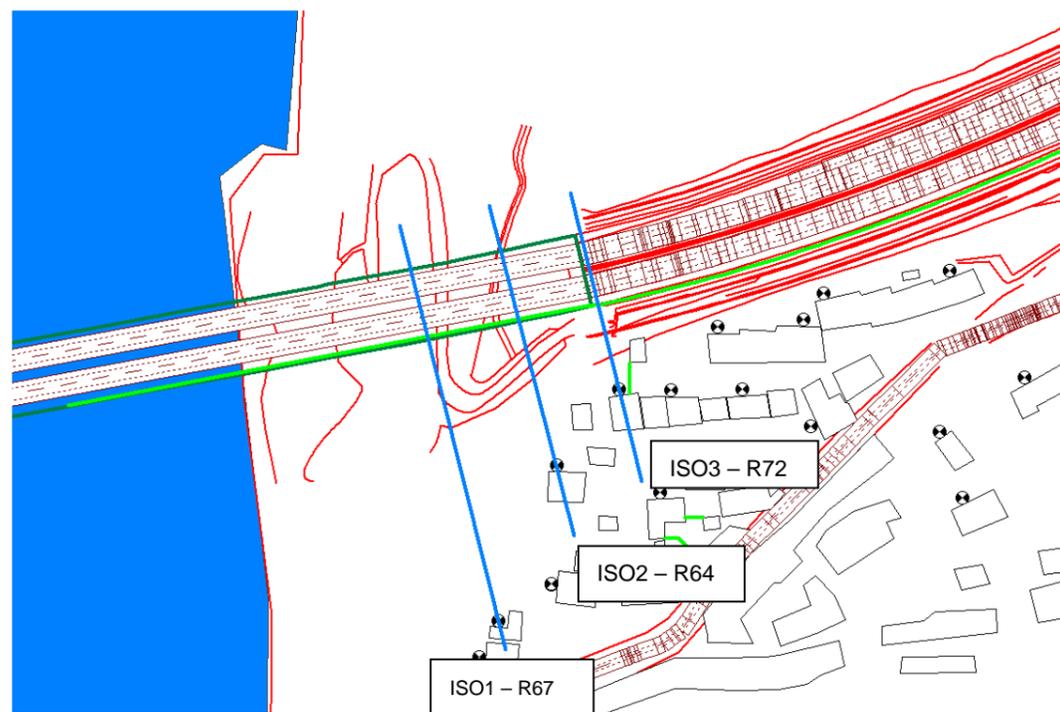


Figure 41 : Localisation des coupes en plan des isophones verticales avec protections (source EREA)

Les récepteurs sont placés à deux mètres en avant des façades et à proximité d'obstacles comme des murs en limite de propriété (R72) ou des bâtiments voisins (R67, R64). Ainsi parfois, des réflexions sont plus importantes en rez de chaussée qu'au 1^{er} étage. Les niveaux sonores sont alors plus élevés au rez de chaussée qu'au 1^{er} étage.

D'autre part, la singularité de la topographie du site entraîne une propagation particulière des sons comme l'illustrent les différentes courbes isophones ci-contre. Le phénomène de diffraction des écrans peut entraîner une meilleure protection du 1^{er} étage que du rez de chaussée (R64).

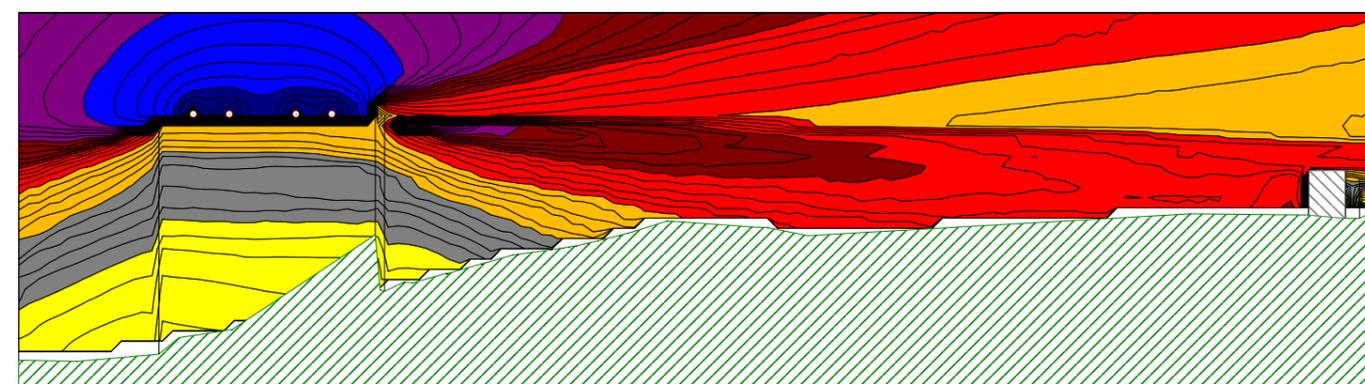


Figure 42 : Isophones verticales au droit du récepteur R67 (ISO1) - projet avec écrans (source EREA)

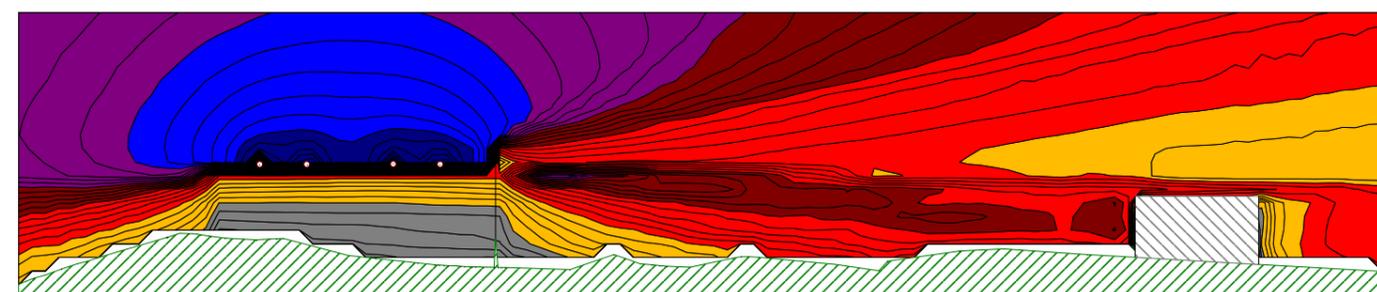


Figure 43 : Isophones verticales au droit du récepteur R64 (ISO2) - projet avec écrans (source EREA)

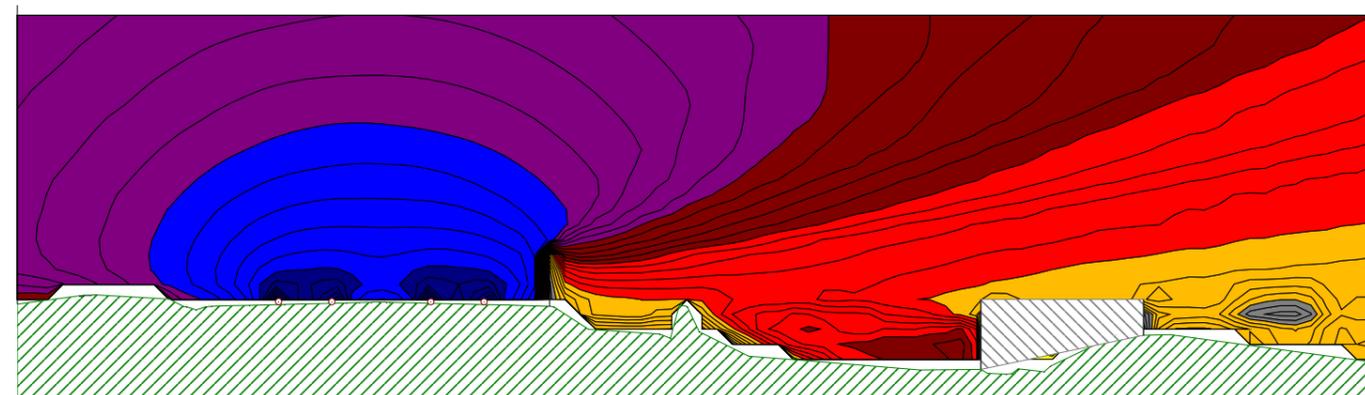
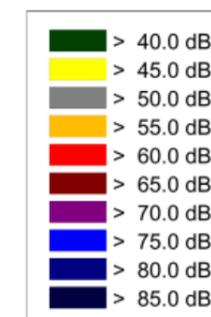


Figure 44 : Isophones verticales au droit du récepteur R72 (ISO3) - projet avec écrans (source EREA)



5 ANNEXE 5 BILAN CARBONE – CONSTRUCTION ET EXPLOITATION

GLOSSAIRE

ADEME :	Agence de l'Eau et De la Maîtrise de l'Energie
AEP :	Alimentation en Eau Potable
BAU :	Bande d'Arrêt d'Urgence
BPV :	Barrière Pleine Voie
FE :	Facteur d'Emission
GES :	Gaz à Effet de Serre
GNT :	Grave Non Traitée
PN :	Passage à Niveau
TPC :	Terre-Plein Central

5.1 Introduction

5.1.1 Cadre de la mission

La DREAL de la région Bretagne a missionné Arcadis pour la réalisation du **bilan des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) du projet de mise à 2X2 voies de la RN 176 entre l'estuaire de la Rance et l'échangeur de la Chênaie.**

Cette demande s'inscrit dans le cadre de la réalisation de l'étude d'impact du projet. Elle répond notamment aux exigences du **décret n°2017-725 du 3 mai 2017** relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) des projets publics. Ce décret précise que le calcul des émissions doit prendre en compte les phases de réalisation, de fonctionnement (exploitation, entretien, maintenance, réhabilitation) et de fin de vie du projet public (transformation y compris déconstruction et traitement des déchets des matériaux) ainsi que la phase amont de production des sources d'énergie et des matériaux et équipements nécessaires à chaque phase.

Les **principaux objectifs** de cette étude sont de présenter, au stade des études d'Avant-Projet :

Un **ordre de grandeur du bilan global** estimé des émissions de GES du projet pour les phases études, construction et exploitation ;

Les **principaux postes contributeurs** des émissions de GES du projet ;

Des pistes permettant de réduire les émissions du projet.

Cette étude a été réalisée en 3 étapes principales :

Etape 1 : collecte des données relatives au projet ;

Etape 2 : Définition des hypothèses de calcul et choix des facteurs d'émission (FE) les plus pertinents ;

Etape 3 : calcul des émissions pour les principaux postes émetteurs de gaz à effet de serre (GES) identifiés et interprétation des résultats.

Le présent rapport (indissociable de ses annexes) a pour objet de présenter les résultats de ces calculs.

5.1.2 Projet

Le projet, objet de la présente étude, sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL de Bretagne, porte sur **le doublement de la section courante entre l'estuaire de la Rance et l'échangeur de la Chênaie**, d'une longueur de 4.2 km, y compris l'élargissement de pont Chateaubriand. Sont compris dans les calculs des émissions **la modification de l'échangeur avec la RD 366 et les ouvrages liés au fonctionnement de l'infrastructure**, sous maîtrise d'ouvrage de la DREAL de Bretagne.

Ces opérations sont situées sur 1,2 km en Côtes-d'Armor (22) et 3 km en Ile-et-Vilaine (35). Leur emprise globale est d'environ 28,5 ha.

5.1.3 Cadre normatif et méthodologique général

Notre étude a été réalisée conformément aux prescriptions et méthodologies décrites dans :

Le décret n°2017-725 du 3 mai 2017 relatif aux principes et modalités de calcul des émissions de gaz à effet de serre (GES) des projets publics ;

La méthode « bilan Carbone » de l'ADEME ;

Normes ISO 14064-1 :2006(F) - Spécifications et lignes directrices, au niveau des organismes, pour la quantification et la déclaration des émissions et des suppressions des gaz à effets de serre et ISO 14064-2 :2006(F) - Spécifications et lignes directrices, au niveau des projets, pour la quantification, la surveillance et la déclaration des réductions d'émissions ou d'accroissements de suppressions des gaz à effets de serre.

5.1.4 Méthodologie appliquée à l'étude

La quantité de gaz à effet de serre d'une opération est obtenue par le produit de la quantité d'énergie, de gaz consommés, de matériaux ou d'équipements mis en œuvre d'une part et du facteur d'émission de la source d'énergie, du gaz, du matériau ou de l'équipement considéré d'autre part. A ce stade amont du projet, il ne peut raisonnablement pas être envisagé d'effectuer un recensement exhaustif de la totalité des sources d'émissions de GES sur toute l'emprise du projet et sur toute sa durée de vie.

Ainsi, ARCADIS a basé ses calculs selon une approche réaliste sur les paramètres intégrateurs déjà disponibles à ce stade du projet (Par exemple : volumétrie des déblais et remblais, type et superficie des emprises aménagées, linéaire et typologie de voirie, etc...) dont un recensement a été effectué au démarrage de l'étude.

Au vu des différents stades d'avancement du projet (AVP) et des données d'entrée ne permettant pas de réaliser un bilan des émissions de GES quantitatif sur tous les postes, ARCADIS a réalisé une première évaluation des émissions de GES du projet présentant des degrés de précision divers qui sont directement liés au degré de précision des données du projet disponibles. Cette évaluation vise à mettre en lumière les principaux postes contributeurs d'émissions des phases d'aménagement et de fonctionnement de l'opération ainsi que les pistes de réduction envisageables.

Les estimations en termes d'émissions de Gaz à Effet de Serre du projet sont présentées selon 2 scénarios :

- Le scénario 1 se veut réaliste par rapport au projet. Il intègre les émissions évitées déjà intégrées dans la conception du projet ;
- Le scénario 2 intègre des réductions potentielles envisagées par la présente étude. Il constitue donc un seuil bas vers lequel l'évolution du projet doit tendre.

5.1.5 Périmètre de l'étude

En rapport avec les travaux, on appelle « périmètre » au sens du Bilan Carbone® de l'ADEME l'ensemble des « postes » d'émissions : matériaux de construction, consommations d'énergie, fret, entretien – maintenance, gestion des déchets, déconstruction. Ces postes peuvent être eux-mêmes détaillés en sous postes, et ce, de manière itérative.

5.1.5.1 Etudes préalables

Les émissions liées à l'ensemble des études préalables relatives à la conception et aux aspects réglementaires du projet ont été évaluées à partir des montants de ces études.

5.1.5.2 Construction

La liste des postes émetteurs pris en compte (données disponibles et suffisantes) pour la phase de réalisation est donnée ci-après :

Les émissions directes liées au changement d'affectation des sols (imperméabilisation) ;

Les déplacements de personnel intervenant dans le cadre des travaux ;

Les travaux de préparation incluant :

- la démolition de la chaussée existante,
- la dépose de glissières et de la signalisation existante,
- le déboisement, défrichage,
- la démolition de béton pour les ouvrages d'art.

Les travaux de terrassement incluant :

- L'extraction et la mise en œuvre des matériaux sur site (déblais-remblais),
- Le décapage de la terre végétale,
- La mise en œuvre du drainage,
- La mise en œuvre de la couche de forme pour les échanges et rétablissements routiers.

Les travaux d'assainissement ;

Les travaux de voiries,

Les équipements d'exploitation et de sécurité (y compris les écrans acoustiques) ;

Les ouvrages : passage inférieur, ouvrage hydraulique et élargissement du pont Chateaubriand.

La liste (non exhaustive) des postes émetteurs **non pris en compte** (données non disponibles, peu précises, forfaitaires ou négligeables à l'échelle du projet) pour la phase de réalisation est donnée ci-après :

Installations de chantier ;
Acquisitions foncières et frais annexes ;
Autres aménagements liés à la loi bruit : protection des façades et couvertures ;
Aménagements paysagers et liés aux mesures compensatoires environnementales ;
La surveillance des travaux et le gardiennage ;
Déviations de trafic ;
Tous les postes non chiffrés précisément ou négligeables.

Et en ce qui concerne les ouvrages :

La dépose et le recépage de palplanches ;
Le réglage et la finition des surfaces non coffrées béton ;
Les enrochements ;
Les étalements et échafaudages ;
Les appareils d'appui, la soudure et les changements d'appui sous poutre ;
Le lançage des caissons.

5.1.5.3 Exploitation

La liste des postes émetteurs pris en compte (données disponibles et suffisantes) pour la phase d'exploitation est donnée ci-après :

Emissions dues au trafic sur l'ensemble de la zone d'étude pour l'étude air ;
Entretien et maintenance de la voirie ;
La gestion des déchets.

La liste (non exhaustive) des postes émetteurs non pris en compte (données non disponibles ou négligeables à l'échelle du projet) pour la phase de réalisation est donnée ci-après :

Consommations énergétiques ;
Consommation d'eau potable.

5.1.6 Limites

Le périmètre de la présente étude concerne le calcul des émissions du projet dans ses phases études, construction et exploitation.

Les calculs ont été menés à partir d'hypothèses et de données présentées au stade des études d'Avant-Projet par Arcadis. Les calculs se veulent réalistes vis-à-vis du projet présenté mais constituent une image du projet susceptible d'évoluer au cours des phases d'étude ultérieures, et ne sont valables que pour la phase durant laquelle ils sont réalisés.

De plus, le caractère partiel des données disponibles et utilisées pour les calculs montre que le bilan des émissions de GES du projet est susceptible d'évoluer fortement s'il est actualisé pendant les phases ultérieures. Ainsi le bilan présenté dans le présent document ne se veut pas exhaustif et son principal intérêt est de servir de base dans le cadre d'une éco-conception du projet et ainsi de permettre d'orienter l'arbitrage dans le sens du choix des solutions envisageables les plus faiblement émettrices de GES.

Ainsi une incertitude d'environ 20 à 30% peut être appliquée aux valeurs présentées.

5.2 Synthèse des résultats

Les résultats détaillés au chapitre 3 montrent une somme des émissions liées à la construction du projet de l'ordre de **46 000 teq.CO₂**.

A titre de comparaison, ce chiffre correspond environ :

- Aux émissions de 21 000 français pendant un an, soit l'équivalent de la population d'une ville comme Saumur ou Vierzon (source Jean-Marc Jancovici) ;

- Aux émissions liées à la combustion de près de 14 400 m³ de fioul domestique (Source ADEME) ;

- Aux émissions liées à la combustion de carburant de 12 millions de km parcourus par une voiture particulière moyenne (Source ADEME).

La répartition par poste est présentée dans le tableau ci-après :

Postes	Scenario 1	Emissions évitées	%	Scenario 2	%	Gains réductions potentielle/poste
Etudes	415 851	-	0,9%	415 851	1%	0%
Changement d'affectation	1 160 000	-	2,5%	1 160 000	3%	0%
Démolition	623 387	- 658 569	1,4%	623 387	1,4%	0%
Terrassement	11 265 927	- 1 858 804	24,5%	11 063 958	26%	-2%
Voirie	15 835 735	-	34,4%	14 942 419	35%	-6%
Equipements	10 548 280	- 394 209	22,9%	9 958 126	23%	-6%
Ouvrages	5 734 562	- 1 455 240	12,4%	4 495 740	10%	-22%
Assainissement	328 148	- 1 871	0,7%	302 904	1%	-7,7%
Déplacements chantier	164 989	-	0,4%	90 478	0%	-45%
Total (sans impact évité)	46 076 879			43 052 863		-7%
Emissions évitées liées à la réutilisation des matériaux excavés (déblais)		- 1 858 804	-4%	- 1 858 804	-4%	
Emissions évitées liées à l'emploi d'acier recyclé		- 1 851 320	-4%	- 1 851 320	-4%	

Tableau 31 : Tableau de présentation des résultats de calcul des émissions de GES de la mise en 2x2 voies de la RN 176 en phase AVP

L'observation du tableau permet d'établir les commentaires suivants :

Les émissions évitées en dehors du périmètre du projet (issues du recyclage des matériaux de démolition) représentent environ 1,4% des émissions du projet ;

Les émissions évitées dans le périmètre du projet recensées représentant 8 % des émissions du projet ;

La mise en œuvre effective des réductions potentielles envisagées permettrait une réduction des émissions du projet de l'ordre de 6,5%.

La figure suivante montre la répartition des émissions suivant les grandes familles de poste :

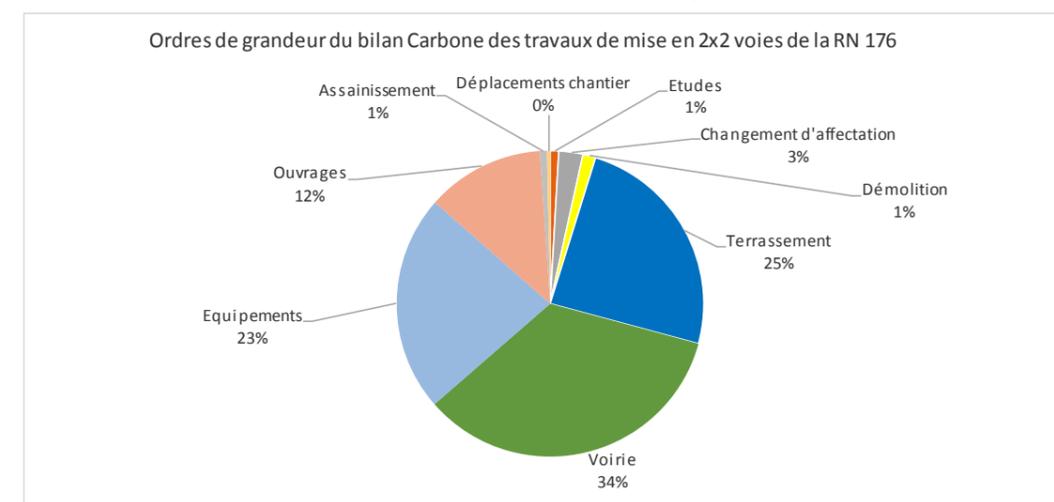


Figure 45 : graphique de répartition des émissions par poste

L'observation du tableau et du graphique permet d'établir les commentaires suivants :

Le poste principal concerne la voirie avec environ 1/3 des émissions du projet ;

Les 3 postes Terrassement, Equipements et Ouvrages représentent environ 60% des émissions du projet ;

Les postes études, démolition, assainissement et déplacements de chantier sont négligeables à l'échelle du projet (de l'ordre de 6% au total).

	Scenario 1				
	Fabrication	Engins de chantier	Transport	Déchets	Total
Etudes	415 851	0	0	0	415 851
Changement d'affectation	1 160 000	0	0	0	1 160 000
Démolition	0	98 642	417	524 328	623 387
Terrassement	6 033 303	425 628	475 085	4 331 912	11 265 927
Voirie	13 006 862	108 009	68 026	2 652 838	15 835 735
Equipement	10 483 525	25 799	18 671	20 285	10 548 280
Ouvrages	5 288 638	48 063	231 378	166 483	5 734 562
Assainissement	250 348	64 264	438	13 098	328 148
Déplacements chantier	-	0	164 989	0	164 989
Total	36 638 527	770 404	959 004	7 708 944	46 076 879

	Scenario 2				
	Fabrication	Engins de chantier	Transport	Déchets	Total
	415 851	0	0	0	415 851
	1 160 000	0	0	0	1 160 000
	0	98 642	417	524 328	623 387
	6 033 303	425 628	273 115	4 331 912	11 063 958
	12 113 547	108 009	68 026	2 652 838	14 942 419
	9 893 371	25 799	18 671	20 285	9 958 126
	4 049 816	48 063	231 378	166 483	4 495 740
	225 104	64 264	438	13 098	302 904
	0	0	90 478	0	90 478
	33 890 992	770 404	682 523	7 708 944	43 052 863

Tableau 32 : Répartition des résultats par famille de poste

Les émissions calculées sont réparties par famille d'émission :

Fabrication (Intrants) : ce poste concerne environ 80% des émissions du projet. C'est donc sur celui-ci que doivent porter les principaux efforts de diminution des émissions de GES du projet. Ce poste est cependant légèrement surévalué au détriment des autres familles du fait de l'absence de détails de certains facteurs d'émissions qui par défaut sont totalement pris en compte pour la partie Fabrication ;

Fret (transport) : Ce poste ne compte que pour 2% des émissions du projet. Les pistes de réduction liées à ce poste n'auront par conséquent pas un impact important à l'échelle du projet mais peuvent impacter fortement le poste en lui-même ;

Energie (mise en œuvre, engins de chantier) : Ce poste ne participe qu'à environ 2% des émissions liées au projet ;

Déchets (fin de vie) : Ce poste est principalement concerné par les émissions liées aux filières d'évacuation des matériaux de démolition et à certains postes pour lesquels nous disposons de facteur d'émission.

Remarque : l'aspect « Fin de Vie » de ce type de projet est difficile à évaluer du fait de :

- L'absence de facteur d'émission adapté pour beaucoup de postes ;
- La difficulté d'estimer une démolition totale des infrastructures, amenées à être maintenues en place.

5.2.1 Principales pistes de réduction des émissions de GES du projet

Les principaux leviers pouvant contribuer à la réduction du bilan carbone du projet concernent les postes terrassement, voirie, équipement, ouvrages et assainissement. Ils sont synthétisés dans le tableau suivant :

Postes	Utilisation d'acier recyclé à 100%	Mise en œuvre de matériaux bitumineux composés à 50% de recyclé	Mise en œuvre de ciment "bas carbone"	Diminution de la distance de brouettage des matériaux excavés	
Terrassement	-	-	-	-201 970	
Voirie	-	-893 316	-	-	
Equipements	-590 154	-	-88 596	-	
Ouvrages	-1 201 266	-37 556	-365 722	-	
Assainissement	-2 801	-	-22 442	-	
Total des réductions potentielles	-1 794 221	-930 872	-476 760	-201 970	TOTAL
					-3 403 823

Tableau 33 : Synthèse des réductions potentielles identifiées

5.2.1.1 Cas de l'acier recyclé :

Les calculs intègrent les émissions évitées par la prise en compte comme hypothèse de base de l'intégration de 40% d'acier recyclé au sein de l'ensemble de l'acier (hors ferrailage) mis en œuvre pour le projet et 100% pour les armatures métalliques du béton armé (donnée CEREMA pour la France), principalement pour les ouvrages d'art. Ces émissions évitées sont de **près de 1 850 teq.CO₂, soit près de 4%** des émissions du projet.

La proportion de 40% d'acier recyclé est une moyenne basée sur la valeur mondiale indiquée par le groupe ArcelorMittal.

Une piste de réduction consiste en l'utilisation d'acier 100% recyclé pour l'ensemble des éléments en acier mis en œuvre hors armatures pour béton. La pertinence de cette solution sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le gain serait non négligeable en termes de bilan carbone puisque le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 1701,2 (40% de recyclé) à 938 kg eq.CO₂/t (100 % de recyclé), le gain estimé serait alors d'environ **1 794 t eq.CO₂, soit 3 %** des émissions du projet.

5.2.1.2 L'utilisation d'enrobé recyclé pour la création de la voirie

L'utilisation de composés bitumineux intégrant pour partie des composés recyclés. Cette solution a été chiffrée en prenant pour hypothèse l'utilisation systématique de matériaux bitumineux intégrant 50% de matériaux recyclés. Il en résulte une diminution de près de **893 t eq.CO₂** des émissions, soit environ **1,9 %** des émissions du projet.

5.2.1.3 Le béton « bas carbone »

Le choix du type de béton est prépondérant pour la diminution du bilan carbone. Ainsi le choix de béton de type CEMIII/B (contenant moins de clinker que pour du type CEMIII/A) peut permettre une réduction significative du bilan carbone du projet.

Cette diminution, appliquée à tous les éléments en béton permettrait d'abaisser le total des émissions du projet d'environ **650 teq.CO₂**, soit environ **1,4% des émissions du projet**. Cela correspond à une diminution estimée à 30% des émissions dues au béton lui-même (hors ferrailage).

Remarque : cette solution doit être évaluée en fonction des contraintes engendrées par l'utilisation de ce type de matériau, notamment le temps de prise qui se trouve généralement allongé pour du béton de type C2MIII/B par rapport à du béton de type CEMIII/A, ainsi que la garantie des performances requises.

5.2.1.4 Distances de transport de matériaux sur le site

Le chantier va générer une quantité importante de déblais qui seront en grande partie utilisés dans le cadre des aménagements. Le transport de ces matériaux a été modélisé par des dumpers sur une distance moyenne de 3 km aller/retour.

La diminution de ces parcours de l'ordre de 1 km permettrait de générer une diminution des émissions de l'ordre de **200 teq.CO₂, soit environ 0,45% des émissions** du projet.

5.2.2 Pistes envisageables ayant un plus faible impact sur le bilan carbone du projet

De nombreuses pistes peuvent être envisagées pour réduire les émissions de GES dans l'atmosphère. Elles concernent principalement les distances d'évacuation et d'approvisionnement en matériaux

Pour un même type de matériau, en dehors des aspects financiers, il est préférable d'envisager le fournisseur le plus proche du projet, afin d'avoir un impact direct sur les émissions liées au transport des matériaux.

Il en est de même pour les essences d'arbres plantés le long des voies (non modélisé). Ainsi le choix de variétés disponibles dans des pépinières locales sera à privilégier.

De même le concassage des matériaux de démolition du site ou le criblage des matériaux excavés pour la réutilisation dans le cadre du projet (sous forme de granulats) peut contribuer à diminuer les émissions liées au transport des matériaux (approvisionnement et évacuation).

Dans ce cas la principale contrainte concerne l'emprise nécessaire au prétraitement et au stockage de ces matériaux réutilisés.

5.3 Emissions par poste

Le présent chapitre précise pour chaque poste les hypothèses, les résultats et les pistes d'amélioration.

5.3.1 Etudes amont

La réalisation de ce type de projet nécessite la réalisation de nombreuses études en amont (architecture, ingénierie, réglementaire). L'application du facteur d'émission générique de l'ADEME basé sur un ratio monétaire pour ce type de mission permet d'obtenir une évaluation globale des émissions liées aux études de conception.

Ainsi les données disponibles font état d'un montant d'études global de **2 446 k€ HT** pour le projet.

Le Facteur d'Emission issu de la base de données de l'ADEME est de 170 kgeqCO₂/k€ HT.

Les émissions globales des GES liées aux études du projet sont donc d'environ **415 851 t eqCO₂**, soit **0,9 % des émissions du projet**.

5.3.2 Changement d'affectation des sols

Le changement d'usage des sols est susceptible de modifier les quantités de carbone contenu dans les sols et d'en modifier les facultés de stockage du carbone. Il peut en résulter soit une émission de CO₂ dans l'atmosphère (artificialisation), soit une captation (naturalisation) de CO₂ atmosphérique en fonction du changement opéré.

Dans le cas d'une imperméabilisation des sols à partir de zones de culture ou de forêt, cela entraîne une émission de CO₂ dans l'atmosphère de l'ordre de **290 tonnes de CO₂/ha** (Source ADEME).

En prenant une surface imperméabilisée par le projet de l'ordre de 4 ha, nous obtenons une émission directe de CO₂ de **1 160 t eq.CO₂**, soit environ **2,5% des émissions du projet**.

5.3.3 Déplacements chantier

Lors de la réalisation des travaux, le déplacement des intervenants du chantier pour se rendre sur place a été évalué. Cet exercice théorique sera sans doute loin de la réalité des trajets en phase chantier, du fait du nombre important de corps de métier et d'entreprises différentes aux organisations internes spécifiques, le covoiturage étant parfois pratiqué par les entreprises. Il a pour objectif principal de montrer l'impact de la mise en place du covoiturage sur les émissions de GES d'un projet.

5.3.3.1 Hypothèses

Sont comptabilisés les déplacements quotidiens du personnel de chantier de leur domicile aux bureaux de leur entreprise, puis des bureaux vers le chantier.

Les hypothèses considérées arbitrairement pour cette évaluation sont les suivantes :

Le chantier est prévu sur 3 ans, soit 36 mois, à 21 jours par mois ;

Il y aura en moyenne 10 personnes présentes sur le chantier. Ces personnes seront en déplacement à la semaine et ne rentreront chez eux que le week-end ;

Chaque intervenant réalise chaque semaine les trajets suivants :

- un trajet de 15 km entre son domicile et son entreprise le lundi matin et le vendredi soir ;
- un trajet de 100 km en moyenne pour se rendre du lieu de son entreprise sur le chantier le lundi matin et le vendredi soir ;
- un trajet de 10 km entre le chantier et l'hôtel où il réside, 8 fois par semaine (1 fois le lundi soir et le vendredi matin et 2 fois les mardi, mercredi et jeudi).

Afin d'évaluer l'impact de l'organisation nous avons considéré dans un 2^{ème} temps que les trajets entreprise-chantier et chantier-hôtel étaient réalisés avec 2 intervenants dans chaque véhicule.

5.3.3.2 Résultats

	kg CO ₂ e par véhicule.km				FE en kg CO ₂ e par véhicule.km	Emissions en kg eqCO ₂
	véhicules.km	fabrication	amont	combustion		
Solution 1 Déplacements individuels motorisés						
Trajet individuels uniquement	468 720	0.04	0.0646	0.248	0,352	164 989
Solution 2 Déplacements individuels motorisés + partie en co-voiturage						
Trajets en co-voiturage partiel	257 040	0.04	0.0646	0.248	0,352	90 478

On constate qu'au vu de la durée du chantier, les émissions des GES liées aux trajets sont de l'ordre de **1 à 2 tonnes eq.CO₂** (représentant environ 0,3% du total) ce qui, à l'échelle du projet apparaît comme négligeable. Cependant, l'exemple pris ci-dessus montre que la mise en place d'un co-voiturage systématique peut permettre de faire baisser ce poste d'émission de près de 50%.

5.3.4 Démolition

5.3.4.1 Données et hypothèses

Pour cette phase, nous avons considéré les hypothèses suivantes :

Déboisement de 3.5 ha de forêt, avec un volume moyen de bois à l'hectare de 157 m³ en France (Source Natureparif) et une densité moyenne de 600 kg/m³. Le bois a été comptabilisé comme bois de chauffage ;

Démolition de chaussée : il a été considéré une épaisseur de 40 cm de terrassement dont 20 cm d'enrobé, présentant une masse volumique moyenne de 2 t/m³ et une évacuation vers un centre de stockage ;

Fraisage/rabotage : il a été considéré une épaisseur moyenne de 5 cm.

La filière de base considérée pour les déchets de démolition est l'**enfouissement**.

5.3.4.2 Résultats

Les résultats pour ce poste s'élèvent à **623 teq.CO₂**, soit 1% des émissions du projet. Au sein de ce poste les émissions liées à la démolition de chaussée et au fraisage/rabotage contribuent pour plus de 78% avec près de **486 t eq.CO₂**.

5.3.4.3 Pistes de réduction envisageables

La gestion des déchets occasionnés par la phase démolition constitue une piste intéressante de limitation des émissions de GES. En effet, les principales filières envisageables sont les suivantes (de la moins émettrice à la plus émettrice) :

- Le réemploi sur site. Cette solution permet d'éviter les émissions dues à la fabrication (sauf en cas de prétraitement nécessaire – criblage ou concassage par exemple - avant réemploi), et au transport de matériau neuf ainsi qu'au transport des déchets hors du site. Cette piste de réduction est difficile à chiffrer du fait du nombre de paramètres à prendre en compte (type de matériaux, prétraitement) ;
- Le recyclage. Les filières de recyclage permettent d'éviter les émissions dues à la production de matériau primaire (sous forme d'émissions évitées) et à l'enfouissement des déchets (sous forme de réduction potentielle – difficile à quantifier), mais n'évitent pas les émissions dues au transport des matériaux recyclés ;
- La valorisation énergétique : Non concerné pour les postes étudiés.
- L'enfouissement : solution ultime consistant à enfouir définitivement les déchets dans des installations de stockage.

5.3.4.4 Emissions évitées

Les émissions évitées étudiées, non comptabilisées dans le bilan carbone du projet car **hors périmètre**, sont de l'ordre de **660 t eq.CO₂** pour le poste démolition. Elles sont de 4 ordres :

Le recyclage des déchets métalliques.

Les déchets métalliques issus des opérations de démolition permettent d'éviter les émissions dues à la production d'acier neuf. Ainsi les émissions évitées correspondent à la différence entre le facteur d'émission d'un acier neuf et celui d'un acier recyclé (source ADEME), soit **1 273 kg Eq.CO₂/t** de déchet. Elles s'élèvent pour le poste démolition à près de **445 t eq.CO₂**.

Le recyclage de l'enrobé issu des démolitions de chaussée et du fraisage/rabotage.

Les émissions évitées (hors projet) par la production d'enrobé à partir de 50% de matériaux recyclés provenant des déchets de démolition du chantier sont comptabilisées à partir de la différence entre le facteur d'émission d'enrobés issus à 100% de matériaux neufs et le facteur d'émission de GES de l'enrobé incorporant 50% d'enrobé recyclé. Elles sont d'environ **212t eq.CO₂** pour ce poste. Cette valeur ne peut être comptabilisée pour le projet car elle serait en doublon avec les réductions potentielles étudiées par l'utilisation d'enrobé recyclé à 50% pour la création de la nouvelle chaussée.

Le recyclage des déchets de débroussaillage par compostage.

Le compostage de déchets verts entraîne des émissions évitées par compostage en comparaison avec une incinération. Les émissions évitées seraient alors d'environ **2 t.eq.CO₂**, faibles à l'échelle du projet.

L'incinération du plastique.

L'incinération des déchets plastique permet de générer une récupération énergétique permettant de récupérer de la chaleur pour du chauffage urbain ou de la production d'électricité. La quantité de plastique issue de la démolition du projet étant faible (120 kg), les émissions évitées le sont également, de l'ordre de **94 kg eqCO₂/t**.

5.3.5 Terrassement

5.3.5.1 Principales hypothèses

Les données utilisées issues du fichier d'Estimation de l'Enveloppe Prévisionnelle du projet (EPP) au stade AVP sont détaillées dans le tableau de calcul joint en annexe.

Ces données font état du réemploi de grandes quantités de matériaux (terre végétale et déblais) en remblais dans le cadre du projet. Cela a pour conséquence de limiter fortement les évacuations et amenées de matériaux d'apport sur le chantier.

Il a été considéré un transport par dumpers sur 3 km en moyenne pour les matériaux restant sur site et une distance de 25 km pour les évacuations à l'extérieur et les amenées de matériaux d'apport.

5.3.5.2 Résultats – Pistes d'optimisation

Ce poste génère près de **11 300 t eq.CO₂**, soit environ 1/5^{ème} des émissions estimées du projet. Ce poste est ainsi le **2ème poste émetteur** après la voirie.

5.3.5.2.1. Emissions évitées

Ce résultat intègre des émissions évitées par la réutilisation d'une partie des déblais en remblais dans le cadre du projet, ce qui évite l'enfouissement de ces matériaux (33 kg eq.CO₂/t selon l'ADEME). Ces émissions évitées sont de l'ordre de **1 859 t eq.CO₂**.

5.3.5.2.2. Réductions potentielles

Les pistes de réduction des émissions liées à ce poste sont :

Les distances de brouettage des matériaux excavés.

Le chantier va générer une quantité importante de déblais qui seront en grande partie utilisés dans le cadre des aménagements. Le transport de ces matériaux a été modélisé par des dumpers sur une distance moyenne de 3 km aller/retour. En réduisant la distance moyenne de transport aller/retour à 2 km, la réduction potentielle envisageable serait d'environ **200 teqCO₂**, soit 0,3% des émissions du projet.

La réduction de la distance de transport :

- pour les matériaux évacués, par l'identification de besoins en matériaux de remblaiement plus proches du projet,
- pour les matériaux d'apport, par l'identification de sources d'approvisionnement plus proches du projet ;

Le réemploi ou le recyclage d'une partie plus importante des matériaux de déblais sur place si possible (criblage notamment) afin de les substituer aux besoins en matériau drainant, GNT ou pour créer un granulats pouvant entrer dans la composition du béton des éléments coulés en place. Cette solution peut également être envisagée pour les déchets issus de la démolition préalable sur le site.

Ces pistes ne sont pas chiffrées car leur faisabilité dépend de nombreux facteurs à étudier au préalable. Elles peuvent en outre être mises en œuvre dans des proportions très variables.

5.3.6 Voirie

5.3.6.1 Principales hypothèses

5.3.6.1.1. Chaussée en matériaux bitumineux

Les données du fichier d'Estimation de l'Enveloppe Prévisionnelle du projet (EPP) au stade de l'AVP sont détaillées dans le tableau de calcul joint en annexe. Celles relatives à l'estimation de la chaussée sont exprimées en tonnes, donc directement intégrables dans le tableau de calcul.

Les matériaux proviennent d'une centrale à enrobés à 43 km du site et seront transportés par camion.

5.3.6.1.2. Bretelles provisoires

La couche de base + fondation a été modélisée en grave bitume.

La couche de roulement a été modélisée en Béton Bitumineux Semi-Grenu (BBSG).

5.3.6.2 Résultats

Ce poste génère **15 835 t eq.CO₂**, soit 34% des émissions estimées du projet. Ce poste est ainsi le 1^{er} poste émetteur de GES du projet.

5.3.6.3 Pistes de réduction des émissions de GES

Au-delà du dimensionnement même de la structure de voirie, les principales pistes d'optimisation concernant ce poste sont :

L'utilisation de composés bitumineux intégrant pour partie des composés recyclés. Cette solution a été chiffrée en prenant pour hypothèse l'utilisation systématique de matériaux bitumineux intégrant 50% de matériaux recyclés. Il en résulte une diminution de près de **900 t eq.CO₂** des émissions, soit environ 1,9 % des émissions du projet ;

L'utilisation de granulats issus des déblais du chantier (démolition de voirie existante notamment ou déchets de démolition de bâtiments. Cette solution n'a pas été chiffrée à ce stade.

5.3.7 Equipements

5.3.7.1 Principales hypothèses

Les dispositifs compris dans ce chapitre sont :

- Les dispositifs de sécurité (garde-corps, glissières...) ;
- Les clôtures ;
- La signalisation verticale et horizontale ;
- Les écrans acoustiques ;
- Equipements annexes : caniveau, corniche, drainage piédroits...

Le béton des longrines a été modélisé comme provenant d'une centrale à béton identifiée à 18 km du chantier, transporté par bétonnière.

Le matériel en acier (glissières, garde-corps, signalisation verticale...) a été modélisé avec 500 km de fret moyen pour l'approvisionnement, transport par camion 24t.

5.3.7.2 Résultats

Les résultats montrent une estimation des émissions de GES liées aux travaux de voirie de l'ordre de **10 500 t eq.CO₂**, soit environ 23% des émissions du projet.

Les principaux postes émetteurs de GES concernent les glissières de sécurité en acier avec près de **9 800 teqCO₂**, principalement dues à la fabrication.

Ce résultat intègre des émissions évitées par l'intégration de 40% en moyenne d'acier recyclé au sein des matériels en acier mis en œuvre. Ces émissions évitées sont de l'ordre de **394 t eq.CO₂**.

5.3.7.3 Pistes de réduction des émissions de GES

5.3.7.3.1. Utilisation d'acier recyclé.

La pertinence de l'utilisation d'acier 100% recyclé pour l'ensemble des éléments en acier mis en œuvre sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 1 701 (40% de recyclé) à 938 kg eq.CO₂/t (100 % de recyclé), le gain estimé serait alors de près de **600 t eq.CO₂**, soit environ **1,3%** des émissions du projet.

5.3.7.3.2. Utilisation de béton « bas carbone ».

Une piste consiste en l'utilisation d'un béton « bas carbone » utilisant principalement des matériaux de substitution au calcaire dans la fabrication du clinker servant de base au ciment. Ainsi une estimation de la diminution des émissions du projet liée à l'utilisation d'un béton dit « bas carbone » a été réalisée pour l'ensemble du béton utilisé. Pour cela il a été appliqué une diminution de 30% aux facteurs d'émission des bétons utilisés. Ce facteur est basé sur la comparaison de 2 FDES réalisées en 2017 par la société Lafarge concernant des bétons de type C30/C37, l'un à base de ciment CEM III/A et l'autre à base de CEM III/B.

La quantité de béton mises en œuvre étant relativement faible pour ce poste, le gain engendré, limité à l'échelle du projet, serait de l'ordre de près de **90 t eq.CO₂**.

5.3.8 Ouvrages

5.3.8.1 Principales hypothèses

Les données utilisées ont été extraites des estimations prévisionnelles. Pour chaque poste (fondations profondes, culées/piles/murs, tablier béton, tablier ossature mixte et superstructures et équipements) les quantités ont été sommées afin de simplifier les calculs d'émissions de GES à partir de quantités globales par poste.

Les ouvrages concernés sont :

- L'OH de Pontlivard ;
- Le PI de la RD 407 ;
- L'élargissement du pont Chateaubriand.

5.3.8.1.1. Les matériels en acier

Pour tout le matériel en acier hors armatures de béton armé (palplanches, corniches) un facteur d'émission intègre de fait 40% d'acier recyclé, moyenne nationale reconnue en France. Pour l'ensemble des matériaux de ferrailage des béton (treillis soudé, armatures) la proportion d'acier recyclé est de 100% (donnée CEREMA). Cette proportion permet d'évaluer les émissions évitées par cette hypothèse à environ **1 455 t eq.CO₂**, soit environ **3,2% des émissions globales** du projet.

5.3.8.1.2. Les bétons

Le béton des culées, piles, murs, voiles et longrines a été modélisé comme du béton préfabriqué, avec un facteur d'émission issu de la base de données KBOB.

5.3.8.2 Résultats

Le total des émissions liées à ce poste est d'environ **5 734 teq.CO₂**, soit plus de **12% des émissions globales** du projet.

L'élargissement du pont de Chateaubriand compte pour plus de **4 700 teq.CO₂** dans ce résultat, les autres ouvrages représentent environ **1 000 teq.CO₂**.

La majorité de ces émissions est liée au béton et à l'acier utilisé pour ces ouvrages. C'est donc logiquement que les principales pistes de réduction concernent ces matériaux.

Ce résultat intègre des émissions évitées par l'intégration de 40% en moyenne d'acier recyclé au sein des matériels en acier mis en œuvre hors ferrailage du béton et 100% au sein des aciers de ferrailage. Ces émissions évitées sont de l'ordre de **1 260 teq.CO₂** pour l'élargissement du Pont Chateaubriand et **196 teq.CO₂** pour les autres ouvrages.

5.3.8.3 Pistes de réduction des émissions de GES

5.3.8.3.1. Utilisation d'acier recyclé

La pertinence de l'utilisation d'acier 100% recyclé pour l'ensemble des éléments en acier mis en œuvre hors ferrailage sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le gain serait non négligeable en termes de bilan carbone puisque le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 1 701 (40% de recyclé) à 938 kg eq.CO₂/t (100 % de recyclé), le gain estimé serait alors de **1 138 t eq.CO₂, soit 2,5 %** des émissions du projet.

5.3.8.3.2. Utilisation de béton « bas carbone »

Une piste de réduction consiste en l'utilisation d'un béton « bas carbone » utilisant principalement des matériaux de substitution au calcaire dans la fabrication du clinker servant de base au ciment. Ainsi une estimation de la diminution des émissions du projet liée à l'utilisation d'un béton dit « bas carbone » a été réalisée pour l'ensemble du béton des ouvrages. Pour cela il a été appliqué une diminution de 30% aux facteurs d'émission des bétons utilisés. Ce facteur est basé sur la comparaison de 2 FDES réalisées en 2017 par la société Lafarge concernant des bétons de type C30/C37, l'un à base de ciment CEM III/A et l'autre à base de CEM III/B.

Le gain engendré serait de l'ordre de près de **365 t eq.CO₂, soit environ 0,8 %** des émissions du projet.

5.3.8.3.3. L'utilisation d'enrobé recyclé

Une autre piste consiste en l'utilisation de composés bitumineux intégrant pour partie des enrobés recyclés. Cette solution a été chiffrée en prenant pour hypothèse l'utilisation de matériaux bitumineux intégrant 50% de matériaux recyclés. Il en résulte une diminution de près de **37 t eq.CO₂** des émissions, inférieure à 1 % des émissions de l'ensemble du poste ouvrages.

5.3.8.3.4. Autres pistes envisageables

Les autres pistes de réduction des émissions envisageables à ce stade sont les suivantes :

L'utilisation de PVC recyclé pour les fourreaux et drains mis en œuvre. Malgré une diminution importante des émissions à la tonne, la faible quantité mise en œuvre rend cette solution négligeable à l'échelle du projet ;

La diminution de la quantité de béton utilisé par l'optimisation des structures des ouvrages. Cette solution n'a pas fait l'objet d'un chiffrage.

5.3.9 Assainissement

Ce poste concerne la création des réseaux neufs de gestion des eaux pluviales.

5.3.9.1 Principales hypothèses

Les collecteurs EP ont été modélisés à partir d'un facteur d'émission au ml de réseau de collecte.

Les tranchées de pose ont été modélisées sur 1 m de large et 1,5 m de profondeur, avec la moitié des déblais réutilisés en remblais.

5.3.9.2 Résultats

L'ensemble de ces postes génère près de **328 t eq.CO₂**, soit près de 0,7% des émissions du projet.

Ce résultat intègre des émissions évitées par l'intégration de 40% en moyenne d'acier recyclé au sein des matériels en acier mis en œuvre. Ces émissions évitées sont de l'ordre de **2 teq.CO₂**, donc négligeables à l'échelle du projet.

5.3.9.3 Pistes de réduction envisagées

5.3.9.3.1. Utilisation d'acier recyclé.

La pertinence de l'utilisation d'acier 100% recyclé pour les grilles de caniveau sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le gain serait négligeable en termes de bilan carbone puisque le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 1 701 (40% de recyclé) à 938 kg eq.CO₂/t (100 % de recyclé), le gain estimé serait alors de **2,8 t eq.CO₂**.

5.3.9.3.2. Utilisation de béton « bas carbone ».

Une piste de réduction consiste en l'utilisation d'un béton « bas carbone » utilisant principalement des matériaux de substitution au calcaire dans la fabrication du clinker servant de base au ciment. Ainsi une estimation de la diminution des émissions du projet liée à l'utilisation d'un béton dit « bas carbone » a été réalisée pour l'ensemble du béton des ouvrages. Pour cela il a été appliqué une diminution de 30% aux facteurs d'émission des bétons utilisés. Ce facteur est basé sur la comparaison de 2 FDES réalisées en 2017 par la société Lafarge concernant des bétons de type C30/C37, l'un à base de ciment CEM III/A et l'autre à base de CEM III/B.

Le gain engendré serait de l'ordre de près de **22,4 t eq.CO₂**.

5.3.10 Exploitation

Ce poste comprend :

- L'évolution des émissions de GES liées au trafic routier ;
- La maintenance et l'entretien de la chaussée et des infrastructures ;
- La gestion des déchets.

A ce stade les postes suivants n'ont pas été évalués du fait de l'absence de données les concernant :

- Les consommations d'énergie et d'eau potable.

5.3.10.1 Evolution des émissions de GES liées au trafic routier

Les émissions de GES liées au trafic routier ont été calculées à partir des données de l'étude trafic du projet. Sur la période d'évaluation de l'infrastructure (jusqu'en 2070), les émissions supplémentaires en eqCO₂ relatives à l'aménagement de la section, par rapport à un scénario sans aménagement, sont de l'ordre de **45 000 T**.

L'étude de trafic a montré un impact négligeable sur les axes routiers autour de la zone d'étude, à l'exception de la RD366 dont le trafic prévisionnel diminuera sensiblement. L'aire d'étude considérée concerne les tronçons de la RN 176 concernés par le projet, ainsi que le tronçon de la RD366 entre Plouër-sur-Rance et Châteauneuf-d'Ille-et-Vilaine.

Figure 46 : Courbes d'évolution des émissions de GES du trafic routier à l'horizon 2070

L'observation du graphique ci-dessus amène les commentaires suivants :

Dans les 2 situations (référence et projet), on observe une augmentation des émissions liées au trafic routier à l'horizon 2050 ;

Le projet entraîne une augmentation des émissions de GES liées au trafic routier légèrement supérieure à celle liée à l'état de référence (sans projet). Cette différence est surtout observée pour les premières années du projet entre 2011 et 2025, les périodes suivantes montrent une évolution quasi identique des émissions entre les 2 hypothèses (évolution parallèle) ;

Entre 2050 et 2070 les pourcentages d'augmentation deviennent nuls et les courbes d'évolution sont parallèles et horizontales.

Si les tendances observées entre 2025 et 2070 étaient confirmées, les émissions supplémentaires annuelles liées au trafic routier engendrées par le projet seraient d'environ **1000 tonnes eq.CO₂/an (2 700 kgEq.CO₂/j)**.

Les horizons et scénarios suivants ont été considérés dans cette étude :

- Horizon 2011 « Actuel » ;
- Horizon 2025 « Référence » : scénario futur sans projet ;
- Horizon 2025 « Projet » : scénario futur avec réalisation de l'aménagement ;
- Horizon 2035 « Référence » ;
- Horizon 2035 « Projet » ;
- Horizon 2050 « Référence » ;
- Horizon 2050 « Projet » ;
- Horizon 2070 « Référence » ;
- Horizon 2070 « Projet ».

Les facteurs d'émissions utilisés sont issus de l'ADEME. Ils concernent les types de véhicule suivants :

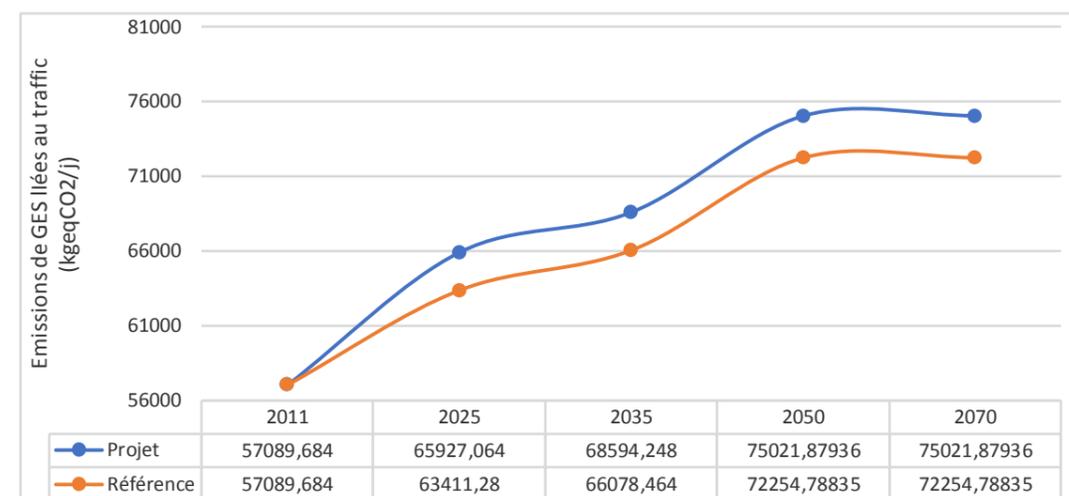
- Voiture particulière, puissance fiscale moyenne, motorisation moyenne pour les VL ;
- Ensemble articulé, marchandises diverses, régional, PTR A 40T.

Les résultats bruts en **kg eq.CO₂/j** sont présentés dans le tableau ci-après :

	2011	2025	2035	2050	2070
TOTAL sans projet	57089,684	63411,28	66078,46	72254,79	72254,79
% d'évolution		11,07%	4,21%	9,35%	0,00%
TOTAL avec projet	57089,684	65927,064	68594,25	75021,88	75021,88
% d'évolution		15,48%	4,05%	9,37%	0,00%

Tableau 34 : évolution prévisionnelle des émissions annuelles de GES liées au trafic routier

Remarque : ces valeurs ne tiennent pas compte de l'augmentation de la vitesse engendrée par le report vers la 2x2 voies. L'impact du projet en est donc légèrement minoré.



5.3.10.2 Maintenance et entretien des infrastructures et installations.

5.3.10.2.1. Entretien courant des voies

Principales hypothèses

Pour le calcul des émissions liées à l'entretien courant des voies, nous avons considéré les hypothèses suivantes :

L'ensemble des couches de roulement des voies seront remplacées tous les 15 ans. Cela implique un rabotage/fraisage à chaque fois (donnée issue de la politique d'entretien de la DIRO) ;

Les équipements de signalisation et de sécurité (glissières métalliques, garde-corps...) seront renouvelés à hauteur de 10% par an.

Résultats

Les résultats montrent une estimation des émissions annuelles de l'ordre de :

- 124 t eq.CO₂/an** pour l'entretien de la chaussée ;
- 1 t eqCO₂/an** pour le remplacement des équipements de voirie.

Cette estimation peut varier en fonction :

- Des travaux de réfection ponctuels liés à des désordres très localisés ou des accidents ;
- La fréquence réelle de renouvellement des couches de roulement.

Emissions évitées

Les émissions évitées pour ce poste sont de 2 ordres : compris dans le périmètre de calcul du projet et en dehors de celui-ci. Concernant les **émissions dans le périmètre du projet** :

L'utilisation d'enrobé issu à 50% de recyclé : cela permettrait l'évitement d'environ 31 teq.CO₂/an ;

L'utilisation d'acier recyclé à 40% pour le mobilier remplacé : cela permettrait d'éviter l'émission d'environ 40 teq.CO₂/an.

Concernant les **émissions hors-projet** :

Le recyclage de l'enrobé issu du fraisage/rabotage : cela permettrait l'évitement d'environ 630 t eq.CO₂/an ;

Le recyclage de l'acier issu du mobilier déposé pour son remplacement : cela permettrait d'éviter l'émission d'environ 100 teq.CO₂/an.

Réductions potentielles

Les pistes de réduction potentielles sont les mêmes que celles pressenties pour la mise en œuvre de ces équipements, à savoir :

La pertinence de l'utilisation d'acier 100% recyclé pour l'ensemble des éléments en acier mis en œuvre sera à vérifier en fonction du contexte local et de l'existence de filières de recyclage directement intégrées dans la fabrication des aciers. Le facteur d'émission de fabrication de ce matériau passerait de 1 701 (40% de recyclé) à 938 kgeq.CO₂/t (100 % de recyclé), le gain estimé serait alors de près de **59 t eq.CO₂/an**, soit environ 1% des émissions du projet ;

Une piste de réduction consiste en l'utilisation d'un béton « bas carbone » utilisant principalement des matériaux de substitution au calcaire dans la fabrication du clinker servant de base au ciment. Ainsi une estimation de la diminution des émissions du projet liée à l'utilisation d'un béton dit « bas carbone » a été réalisée pour l'ensemble du béton utilisé. Pour cela il a été appliqué une diminution de 30% aux facteurs d'émission des bétons utilisés. Ce facteur est basé sur la comparaison de 2 FDES réalisées en 2017 par la société Lafarge concernant des bétons de type C30/C37, l'un à base de ciment CEM III/A et l'autre à base de CEM III/B.

La quantité de béton mises en œuvre étant relativement faible pour ce poste, le gain engendré, limité à l'échelle du projet, serait de l'ordre de près de **9 t eq.CO₂/an**.

Une piste de réduction consiste en l'utilisation de composés bitumineux intégrant pour partie des composés recyclés. Cette solution a été chiffrée en prenant pour hypothèse l'utilisation systématique de matériaux bitumineux intégrant 50% de matériaux recyclés. Il en résulte une diminution de près de **18 t eq.CO₂/an** des émissions, soit environ 19 % des émissions du projet.

5.3.10.2.2. Autres travaux d'entretien et de maintenance

Les autres postes de maintenance concernant les points suivants :

Fauchage et élagage ;

Viabilité hivernale (salage – déneigement) ;

Vérification périodique des ouvrages d'art ;

Entretien des ouvrages d'art (y compris peinture, changement de joints de chaussée et appareils d'appui) ;

Entretien et nettoyage des réseaux d'assainissement.

N'ont pas été étudiés en l'absence de données précises les concernant.

5.3.10.3 Déchets

5.3.10.3.1. Principales hypothèses

Nous avons considéré pour l'estimation des émissions liées à la gestion des déchets les hypothèses suivantes :

La collecte n'est pas intégrée à ce poste (elle fait partie des travaux d'entretien du chapitre précédent) ;

Le facteur d'émission considéré concerne la fin de vie moyenne des déchets et est issu de la base de données de l'Ademe ;

La quantité de déchets collectés annuellement est calculé à partir du chiffre donné par VINCI autoroute sur internet faisant état de 6 836 tonnes collectées en moyenne sur l'ensemble de son réseau, à savoir 4 422 km d'autoroutes concédées. Le ratio obtenu est de **1,55 t de déchets/km/an** ;

Le ratio a été appliqué au tronçon étudié à savoir 4.2 km, ce qui donne **7 tonnes de déchets collectés par an**.

5.3.10.3.2. Résultats

Le ratio de l'Ademe concernant la fin de vie moyenne des déchets étant de 215 kg eq.CO₂/t, nous obtenons pour ce poste des émissions de l'ordre de **1.4 t.eq.CO₂/an**.

5.3.10.4 Synthèse des émissions de GES attendues en phase exploitation

Postes	Augmentation des émissions du trafic routier	Entretien des voies	Déchets	TOTAL
Emissions annuelles de GES (t eq.CO ₂ /an)	200	124 355	1,4	124 556

Tableau 35 : Synthèse des missions de GES attendues en phase exploitation

Les émissions de GES attendues liées au projet de mise en 2x2 voies de la RN 176 entre l'estuaire de la Rance et l'échangeur de la Chênaie en phase exploitation sont de **124 556 t eq.CO₂ par an**.

Le principal poste contributeur de ces émissions est l'entretien des voies (plus de 99%).

Cette approche donne un ordre de grandeur, il conviendra de l'affiner avec les données réelles pour la partie entretien et maintenance.

5.4 Conclusion

Le bilan carbone du projet de la mise à 2X2 voies de la RN176 entre l'estuaire de la rance et l'échangeur de la Chenaie au stade des Etudes d'Avant-Projet (AVP) prévoit un estimatif d'émissions de GES de l'ordre de **46 076 t eq.CO₂**, dont le principal poste (représentant environ 1/3 des émissions totales) est la voirie. Les postes suivants sont le terrassement et les équipements avec respectivement environ ¼ des émissions chacun, suivi des ouvrages avec environ 1/8 des émissions du projet.

Les résultats pour les 4 familles de poste sont les suivants :

- La fabrication (intrants) : 80% ;
- Le transport (fret) : 2% ;
- La mise en œuvre (utilisation) : 2% ;
- Les déchets (fin de vie) : 17%.

Dans cet estimatif, certaines actions de réduction sont déjà intégrées et permettent de réduire les émissions de l'ordre de :

1 850 teq.CO₂ à l'échelle du projet, lié à l'utilisation de **40 % d'acier recyclé dans les aciers employés hors ferrailage et 100% d'acier recyclé dans les armatures du béton armé ;**

1 859 teq.CO₂ à l'échelle du projet, lié à la réutilisation sur site des matériaux excavés.

Une diminution supplémentaire de l'ordre de 1 794 teq.CO₂ peut être envisagée par la mise en œuvre de 100% d'acier recyclé au sein des aciers mis en œuvre hors ferrailage. Cela constitue une des pistes principales de diminution des émissions du projet avec l'utilisation d'enrobé recyclé à hauteur de 50% de la formulation qui peut permettre de faire baisser d'environ **900 teq.CO₂**, et la recherche de l'utilisation de ciment « bas carbone » dans le béton mis en œuvre qui peut atteindre **477 teq.CO₂**, ou l'optimisation des structures de voirie afin de diminuer les quantités de matériaux mis en œuvre ainsi que la recherche de filières d'approvisionnement les plus proches possibles du chantier.

Remarque : en l'absence de facteurs d'émission spécifiques, la fin de vie des installations du projet (2^{ème} famille de poste émettrice) mis en œuvre ne peut être précisément quantifiée. De plus ce type d'infrastructure n'a pas pour vocation (à ce jour) à être démantelée. Cependant, dans un souci de cohérence théorique, la fin de vie a été modélisée en stockage pour les matériaux minéraux non métalliques (matériaux de voirie, remblais et béton). Dans l'hypothèse d'un démantèlement des installations, une réutilisation des matériaux sur site permettrait une diminution des émissions liées à cette phase.

Ce bilan constitue une première approche des émissions du projet. Les pistes avancées d'optimisation de ces émissions ont pour objet d'aider le maître d'ouvrage pour les arbitrages à mener dans les prochaines phases du projet. Elles seront à mettre en face des autres contraintes telles que les aspects délai, coût, et qualité. Ainsi, la mise en œuvre de ces solutions et l'affinement des données du projet permettront de mettre à jour le bilan carbone pour les phases ultérieures.



Limitations du rapport

Arcadis a élaboré ce rapport pour l'usage exclusif de la DREAL Bretagne.

L'utilisation qui pourrait être faite d'une communication partielle ou reproduction partielle de ce rapport ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations d'Arcadis ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci.

Par ailleurs les conclusions de la présente étude ne valent que pour les usages, scénarios, et données considérées. La prise en compte d'autres usages, d'une part, ou de nouvelles hypothèses de construction d'autre part, pourrait conduire à la révision et à l'actualisation des conclusions de la présente étude.

Les conclusions et recommandations du présent rapport sont basées pour partie sur des informations extérieures fournies par les personnes et entités auxquelles elles ont été demandées, non garanties par Arcadis ; sa responsabilité en la matière ne saurait être engagée.

Enfin l'utilisation de ce rapport et de ses annexes à d'autres fins que celles définies dans la proposition Arcadis, par la DREAL Bretagne ou par des tiers, est de l'entière responsabilité de l'utilisateur.

Droit d'auteur © Ce rapport est la propriété exclusive d'Arcadis. Seul le destinataire du présent rapport est autorisé à le reproduire ou l'utiliser pour ses propres besoins. Ce rapport pourra être transmis aux tiers via les actes notariés.

6 ANNEXE 6 : ETUDE DE TRAFIC ET ETUDE DE LA CONGESTION

6.1 Etude de trafic

RAPPORT

Département
DIMER

Groupe
Infrastructure-Transport

Avril 2016

ETUDE DE TRAFIC AMENAGEMENT DE LA RN 176 Section : Pont Chateaubriand- échangeur de la Chênaie V0.9 avril 2016



Centre d'Études Techniques de l'Équipement
de l'Ouest

www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V0	03/12/2012	version de base
V0.4	28/01/2013	Prises en comptes remarques suite relecture interne
V0.5	17/05/2013	Prises en comptes des remarques de P A. Poivre et P, Moiteaux, DREAL Bretagne
V0.6	08/07/2013	Ajout du test sur la fermeture du pont Chateaubriand
V0.7	04/10/2013	Modifications des vitesses dans les scénarios et calcul des heures > à 1600 uvp/h
V0.8	21/09/15	Ajout note complémentaire scenarios de déviation en phase travaux
V0.9	05/04/16	Version consolidée V0.8 + Tests complémentaires variante retenue.

Affaire suivie par

Pierre LE BOURHIS - DIMER /GIT jusqu'à V0.7 puis Guenaelle BERNARD (V0.8) puis Radoine DIK (V0.9)

Tél. : 02 40 12 83 56 / Fax : 02 40 12 84 44

Courriel : Pierre.Le-bourhis@developpement-durable.gouv.fr

Relecteur

Pierre LE BOURHIS - DIMER /GIT et Radoine DIK DIMER/GIT

Valideur

Guénaëlle BERNARD - DIMER

Rédacteur : Patrick RAGUENES puis Patrick MIMAUD

Au 1^{er} janvier 2014, les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra fusionnent pour donner naissance au Cerema : **centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.**

CETE : Centre d'études techniques de l'équipement

Certu : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Cetmef : Centre d'études techniques maritimes et fluviales

Sétra : Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

SOMMAIRE

1 - OBJECTIF DE L'ETUDE.....	6
2 - LE RECUEIL ET TRAITEMENT DES DONNEES.....	7
2.1 - Les comptages directionnels.....	7
2.2 - Les Enquêtes Origine/Destination.....	9
2.3 - Les comptages automatiques.....	12
3 - L'ETAT INITIAL.....	14
3.1 - Les compteurs permanents de Plouer/Rance et de la Briantais.....	14
3.1.1 -Graphique mensuel.....	16
3.1.2 -Graphique journalier.....	16
3.1.3 -Graphique horaire.....	18
3.1.4 -Les jours les plus chargés de 2011 sur la RN176.....	23
3.1.5 -Les heures les plus chargées de 2011 sur la RN176.....	24
3.2 - Les comptages directionnels.....	28
3.3 - Les flux de trafic.....	34
3.3.1 -Le découpage utilisé pour la représentation des O/D.....	34
3.3.2 -Les flux de transit, d'échange et locaux.....	36
4 - MODELISATION DU PROJET ET TRAFICS.....	40
4.1 - Modélisation du projet.....	40
4.2 - Hypothèses et projections retenues.....	43
4.3 - Scénarios testés.....	44
4.4 - Lecture des résultats.....	45
4.5 - Analyse de la congestion.....	62
4.5.1 -Année 2011 et 2025.....	62
4.5.2 -Année 2035.....	65

5 - CONCLUSIONS INTERMÉDIAIRES N°1.....	67
6 - NOTE COMPLÉMENTAIRE SCENARIO DE DÉVIATION EN PHASE TRAVAUX.....	68
6.1 - Rappel de l'étude de 2013.....	69
6.2 - Méthodologie étude complémentaire.....	73
6.3 - Résultats.....	79
6.4 - Conclusions intermédiaires n°2 – note complémentaire scenario de déviation en phase travaux.....	86
7 - TESTS COMPLÉMENTAIRES DE TRAFICS VARIANTE RETENUE.....	88
7.1 - Modèle de trafic utilisé (rappel).....	89
7.2 - Les hypothèses principales de projection des trafics.....	90
7.3 - Réseau de référence en 2025 et 2035 (rappel):.....	92
7.4 - Projets testés (rappel).....	92
7.5 - Résultats obtenus.....	93
7.5.1 -Le contexte géographique :.....	93
7.5.2 -PIB à 1,5 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) :.....	94
7.5.3 -PIB à 1,9 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) :.....	103
7.5.4 -PIB à 0 %.....	112
7.5.5 -PIB à 1,5 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) avec un coût du carburant augmenté uniformément pour les VL et les PL de +30 %.....	121
7.5.6 -PIB +1%/an (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic).....	130
7.6 - Conclusions intermédiaires n°3 Tests complémentaires de trafics variante retenue.....	139
8 - SYNTHÈSE DES PRINCIPALES CONCLUSIONS DU RAPPORT.....	141
9 - ANNEXES.....	145
9.1 - annexe 1 : Comptages directionnels par carrefour (secteur de Dinard) et la Ville ès Nonais.....	145
9.2 - Annexe 2 : Questionnaire d'enquête O/D.....	147

9.3 - Annexe 3 : Fermeture du pont Chateaubriand.....	148
9.4 - Annexe 4 : Compteurs permanents.....	149
9.4.1 -Évolution sur 10 ans.....	149
9.4.2 -Variation Mensuelles.....	149
9.4.3 -Variations Journalières.....	151
9.4.4 -Variations Horaires.....	152

1 - OBJECTIF DE L'ETUDE

A la demande de la DREAL Bretagne, le CETE de l'Ouest est en charge du volet assistance à la maîtrise d'ouvrage de l'enquête de circulation et de la réalisation de l'étude de trafic concernant l'aménagement de la section Pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie, s'inscrivant dans le cadre plus global de l'aménagement de la RN 176.

Située à l'est de Dinan, cette section d'une longueur de 4,3 km, est aménagée à 2 voies, elle comporte dans sa partie ouest un ouvrage d'art d'une longueur de 420 m, enjambant la Rance (pont Chateaubriand). Cette section comporte également un 1/2 échangeur (échangeur de la Ville ès Nonais) pour se terminer à l'est par l'échangeur dit de la Chênaie (en cours de réaménagement).

L'objectif de l'étude concerne l'aménagement à 2x2 de tout ou partie de la section. Dans ce cadre, une modélisation est réalisée afin d'évaluer les effets sur le trafic.

2 - LE RECUEIL ET TRAITEMENT DES DONNEES

Pour mener à bien cette étude, il était indispensable de réaliser un recueil de données spécifique afin de connaître les différents flux sur la RN176. Seule une enquête Origine/Destination permet d'obtenir ces flux. En complément de cette enquête une campagne de comptages automatiques a été réalisée au droit des postes ainsi que sur le 1/2 échangeur de la Ville ès Nonais.

Au Nord de la RN 176, la route du barrage de la Rance (RD168) représente un itinéraire concurrent pour certains flux. L'importance du trafic sur cette route rendait impossible la réalisation d'une enquête Origine/Destination, l'option prise a donc été de réaliser une enquête O/D en amont sur la RD266 (Dinan - Dinard) et de faire des comptages directionnels de la RD266 jusqu'au barrage.

Compte tenu du caractère touristique de la zone d'étude, les comptages directionnels, ainsi que les comptages automatiques ont été réalisés en saison estivale et hors saison.

Les enquêtes Origine / Destination n'ont pas pu être réalisées durant la saison estivale, elles auraient engendrés de trop grosses perturbations, elles ont donc été réalisées uniquement hors saison. Elles ont ensuite été intégrées dans le modèle "régional Bretagne", développé par le CETE Ouest pour le compte de la DREAL Bretagne.

Le relevé des différentes données sur le terrain a été confié à une société spécialisée.

2.1 - Les comptages directionnels

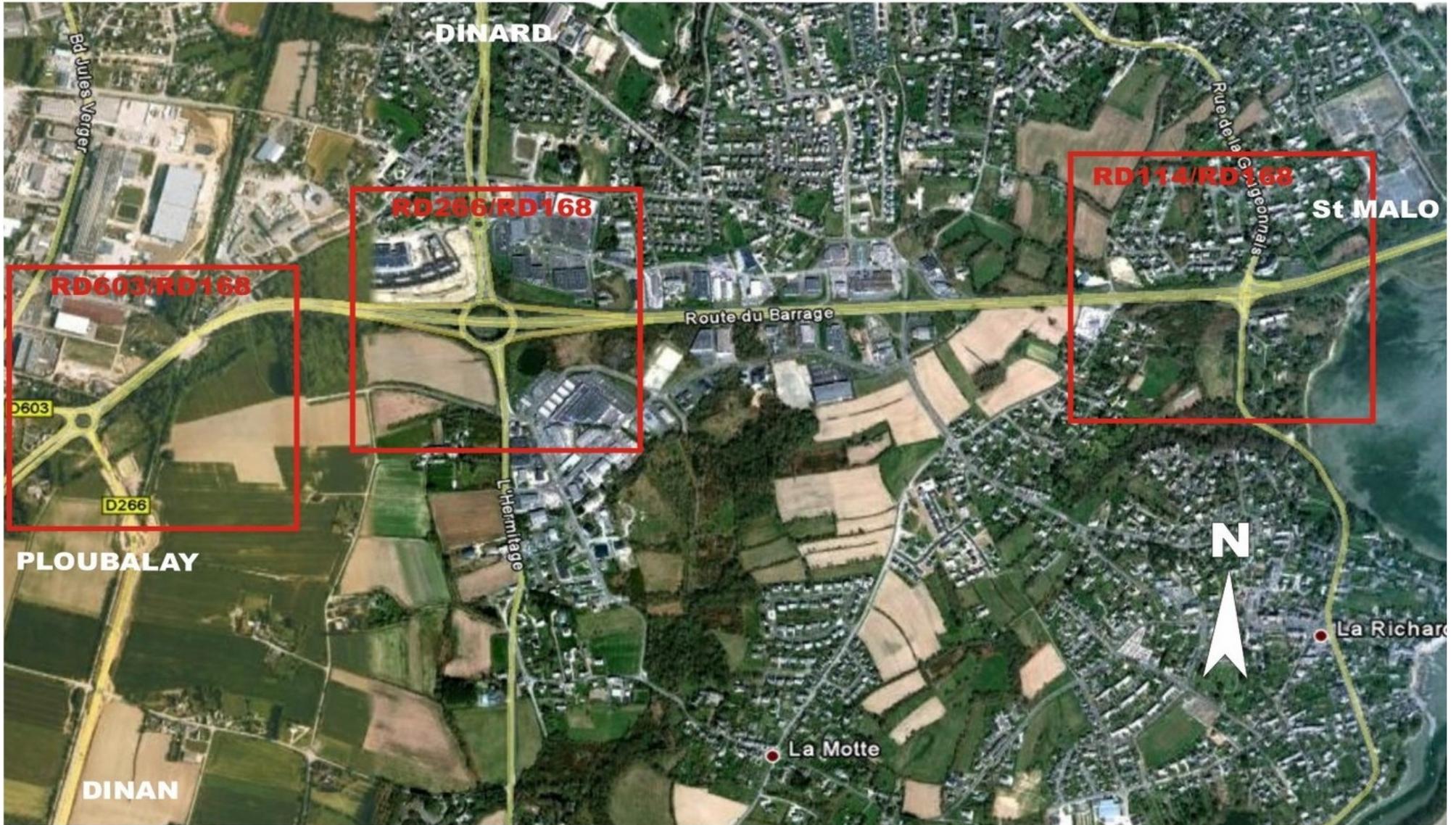
Comme indiqué ci-dessus une enquête Origine/Destination étant difficilement réalisable sur la route du barrage de la Rance, l'option des comptages directionnels a été privilégiée afin d'appréhender au mieux les flux de trafic sur celui-ci.

Les comptages directionnels ont été réalisés en saison, le 24 juillet et hors saison le 13 septembre 2012, au droit des carrefours suivants :

- le carrefour à feux de la Richardais,
- l'échangeur de Dinard,
- le giratoire RD168/RD266 (route de Dinan).

Les mouvements directionnels de ces 3 carrefours en lien avec le barrage de la Rance (RD168) ont été relevés de 7 h à 19 h. Pour chaque mouvement, le type de véhicule a été relevé par 1/2 heure. La planche suivante représente l'emplacement des 3 carrefours, le détail de chaque carrefour apparaît en [annexe 1](#).

3 COMPTAGES DIRECTIONNELS AU DROIT DE DINARD



2.2 - Les Enquêtes Origine/Destination

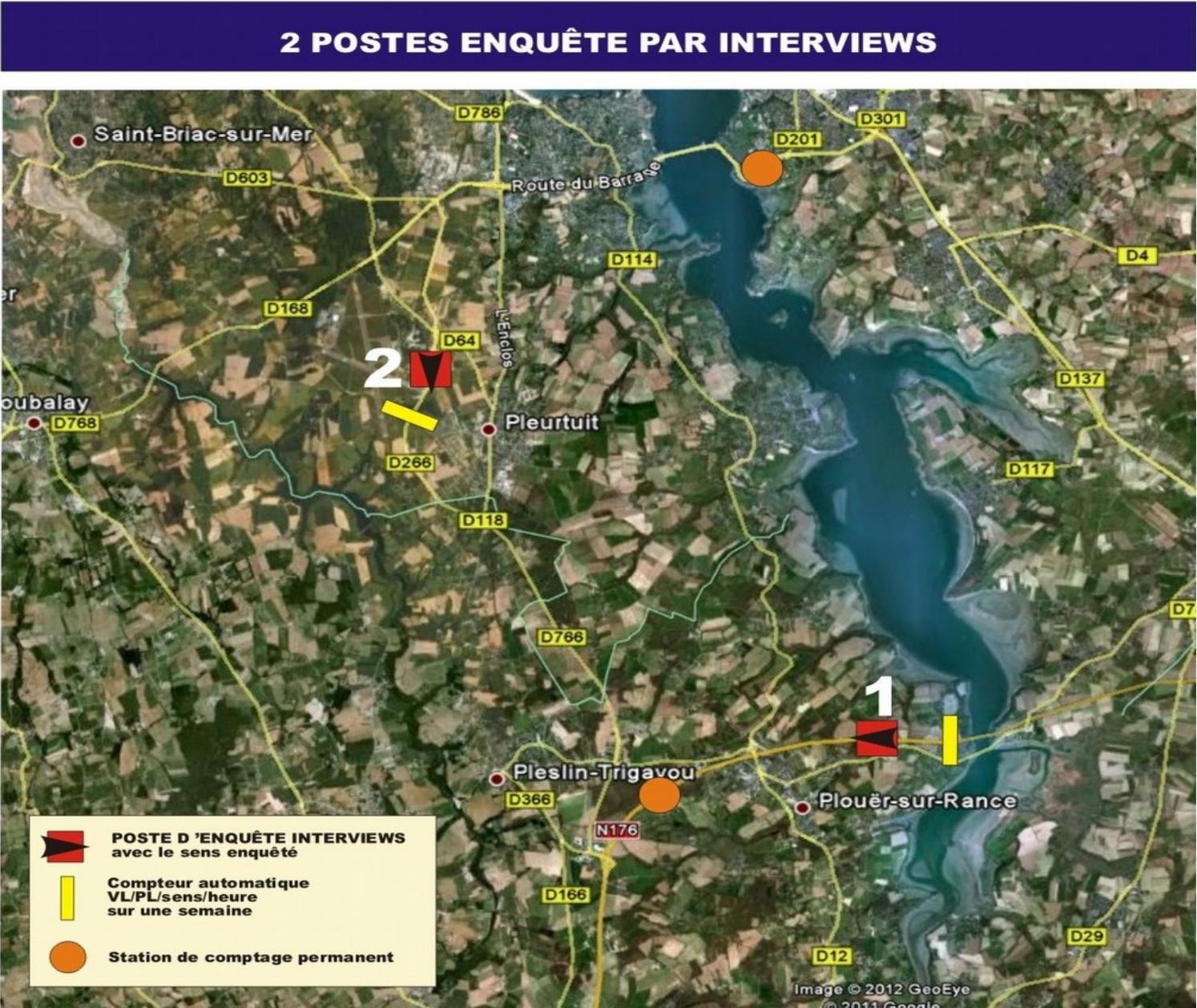
2 postes d'enquêtes par interviews ont été réalisés un sur la RN 176 (à l'ouest du pont Chateaubriand), un autre sur la RD 266 Dinard - Dinan (sur la déviation de Pleurtuit), ce poste vient en complément des comptages directionnels effectués sur la RD 168.

Il s'agit d'interroger un échantillon de véhicules passant sur ces axes dans un sens donné, en leur demandant principalement leur commune d'origine et de destination, ainsi que le motif du déplacement, leur profession pour les VL, la marchandise transportée et le tonnage pour les PL ([voir questionnaire en annexe 2](#)).

En parallèle tous les véhicules passant sur les postes sont recensés par ½ heure et par type, ceci afin de faire un premier redressement entre les "interviewés" et les "recensés", ils sont ensuite redressés sur le TMJA 2011 des 2 sens.

Ces 2 postes ont été réalisés le mardi 11 Septembre 2012 de 7h à 19h sans interruption.

La planche suivante localise ces 2 postes, ainsi que les stations de comptage permanent.



Environ 1850 véhicules ont été interviewés sur les 2 postes au total (991 pour le poste 1 et 863 pour le poste 2). Le taux de sondage moyen est de 22% (environ 1 véhicule sur 4), ce faible taux de sondage est du principalement à un trafic important au poste 1, obligeant de faire des "lâchés" très régulièrement, ayant pour conséquence une forte baisse du nombre d'interviews.

	Total interviewés	PL interviewés	Total recensés	PL recensés	taux de sondage Total*	taux de sondage PL*	coefficient de redressement moyen Total**	coefficient de redressement moyen PL**
Poste 1 RN 176	991	203	5575	802	18,0%	25,0%	5,63	3,95
Poste 2 RD 266	863	64	2851	176	30,0%	36,0%	3,30	2,75
Total	1854	267	8426	978	22,0%	27,0%	4,54	3,66

*Le taux de sondage: rapport entre le nombre de véhicules enquêtés et le nombre de véhicules recensés sur la période (7h-19h) dans le sens enquêté.

** coefficient de redressement moyen: rapport entre les véhicules recensés sur la période (7h-19h) dans le sens enquêté et les enquêtés.



Pour raison de sécurité les véhicules ne sont enquêtés que sur la file de droite, la file de gauche est neutralisée

2.3 - Les comptages automatiques

Parallèlement à ces différents relevés, 23 points de comptage automatique ont été posés durant une semaine complète, pendant la saison estivale: du lundi 23 au dimanche 29 Juillet 2012 inclus et hors saison: du vendredi 7 au jeudi 13 Septembre 2012 inclus.

-15 points de comptages pour les 3 carrefours en comptages directionnels (*voir annexe 1*)

-2 points pour les 2 postes d'enquête

-6 points de comptages pour le 1/2 échangeur de la Ville ès Nonais (*voir annexe 1*)

Dans un premier temps, ils permettent de connaître le trafic sur ces sections et ensuite de recalculer les trafics par rapport aux données des stations « sirédo » de Plouer sur Rance située sur la RN176 (à l'ouest de l'échangeur de Plouer/Rance), ainsi que celle de la Briantais située sur la RD 168 (à l'est du barrage de la Rance) ; ces 2 stations permettent le recalage des données en TMJA 2011. Les semaines de relevé sont comparées aux mêmes semaines des stations « sirédo » qui sont ensuite comparées au TMJA 2011 ou TMJE 2011 (trafic moyen journalier été de Juillet et Août), ce qui permet d'obtenir des coefficients de redressement entre les semaines de 2012 et le TMJA et TMJE de l'année 2011.

Les coefficients de passage de la semaine hors saison de 2012 au TMJA 2011 des 2 stations sont :

	semaine 2012 hors saison			TMJA 2011			Coefficients de 2012 à 2011	
	TV	PL	VL	TV	PL	VL	2012/2011 PL	2012/2011 VL
Plouer /R N176	19 683	2 427	17 256	18 169	2 184	15 985	0,900	0,926
Briantais D168	32 844	1 287	31 557	31 629	1 305	30 324	1,014	0,961

De même les coefficients de passage de la semaine estivale de 2012 au TMJE 2011 (trafic moyen journalier été) sont :

	semaine 2012 estivale			TMJE 2011			Coefficients de 2012 à 2011	
	TV	PL	VL	TV	PL	VL	2012/2011 PL	2012/2011 VL
Plouer /R N176	22 548	2 722	19 826	22 098	2 385	19 713	0,876	0,994
Briantais D168	38 448	1 483	36 965	37 737	1 308	36 429	0,882	0,986

Les compteurs automatiques posés pour l'occasion au droit du pont Chateaubriand apparaissent cohérent avec la station Sirédo de Plouer/Rance pour ce qui est du trafic total, par contre, il apparaît une nette différence sur le trafic PL. Cette différence peut s'expliquer par la technique ou le paramétrage utilisés pour le relevé du trafic PL: ainsi hors saison pour le sens Dol de Bretagne vers Dinan, le compteur automatique indique 740 PL alors que la Sirédo annonce 1175 PL, le sens inverse est aussi plus marqué 810 PL et 1 252 PL pour la Sirédo, soit une sous estimation de plus de 400 PL par sens.

Pour les comptages automatiques en saison estivale le phénomène est légèrement plus important, avec une sous estimation de quasiment 600 PL par sens.

Pour rester cohérent avec les données de trafic publiées annuellement par le gestionnaire de voirie, il est donc décidé de prendre en compte les valeurs de la station permanente de Plouer/Rance.

On retrouve le même phénomène avec la station de la Briantais sur la RD 168, le trafic total est sensiblement équivalent, alors que le trafic PL est, là aussi sous estimé d'environ 350 PL par sens.

Comme pour la station de Plouer/Rance, il est décidé de prendre en compte les valeurs de la station permanente de la Briantais.

A titre d'illustration ci dessous les différents types de compteurs temporaires:



plaque



radar



pneumatique

3 - L'ETAT INITIAL

3.1 - Les compteurs permanents de Plouer/Rance et de la Briantais

La station « Sirédo » de Plouer/Rance sur la RN 176 est située entre l'échangeur de Plouer/Rance et l'échangeur de la route de Dinard (RD766, voir planche emplacement des postes d'enquête), elle est la plus proche du projet.

Point important à noter: La RN 176 a été coupée pour travaux du 26 Avril au 9 Juin 2011 (annexe 3, article de presse), afin de retrouver des valeurs cohérentes pour l'année 2011, cette période a été remplacée par la période équivalente de 2012.

La station de la Briantais sur la RD 168 est située entre le barrage de la Rance et le premier échangeur de St Malo. Bien que plus éloignée du projet elle permet le recalage des mouvements directionnels effectués au droit de Dinard. Comme pour la station de Plouer/Rance la période des travaux a été remplacée par la période équivalente de 2012.

Leurs TMJA et TMJE 2011 (2 sens) sont :

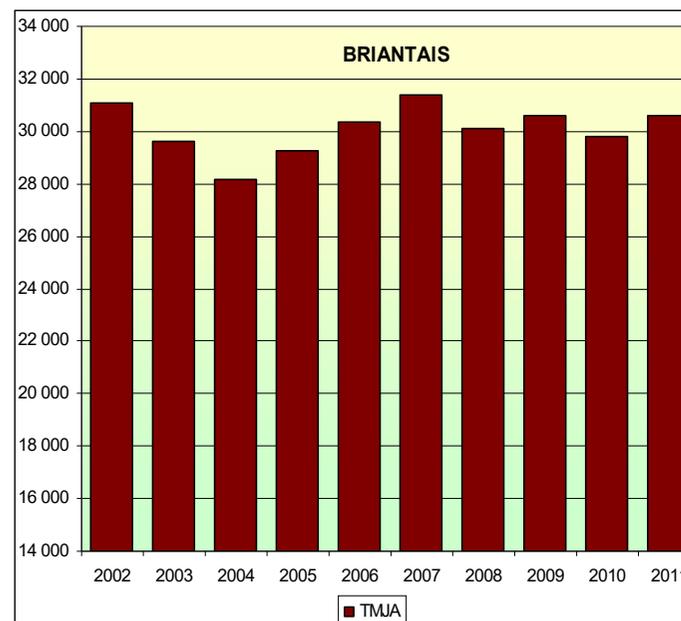
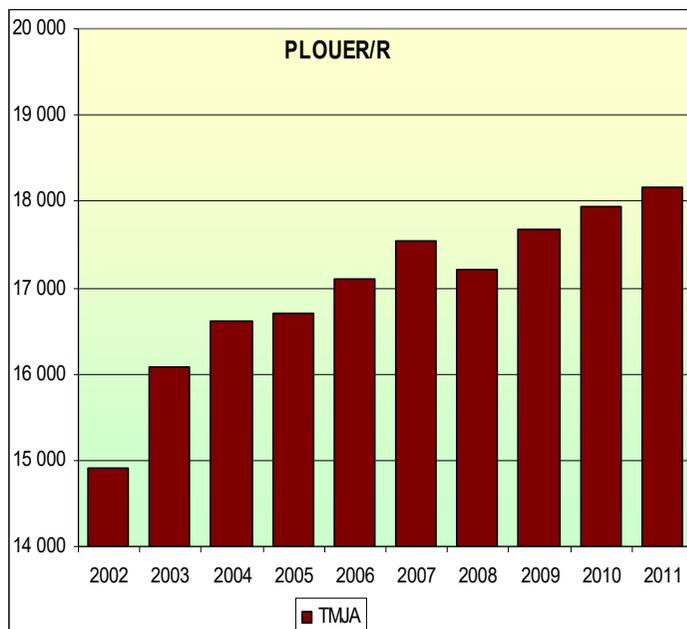
	TMJA 2011		TMJE 2011		TMJE/TMJA	
	TV	PL	TV	PL	TV	PL
Plouer / Rance	18169	2184	22098	2385	1,216	1,092
Briantais	30583	1165	37737	1308	1,233	1,122

Les 2 graphiques ci-dessous montrent l'évolution de ces compteurs sur 10 ans, entre 2002 et 2011.

La station de Plouer/Rance passe de 14 902 véh/j à 18 169 véh/j soit une augmentation linéaire de 2,2% par an. A noter l'importante augmentation entre 2002 et 2003 due vraisemblablement à l'ouverture complète de la route des estuaires, facilitant les échanges entre la Bretagne Nord et le Nord de la France et au delà. Si on fait abstraction de l'année 2002, l'augmentation passe de 2,2 à 1,4% par an.

La station de la Briantais passe de 31 074 véh/j à 31 618 véh/j soit une très faible augmentation de 0,1% par an. Elle subit des variations qui sont difficilement explicables.

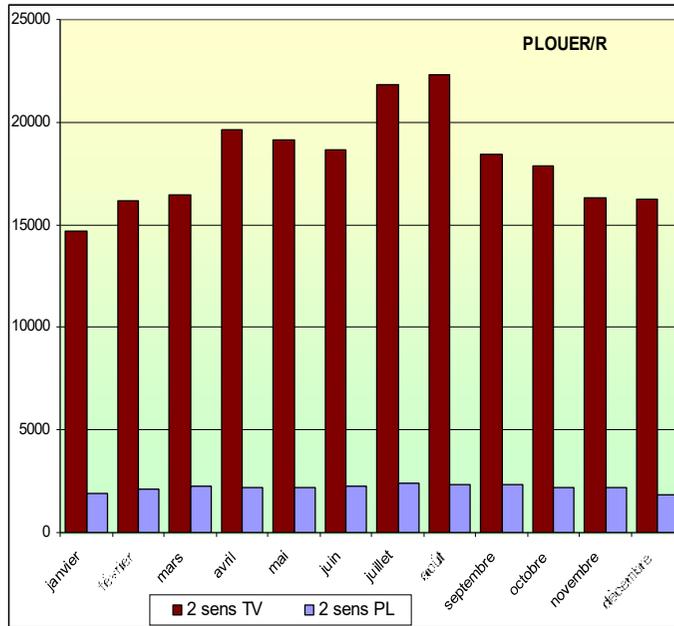
Les valeurs des graphiques suivants apparaissent en annexe 4.1



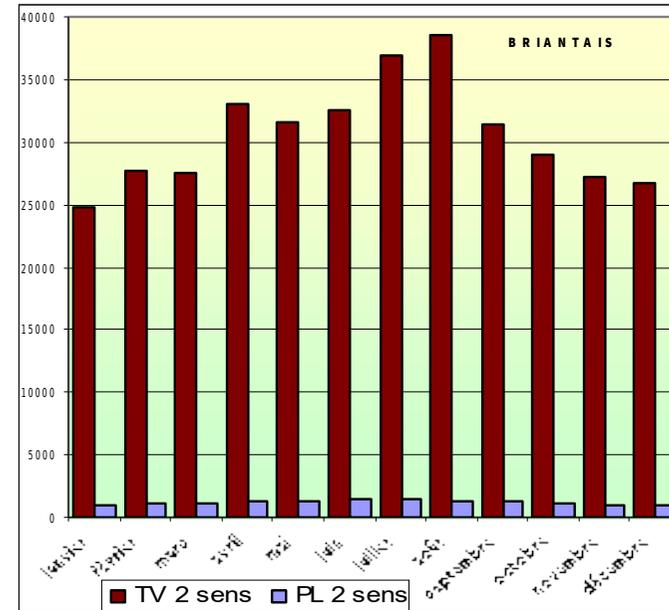
Les stations sirédo permettent d'enregistrer les 8 760 heures d'une année et ainsi de pouvoir analyser le trafic suivant différents critères. Les différents graphiques suivants montrent le trafic total, ainsi que le trafic PL, pour l'année 2011 suivant le mois, le jour, l'heure et le sens.

3.1.1 - Graphique mensuel

Les valeurs des graphiques suivants apparaissent en annexe 4.2



Rappel : du 26 Avril au 9 juin, ce sont des valeurs de 2012



Rappel : du 26 Avril au 9 juin, ce sont des valeurs de 2012

La station de Plouer/Rance présente une pointe marquée pour les mois de Juillet et Août avec un TMJE de 22 098 véh/j, soit un coefficient TMJE/TMJJA de 1,216. A noter une petite pointe en Avril-Mai, certainement due aux vacances scolaires de Pâques.

La station de la Briantais présente elle aussi une pointe estivale du mois de Juillet au mois d'août avec un TMJE de 37 737 véh/j, le coefficient TMJE/TMJJA est de 1,234. On peut noter une légère pointe en Avril, certainement due aux vacances de Pâques, elle apparait également sur la station de Plouer/Rance.

La fermeture de la RN 176 pour travaux a entraînée un report de trafic d'environ 5 000 véh/j (comparaison de la même période entre 2011 et 2012)

3.1.2 - Graphique journalier

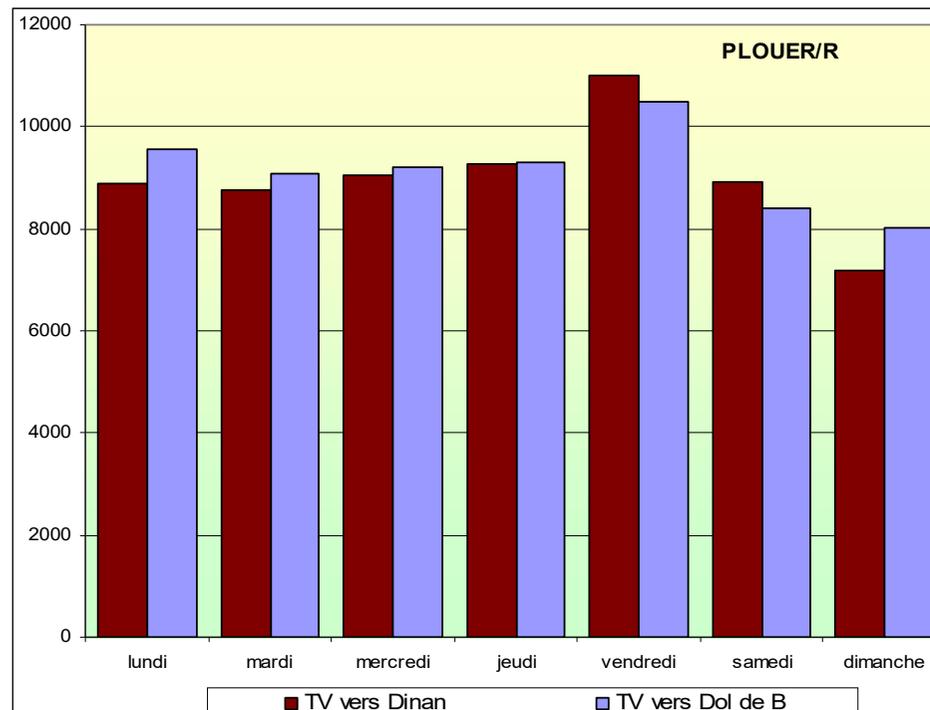
Les valeurs des graphiques suivants apparaissent en annexe 4.3

Station de Plouer/Rance

Le vendredi est le jour le plus chargé de la semaine, la moyenne des vendredis avoisine les 21 500 véh/j 2 sens (dont 1 700 PL).

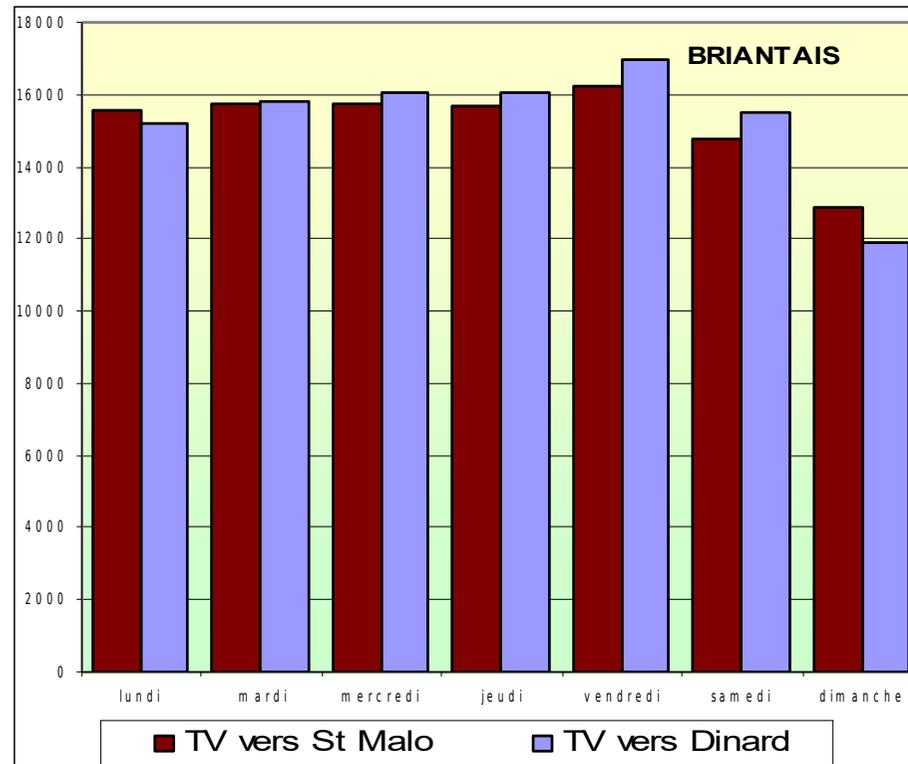
L'analyse du trafic par sens montre un trafic toujours supérieur dans le sens vers Dol de Bretagne, sauf le vendredi et le samedi. Autant le déséquilibre du vendredi et du samedi peut s'expliquer par les départs en Week-End vers les côtes bretonnes avec un retour le dimanche, les autres jours ce déséquilibre est difficilement explicable si ce n'est peut être le fléchage des itinéraires.

De même, le trafic PL est toujours légèrement supérieur dans le sens vers Dol de Bretagne, excepté le vendredi (*voir annexe 4.3*).



station de la Briantais

Comme pour la station de Plouer/Rance le vendredi est le jour le plus chargé avec 33 423 véh/j 2 sens (dont 1 503 PL), mais contrairement à la station de Plouer/Rance le trafic du vendredi et samedi est plus important vers St Malo, l'attrait touristique de la cité Malouine semble être un élément déterminant, ce qui semble être confirmé par un retour le dimanche. Pour les autres jours, le léger déséquilibre ne peut s'expliquer que par la même raison évoquée pour la station de Plouer/Rance (fléchage des itinéraires).



3.1.3 - Graphique horaire

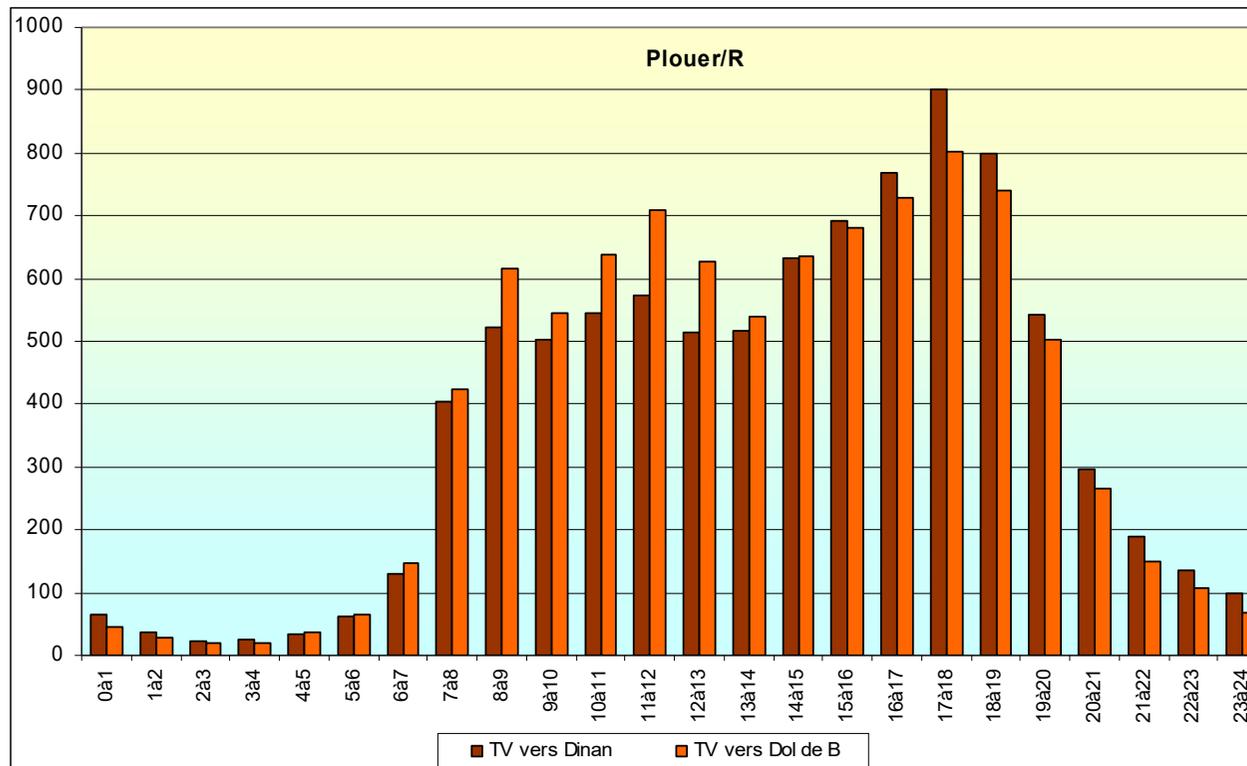
Les valeurs des graphiques suivants apparaissent en annexe 4.4

Station de Plouer/Rance

Le graphique ci-dessus montre le trafic total par sens et par heure sur la station de Plouer/Rance.

Le trafic vers Dol de Bretagne est plus élevé que le sens opposé de 4h du matin jusqu'à 15h, puis il s'inverse de 15h à 4h en étant plus élevé vers Dinan. L'heure la plus chargée 2 sens confondus est de 17 à 18h avec 1 700 véh/h, c'est également l'heure la plus chargée quel que soit le sens.

Le trafic nocturne (22h à 6h) représente 4,8% du TMJA, soit 875 véhicules en 8 heures.

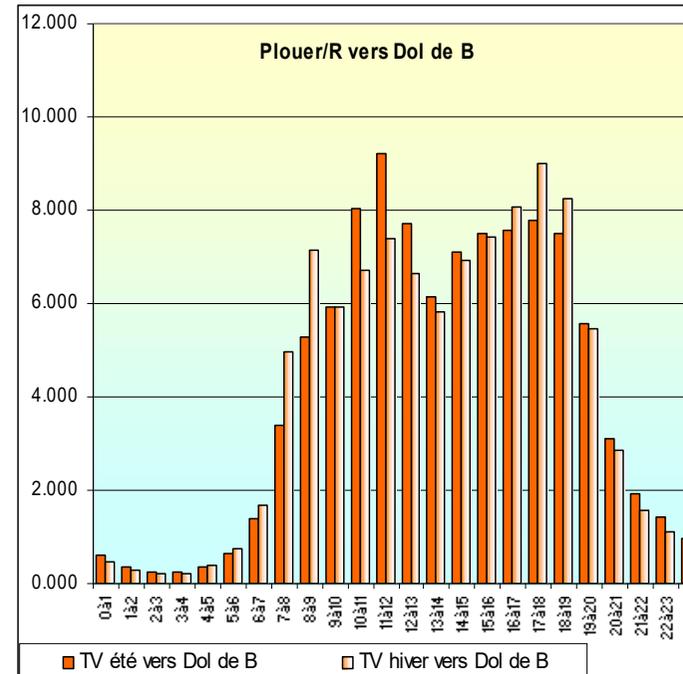
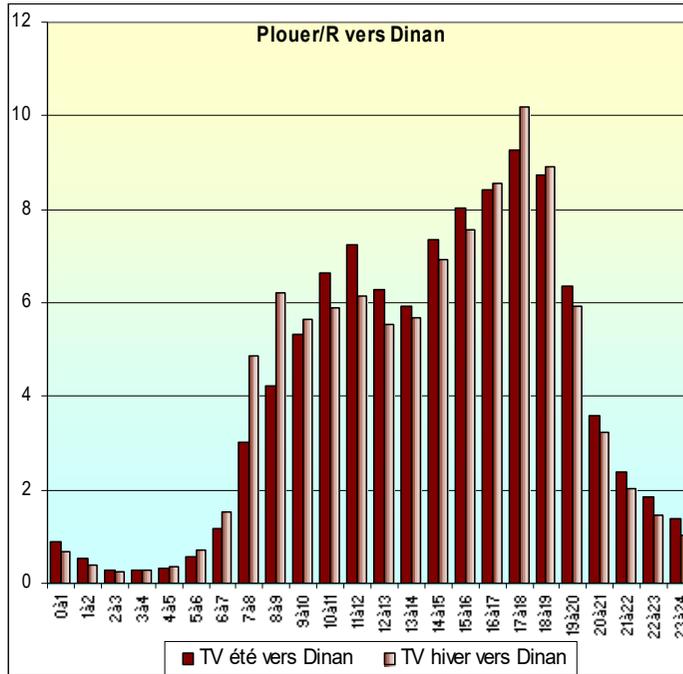


Afin de mieux appréhender ces phénomènes d'étalement des pointes, les graphiques ci-dessous montrent chaque sens de circulation avec la différenciation entre le hors saison et la saison estivale.

Cette différenciation pour être pertinente est en pourcentage du trafic journalier, soit sur:

-22 096 véh/j pour la saison estivale

-17 364 véh/j pour le hors saison.



En direction de Dinan : la pointe du matin est beaucoup plus marquée en hors saison de 7h à 9h (de 8 à 9h : 533 véh/h), la pointe du soir pour cette même période est elle aussi marquée de 17 à 18h avec plus de 10% du trafic journalier, soit 877 véh/h. En saison estivale la pointe du matin est très faible elle se décale en fin de matinée, avec un pic de 11h à 12h avec 800 véh/h, la pointe du soir est moins marquée qu'en hors saison, les parts du trafic de fin d'après midi y sont plus élevées.

En direction de Dol de Bretagne : D'une façon générale on retrouve les mêmes caractéristiques que le sens opposé, à noter tout de même une part de trafic élevée en fin de matinée en saison estivale, plus de 9% (soit 1 017 véh/h).

Station de la Briantais

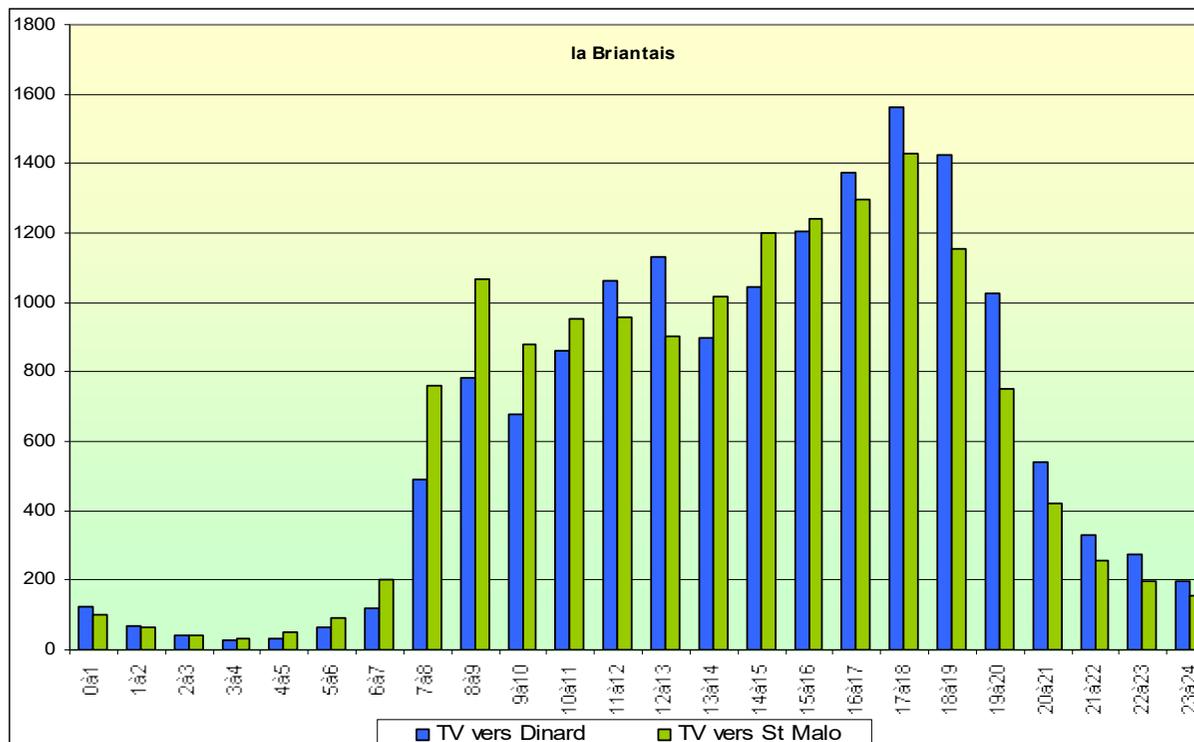
Le graphique ci-dessous montre le trafic total par sens et par heure sur la station de la Briantais.

Dans le sens vers St Malo, les heures de pointes du matin sont nettement plus élevées de 7h à 9h et restent supérieures au sens opposé jusqu'à 11h.

Dans le sens vers Dinard, les heures les plus chargées sont en fin d'après-midi avec une pointe de 17 à 18h, le trafic est toujours supérieur au sens opposé dès 16 h .

Le trafic nocturne (22h à 6h) représente 5,1% du TMJA, soit 1568 véhicules en 8 heures.

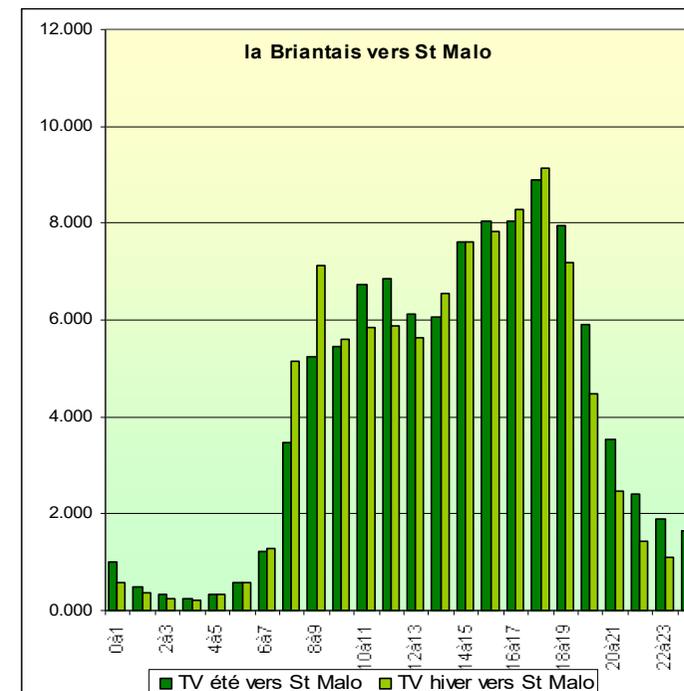
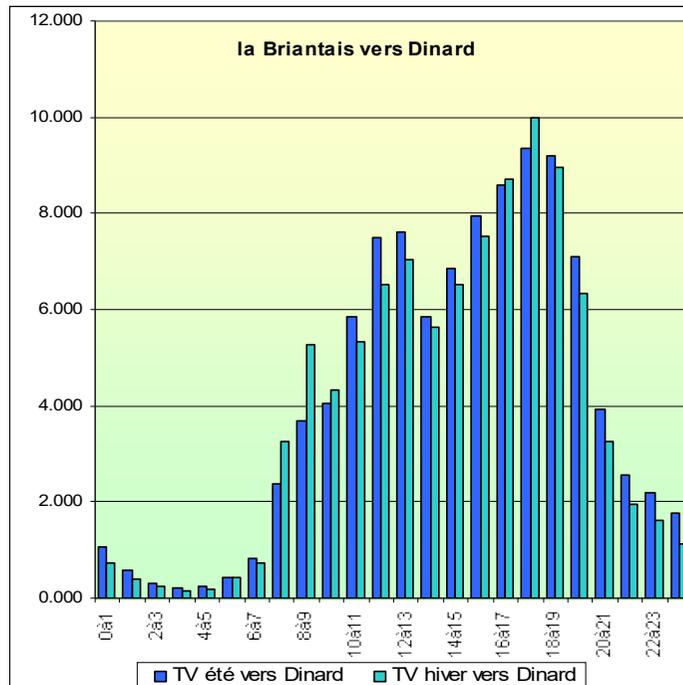
Les valeurs des graphiques suivants apparaissent en annexe 4.4



Comme pour la station de Plouer/Rance, il est intéressant de faire la différenciation entre la saison estivale et le hors saison, de la même façon le trafic horaire est en % du trafic journalier, soit sur:

-37 737 véh/j pour la saison estivale

-29152 véh/j pour le hors saison.



En direction de Dinard : la pointe du matin est beaucoup plus marquée en hors saison de 7h à 9h (de 8 à 9h : 800 véh/h), la pointe du soir pour cette même période est elle aussi marquée de 17 à 18h avec 10% du trafic journalier, soit 1 520 véh/h. En saison estivale la pointe du matin est très faible elle se décale en fin de matinée, avec un pic de 12h à 13h avec 1 446 véh/h, la pointe du soir est moins marquée qu'en hors saison, les parts du trafic de fin d'après midi y sont plus élevées.

En direction de St Malo : D'une façon générale on retrouve les mêmes caractéristiques que le sens opposé, à noter tout de même la pointe du matin particulièrement élevée en hors saison de 7h à 9h (8h à 9h 1 083 véh/h), la pointe du soir reste toutefois supérieure avec 1 384 de 17h à 18h, en été cette pointe atteint 1 667 véh/h.

3.1.4 - Les jours les plus chargés de 2011 sur la RN176

L'extraction des données de la station de Plouer/Rance permet de connaître les 20 jours les plus chargés par sens, ainsi que le trafic du sens opposé pour ces mêmes jours en TV et PL.

en jaune les jours en période estivale

Vers Dinan					
				sens opposé le même jour	
jour	date	TV	PL	TV	PL
vendredi	22/04/11	14930	1552	13035	1503
mercredi	13/07/11	14220	1673	11080	1511
samedi	13/08/11	14559	672	13344	739
vendredi	12/08/11	13881	1335	13771	1447
vendredi	28/10/11	13499	1490	12040	1468
samedi	30/07/11	14019	885	12126	761
vendredi	29/07/11	12927	1646	12492	1632
samedi	23/04/11	13725	741	12342	587
vendredi	05/08/11	13024	1401	12053	1288
samedi	06/08/11	13548	847	11991	668
vendredi	08/07/11	12834	1544	11680	1378
vendredi	22/07/11	12505	1486	11503	1413
vendredi	01/07/11	12438	1487	10777	1293
samedi	23/07/11	13199	712	11104	538
vendredi	15/04/11	12141	1504	10662	1338
vendredi	15/07/11	12365	1180	10933	1194
samedi	09/07/11	12592	754	9910	519
vendredi	23/12/11	12114	994	10311	867
samedi	16/07/11	12394	660	11973	611
samedi	20/08/11	12080	625	12963	743

Vers Dol de Bretagne					
				sens opposé le même jour	
jour	date	TV	PL	TV	PL
vendredi	12/08/11	13771	1447	13881	1335
vendredi	22/04/11	13035	1503	14930	1552
mardi	16/08/11	12804	1545	11071	1242
vendredi	29/07/11	12492	1632	12927	1646
samedi	13/08/11	13344	739	14559	672
vendredi	19/08/11	12561	1335	11618	1211
lundi	25/04/11	13303	576	9038	380
vendredi	26/08/11	12428	1411	11099	1284
samedi	20/08/11	12963	743	12080	625
lundi	18/07/11	11882	1718	10665	1518
vendredi	28/10/11	12040	1468	13499	1490
dimanche	17/07/11	12808	668	9266	476
vendredi	05/08/11	12053	1288	13024	1401
jeudi	11/08/11	11898	1422	11828	1356
lundi	15/08/11	12456	633	9780	470
samedi	23/04/11	12342	587	13725	741
samedi	30/07/11	12126	761	14019	885
samedi	27/08/11	12207	625	10551	492
samedi	06/08/11	11991	668	13548	847
samedi	16/07/11	11973	611	12394	660

Dans le sens vers Dinan, sur les 20 jours les plus chargés, 15 sont en saison estivale, par type de jours 11 sont des vendredis, 8 des samedis et 1 mercredi (13/07). Le jour le plus chargé est le vendredi 22 Avril, veille de week-end de Pâques avec un trafic 2 sens de quasiment 28 000 véhicules.

Dans le sens vers Dol de Bretagne, 16 jours sont en période estivale, par type de jours 7 sont des vendredis, 7 des samedis et 3 des lundis. Le jour le plus chargé est le vendredi 12 Août, veille du week-end du 15 Août avec un trafic 2 sens de plus de 27 600 véhicules.

3.1.5 - Les heures les plus chargées de 2011 sur la RN176

En trafic de pointe, le trafic total s'exprime en UVP (Unité de Véhicule Particulier), dans ce cas 1 PL égal 2 UVP, ci-dessous, le détail des 10 heures les plus chargées dans le sens vers Dinan.

en jaune les heures en période estivale

Vers Dinan									
						sens opposé à la même heure			
jour	date	heure	TV	PL	UVP (pl=2)		TV	PL	UVP (pl=2)
mercredi	13/07/11	17_18	1319	102	1421		969	109	1078
mercredi	13/07/11	18_19	1336	81	1417		967	100	1067
vendredi	28/10/11	17_18	1260	97	1357		1080	110	1190
vendredi	01/07/11	17_18	1239	105	1344		871	84	955
vendredi	23/09/11	17_18	1232	108	1340		1000	80	1080
vendredi	22/04/11	16_17	1235	100	1335		1066	121	1187
vendredi	28/10/11	16_17	1227	107	1334		963	111	1074
vendredi	12/08/11	17_18	1244	83	1327		1137	98	1235
vendredi	15/04/11	17_18	1220	85	1305		918	91	1009
vendredi	05/08/11	18_19	1211	53	1264		964	80	1044

La 20eme heure a un trafic en UVP de 1261 vers Dinan, avec 1059 UVP en sens inverse.
La 30eme heure a un trafic en UVP de 1243 vers Dinan, avec 816 UVP en sens inverse.

Les 30 heures les plus chargées sont toutes en fin d'après-midi, seules 2 sont en fin de matinée, on observe 13 fois la période "17 à 18h", 7 fois la période "16h à 17h" et 4 fois la période "18h à 19h".

Les 30 premières heures se répartissent ainsi : 20 vendredis, 7 samedis et 3 mercredis.
18 des 30 heures sont en période estivale.

les principaux trafics 2 sens les plus chargés sont:

- 1ere heure, 2 499 UVP
- 10eme heure, 2 308 UVP
- 20eme heure, 2 320 UVP
- 30eme heure, 2 059 UVP

Ci-dessous, le détail des 10 heures les plus chargées dans le sens vers Dol de Bretagne.

en jaune les heures en période estivale

Vers Dol de Bretagne									
						sens opposé à la même heure			
jour	date	heure	TV	PL	UVP (pl=2)		TV	PL	UVP (pl=2)
samedi	23/04/11	11_12	1540	59	1599		1074	41	1115
samedi	20/08/11	11_12	1496	85	1581		1113	54	1167
samedi	27/08/11	11_12	1462	76	1538		971	47	1018
samedi	30/07/11	11_12	1431	93	1524		1220	69	1289
samedi	23/07/11	11_12	1453	62	1515		1154	52	1206
mardi	16/08/11	11_12	1362	137	1499		841	83	924
samedi	16/07/11	11_12	1419	78	1497		1144	75	1219
lundi	25/04/11	11_12	1419	58	1477		729	39	768
samedi	13/08/11	10_11	1405	62	1467		1174	73	1247
samedi	30/07/11	10_11	1351	81	1432		1157	83	1240

La 20eme heure a un trafic en UVP de 1 370 vers Dol de Bretagne, avec 957 UVP en sens inverse.
La 30eme heure a un trafic en UVP de 1 300 vers Dol de Bretagne, avec 885 UVP en sens inverse.

Les 30 heures les plus chargées sont quasiment toutes en fin de matinée, seules 4 sont en fin d'après-midi, on observe 14 fois la période "11 à 12h", 6 fois la période "10h à 11h" et 6 fois la période "12h à 13h".

Les 30 premières heures se répartissent de la manière suivante : 18 samedis, 4 dimanches, 3 vendredis, 2 mercredis, 2 lundis et 1 mardi.
24 des 30 heures sont en période estivale.

les principaux trafics 2 sens les plus chargés sont:

- 1ere heure, 2 714 UVP
- 10eme heure, 2 672 UVP
- 20eme heure, 2 327 UVP
- 30eme heure, 2 185 UVP

En terme de capacité, il semble qu'il n'existe pas de norme sur le débit maximum d'un rabattement de 2 voies à 1 voie, néanmoins une fourchette entre 1200 et 1500 UVP/h semble admissible.

Une extraction des 8760 heures du fichier de la station de Plouer/Rance permet de connaître le nombre d'heure dont le débit est supérieur à 1200 UVP/h:

Dans le sens vers Dinan:

76 heures ont un débit supérieur ou égal à 1200 UVP/h, ces 76 heures (dont 38 heures en période estivale), s'étalent sur 40 jours (dont 17 jours en période estivale), sur ces 40 jours 24 sont des vendredis, soit quasiment 1 Week-End sur 2.

Dans le sens vers Dol de Bretagne:

59 heures ont un débit supérieur ou égal à 1200 UVP/h, ces 59 heures (dont 40 heures en période estivale), s'étalent sur 33 jours (dont 21 jours en période estivale), sur ces 33 jours 11 sont des samedis et 7 des vendredis.

Seules 5 heures ont un débit supérieur à 1500 uvp/h, elles sont toutes dans le sens vers Dol de Bretagne.

3.2 - Les comptages directionnels

La réalisation d'un poste d'enquête O/D sur la route du barrage de la Rance (RD168) étant difficilement réalisable, du fait d'un trafic trop important, l'option prise a été de réaliser des comptages directionnels entre le barrage et le giratoire RD168/RD266 (route de Dinan), puis de réaliser une enquête O/D sur la RD266.

Pour ce faire 3 carrefours ont été analysés:

- le carrefour à feux de la Richardais,
- l'échangeur de Dinard,
- le giratoire RD168/RD266 (route de Dinan).

A noter également qu'un compteur automatique a été posé sur la RD66 (situé entre l'échangeur de Dinard et le giratoire RD168/RD266) ceci pour prendre en compte les entrées -sorties par cette RD.

Ces comptages directionnels ont été réalisés de 7h à 19h en saison estivale le 24 Juillet et hors saison le 13 Septembre 2012.

Bien qu'ayant peu d'échappatoires entre chaque carrefour de la RD168, il y a de légères différences de comptage entre chaque carrefour. Ces différences sont moyennées et recalées afin d'obtenir une cohérence entre chaque carrefour.

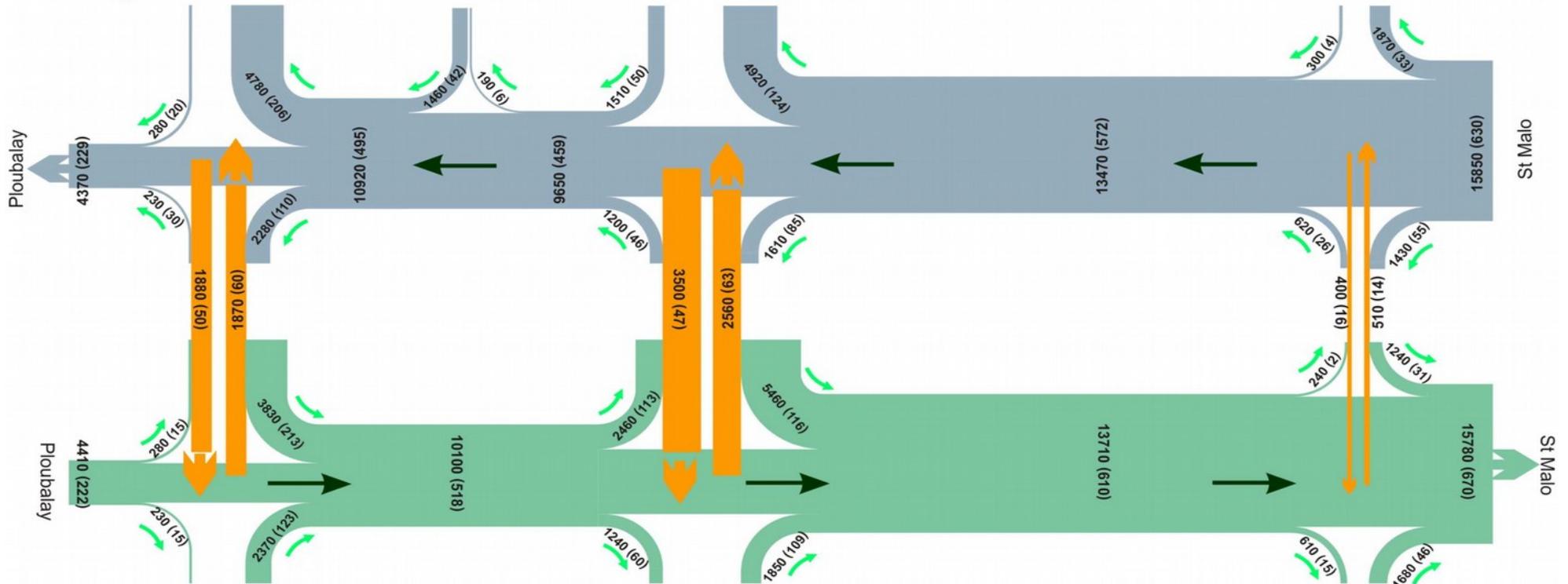
Pour obtenir des valeurs en TMJA et TMJE 2011, il est nécessaire de les redresser d'une part avec les compteurs automatiques associés (comptage pendant une semaine complète), afin d'avoir une valeur moyenne de la semaine et d'autre part avec la station sirédo de la Briantais, pour ramener cette valeur moyenne de la semaine de 2012 avec le TMJA et TMJE de 2011.

Les deux planches suivantes représentent

les entrées – sorties de la RD168 par sens de circulation suivant le type de véhicule en TMJA 2011 et en TMJE 2011.

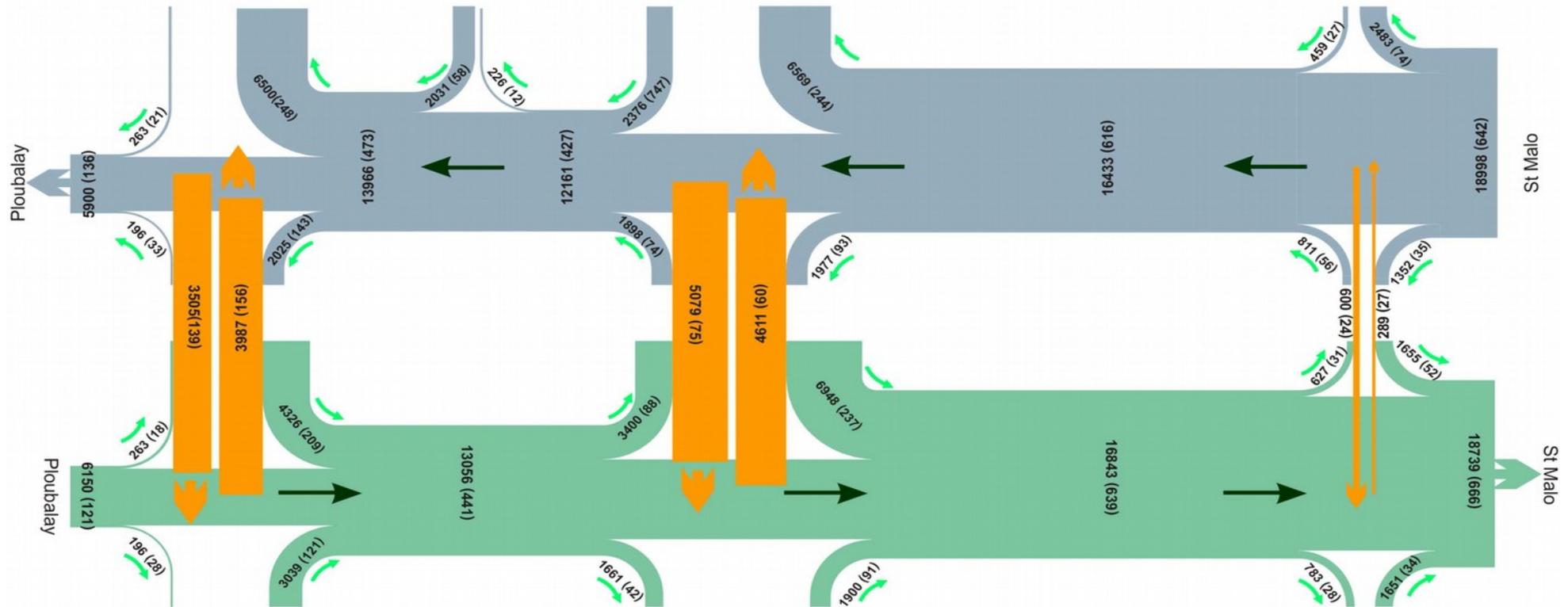
ENTRÉES - SORTIES DE LA RD 168 PAR SENS TMJA 2011

Ech :
 500 véhicules/j
 280 (30) Trafic Total (dont PL)



ENTRÉES - SORTIES DE LA RD 168 PAR SENS TMJE 2011

Ech :
█ 500 véhicules/j
█ 280 (30) Trafic Total (dont PL)



Cas particulier du 1/2 échangeur de la Ville ès Nonais

Dans le cadre de cette étude, il était important de connaître les mouvements tournants au droit du 1/2 échangeur de la Ville ès Nonais.

La configuration du site permet de connaître ces différents mouvements seulement en disposant des compteurs automatiques ([voir annexe 1](#)).

A la vue des flux, on peut noter l'importante différence de trafic en fonction du sens pour le flux RN176 - la Ville ès Nonais, passant de 117 TV pour le sens RN176 vers la Ville ès Nonais, à 369 TV pour le sens Ville ès Nonais vers RN176 (TMJA 2011).

Le trafic venant de Plouer/Rance et allant vers la Ville ès Nonais et St Malo se scinde en 2 avec 32% par la RN176 et 68% par la RD366, le sens inverse est différent avec respectivement 46% et 54% (TMJA 2011).

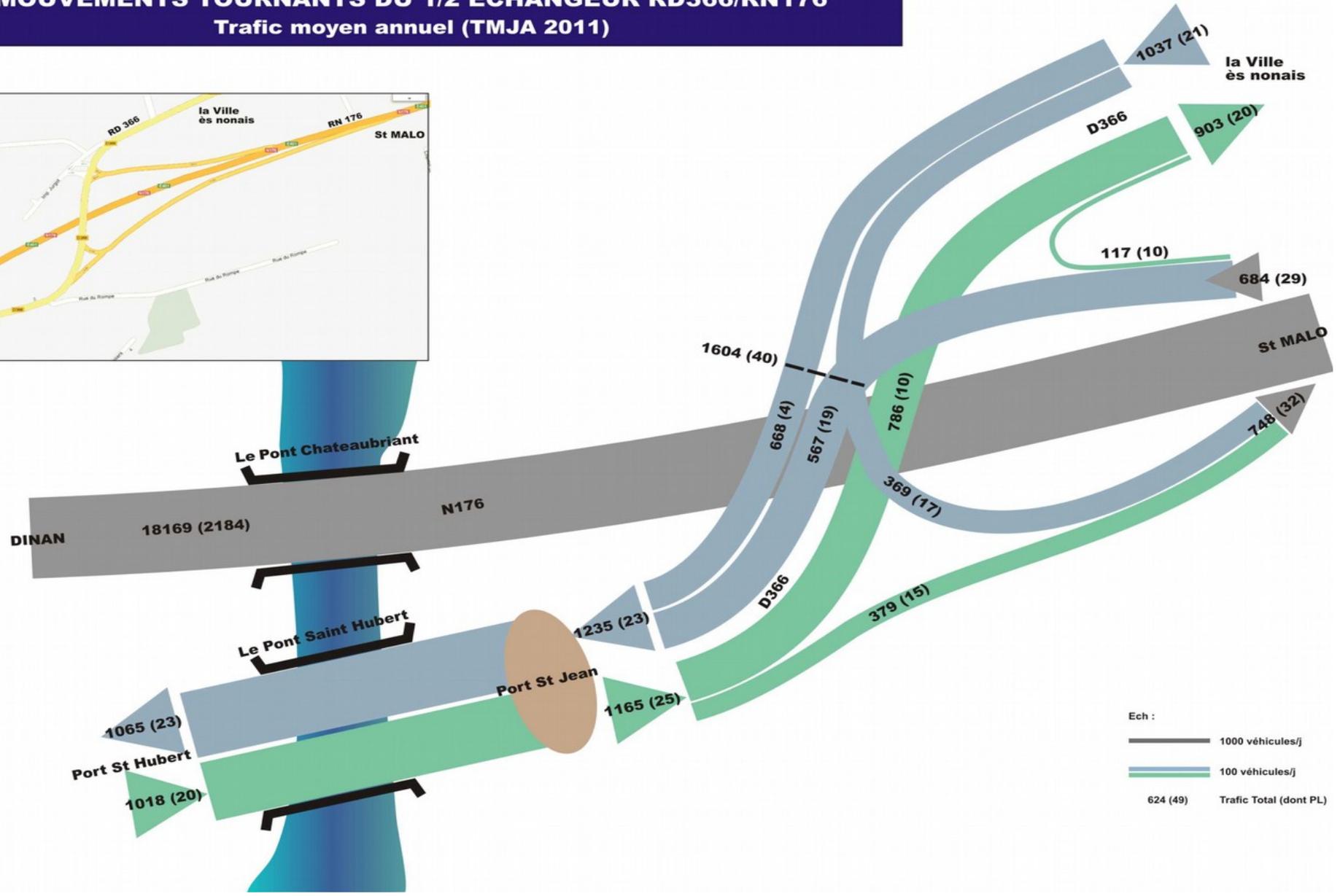
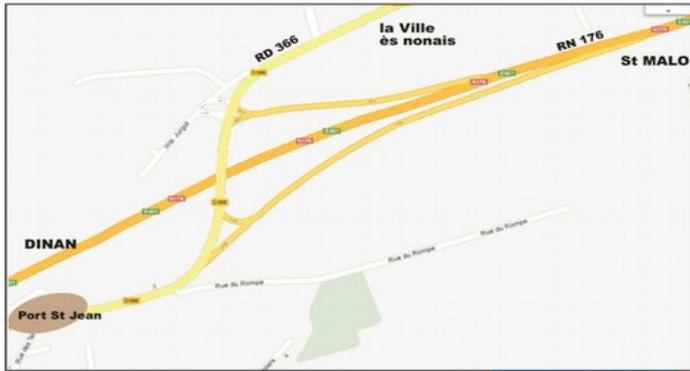
Les trafics estivaux (TMJE 2011) bien que légèrement supérieurs au TMJA 2011 influent principalement sur le flux RN176 vers Plouer/Rance, avec 829 TV pour 567 TV en TMJA 2011, cette augmentation peut s'expliquer par un fléchage sur la RN176 (sens vers Dinan) des ports St Jean et St Hubert, ce qui peut influencer certains touristes.



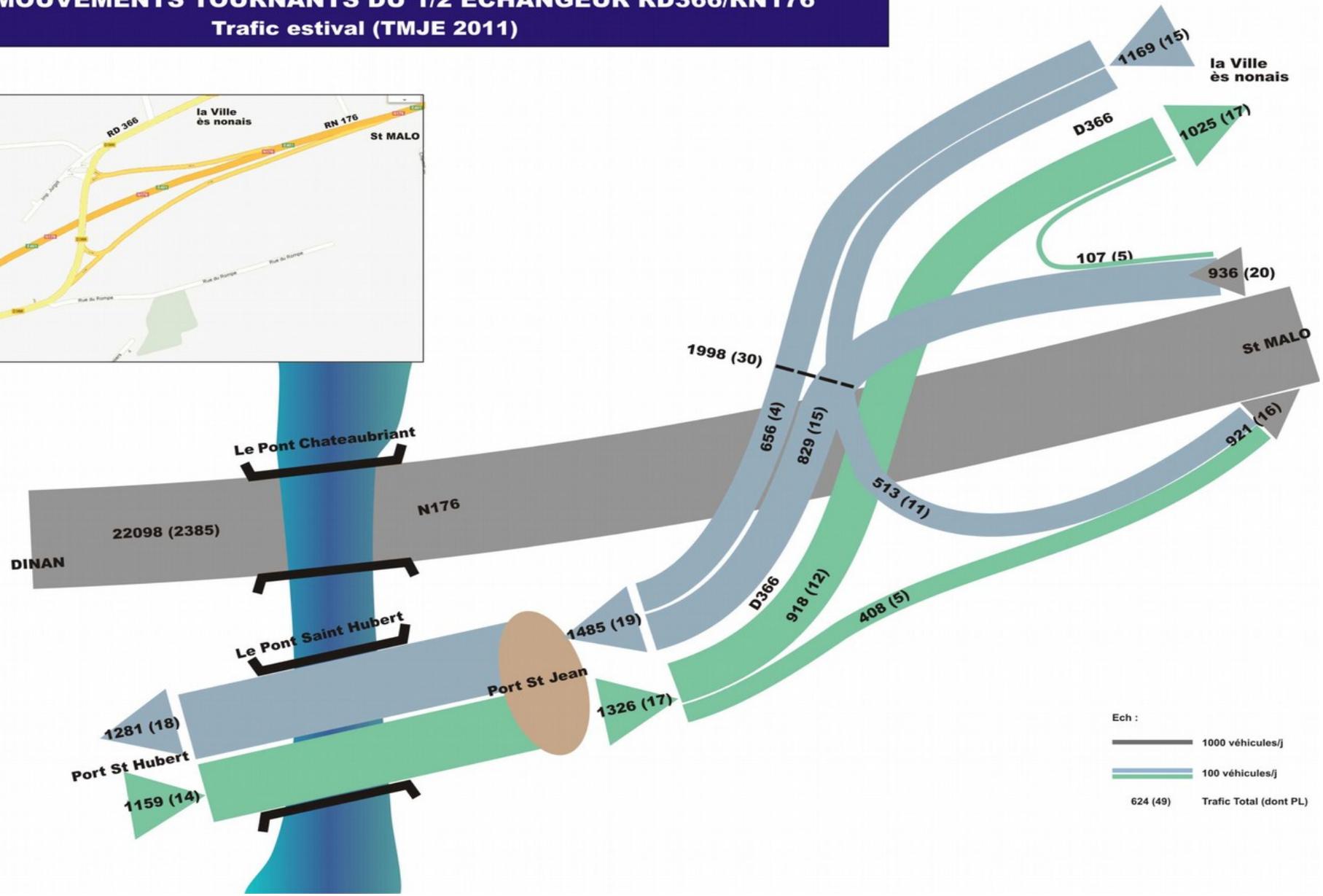
Les 2 planches suivantes représentent les mouvements tournants redressés en TMJA 2011 et en TMJE 2011.

MOUVEMENTS TOURNANTS DU 1/2 ECHANGEUR RD366/RN176

Trafic moyen annuel (TMJA 2011)



MOUVEMENTS TOURNANTS DU 1/2 ECHANGEUR RD366/RN176 Trafic estival (TMJE 2011)



Ech :
 — 1000 véhicules/j
 — 100 véhicules/j
 624 (49) Trafic Total (dont PL)

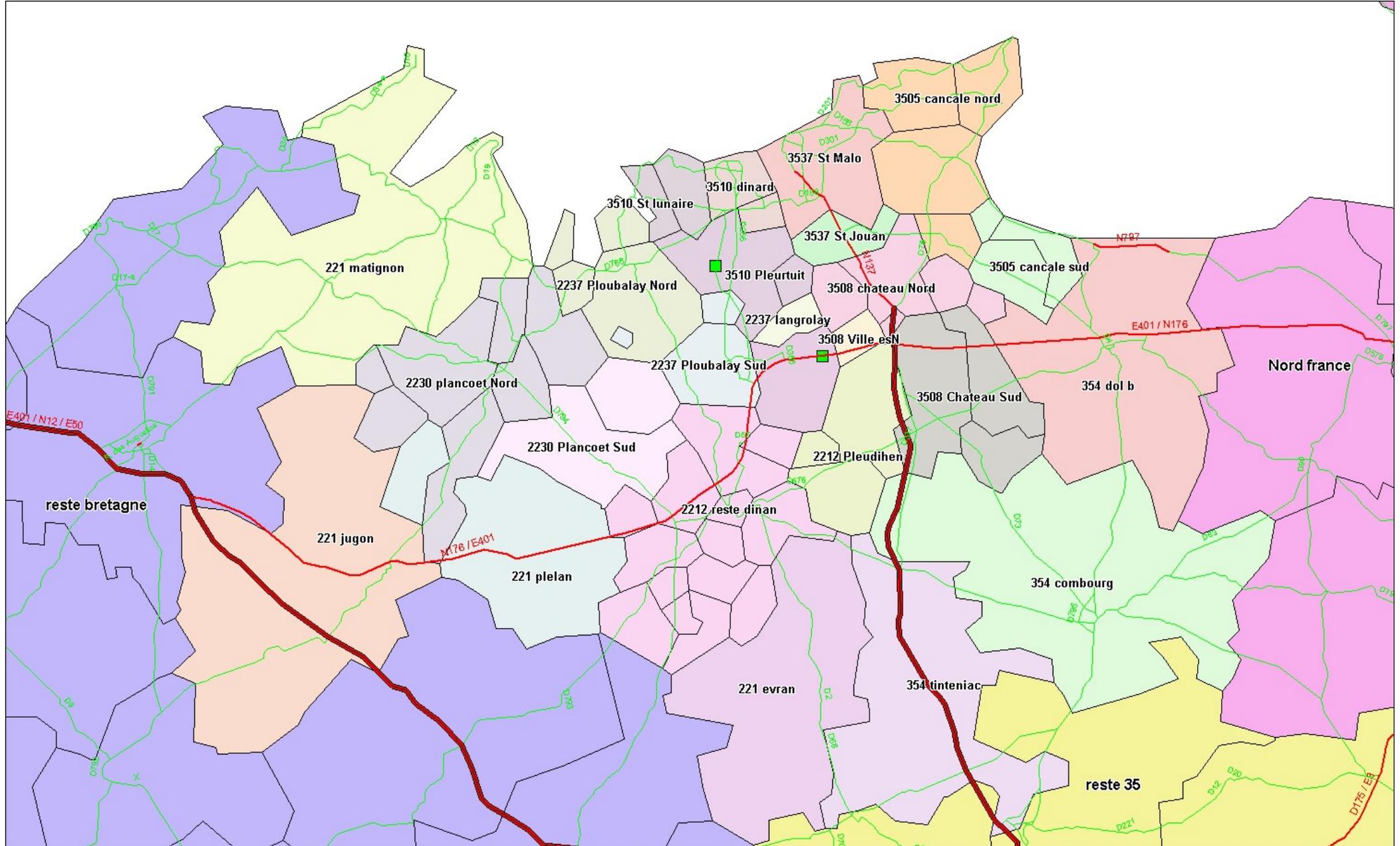
3.3 - Les flux de trafic

3.3.1 - *Le découpage utilisé pour la représentation des O/D*

Afin de simplifier la représentation des flux passant par chacun des 2 postes d'enquête, le zonage servant à la modélisation est simplifié par plusieurs regroupements de zones (voir 4,1 Modélisation du projet).

Le regroupement est réalisé sur les zones externes à l'aire d'étude, le principe est d'avoir les véhicules qui vont et viennent de la RN 176 par l'ouest, ainsi que par l'est en direction de la route des estuaires, vers Rennes plus le reste du département et le Sud de la France.

- la zone "Reste Bretagne" correspond aux O/D au delà de Jugon les Lacs vers l'ouest
- la zone "Nord France" correspond aux O/D au delà de Dol de Bretagne vers le nord de la France et l'île de France
- la zone "Reste 35" correspond aux O/D vers le reste du département 35
- la zone "Sud France" correspond aux O/D vers le Sud de la France



3.3.2 - Les flux de transit, d'échange et locaux

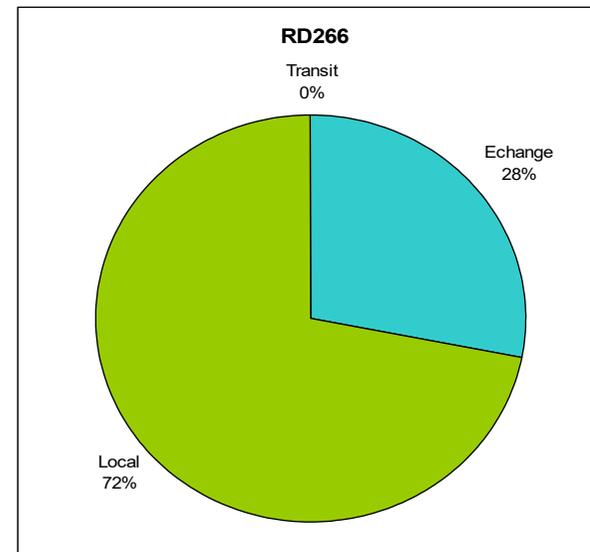
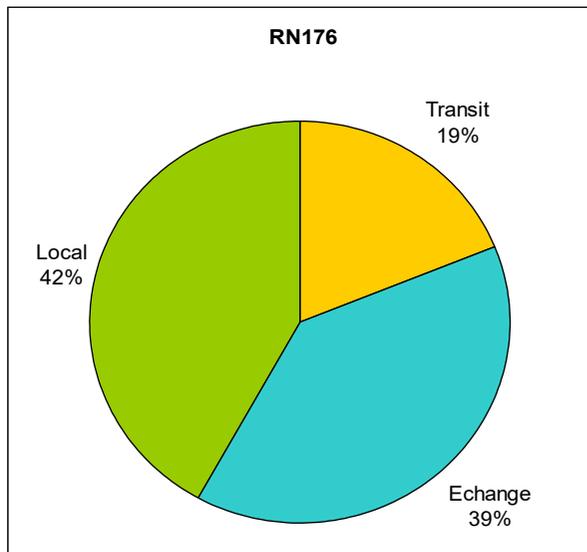
Dans le cadre de cette étude sont considérés comme flux de transit, les flux ayant leurs origines et destinations parmi les 4 zones ci-dessous:

- la zone "Reste Bretagne" correspond aux O/D au delà de Jugon les Lacs vers l'ouest
- la zone "Nord France" correspond aux O/D au delà de Dol de Bretagne vers le nord de la France et Ile de France
- la zone "Reste 35" correspond aux O/D vers le reste du département 35
- la zone "Sud France" correspond aux O/D vers le sud de la France

Les flux d'échanges, sont ceux ayant 1 origine ou une destination parmi ces 4 zones.

Les autres flux sont considérés comme des flux locaux.

Les 2 graphiques ci-dessous montrent la part des différents types de trafics pour chacun des postes.



Certains flux peuvent emprunter 2 itinéraires, comme par exemple le flux St Malo - Reste Bretagne dont 1994 véh/j passent par le poste de la RN 176 et 271 véh/j par le poste de la RD 266. Ces 2 valeurs doivent alors être additionnées.

D'autres flux au contraire empruntent 1 seul itinéraire passant par les 2 postes, c'est le cas par exemple du flux Pleurtuit - "Reste 35" avec 209 véh/j sur le poste de la RN 176 et 56 véh/j sur le poste de la RD 266, c'est la valeur du poste de la RN qui est retenue (le poste sur la RD était sur la déviation de Pleurtuit et ne pouvait pas intercepter tout le flux).

Certains flux ont du être reconstitué, c'est le cas sur le poste de la RD266, l'emplacement du poste d'enquête ne permettait pas de connaître la génération de Pleurtuit vers le nord par la RD266. Cette génération a été estimée par la différence de trafic entre le giratoire RD266/RD168 et le poste d'enquête, cette différence est ensuite répartie au prorata sur les 3 branches du giratoire de la RD266/RD168.

Par ailleurs une extraction des données sur les marchandises transportées a permis d'identifier la part des PL transportant des matières dangereuses. 8% des PL au droit du pont Chateaubriand transporte des matières dangereuses.

Les 2 planches suivantes représentent pour chaque poste d'enquête (RN176 et RD266) les flux simplifiés 2 sens en TMJA 2011. Les flux du poste de la RN176 ont un seuil supérieur à 100 véh/j, ceux de la RD266 ont un seuil supérieur à 50 véh/j.

4 - MODELISATION DU PROJET ET TRAFICS

4.1 - Modélisation du projet

Le projet d'aménagement de la section pont Chateaubriant - échangeur de la Chênaie, s'inscrit dans le cadre d'une modélisation à l'échelle de la région Bretagne, permettant ainsi de mieux prendre en compte les effets de réseau avec les problématiques de report de trafic d'un axe sur un autre, en fonction des aménagements réalisés ou des problématiques de congestion aux abords des principales agglomérations.

Cette modélisation réalisée avec le logiciel Transcad, concerne tout le réseau national ainsi que le réseau départemental majeur pour la Bretagne.

Il s'étend jusqu'à Rouen pour le nord, la région parisienne pour l'est et Niort pour le sud.

Le zonage est au canton pour toute la Bretagne, à l'arrondissement pour les départements limitrophes, au département puis la région et enfin le pays pour les plus éloignés, soit 194 zones au total. Dans le cadre des études spécifiques le zonage est affiné au droit des différents projets étudiés jusqu'alors. Il a ainsi évolué, passant de 194 à 203 zones.

Tout comme pour les études précédentes, l'étude de ce barreau engendre des évolutions du "modèle Bretagne" en terme de définition du réseau, développement de la matrice et du zonage:

- Définition plus fine du réseau à proximité du projet, ajout de certaines routes, comme par exemple: définition plus fine des accès à Dinard et St Malo, RD795 (Dinan - Miniac Morvan), RD603 route de St Briac/Mer), etc.

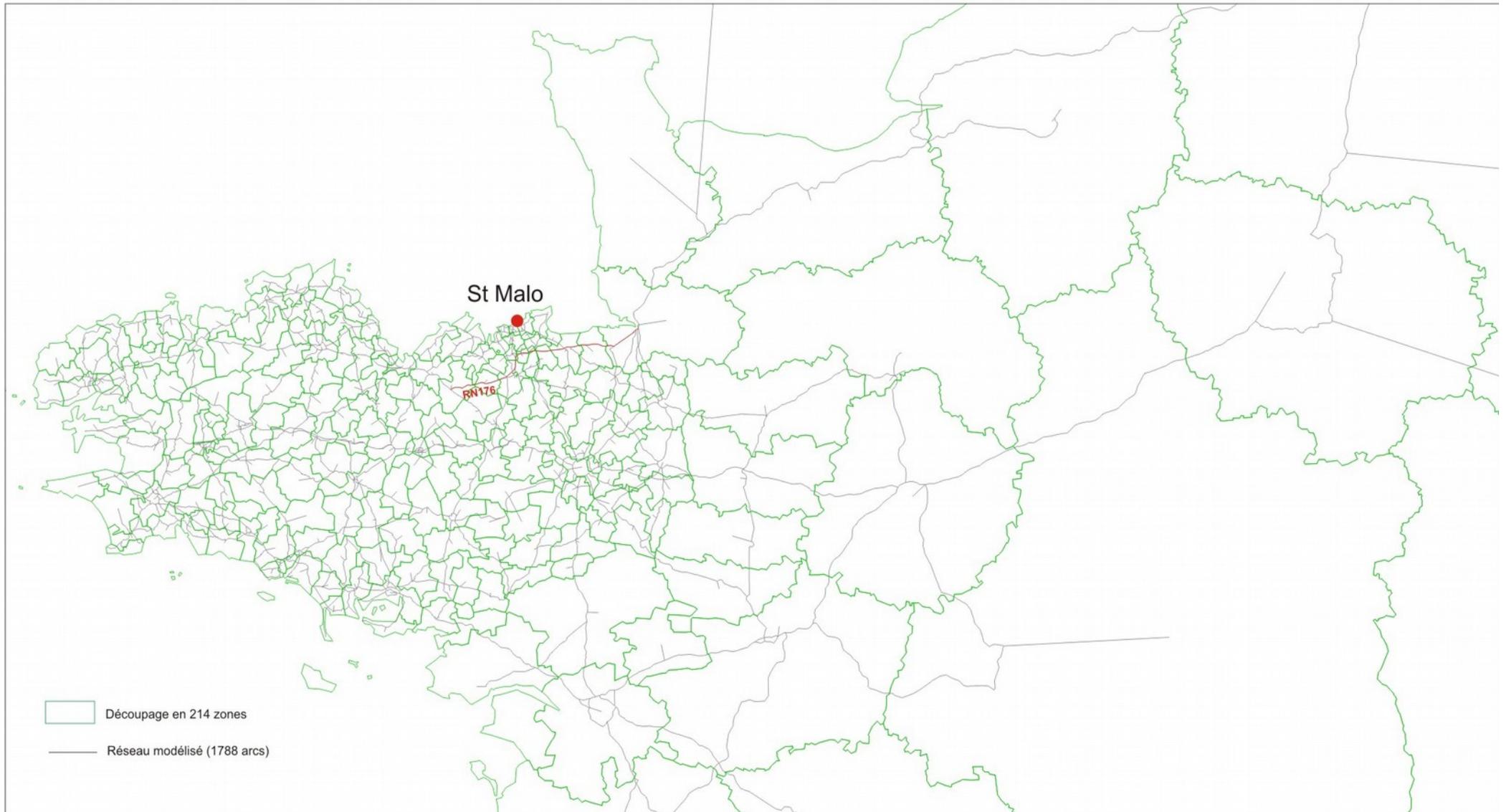
- Développement de la matrice, avec l'intégration des nouvelles O/D obtenues suite aux 2 nouvelles enquêtes dans la matrice générale VL et PL et vérification de la cohérence des données par rapport aux anciennes valeurs obtenues lors des enquêtes précédentes sur les principaux flux, notamment comparaison entre le nouveau poste de la RN176 et l'ancien poste de 2010, qui était plus à l'ouest (à hauteur de Plélan le Petit).

- Découpage plus fin de 7 cantons autour de l'aire d'étude:
 - canton de Dinard découpé en 3 zones (Dinard, St Lunaire et Pleurtuit)
 - canton de St Malo découpé en 2 zones (St Malo et St Jouan)
 - canton de Cancale découpé en 2 zones (Cancale Nord et Cancale Sud)
 - canton de Chateauneuf d'Ille et Vilaine découpé en 3 zones (Chateauneuf d'I et V Nord et Sud et la Ville ès Nonais)
 - canton de Dinan découpé en 3 zones (Dinan, Plouer/Rance et Pleudihen)
 - canton de Ploubalay découpé en 3 zones (Ploubalay Nord, Ploubalay Sud et Langrolay)
 - canton de Plancoët découpé en 2 zones (Plancoët Nord et Plancoët Sud)

Ces 7 zones se transforment en 18 zones, portant le nombre total de zones du modèle de 203 à 214 zones.

La planche suivante montrent, le réseau modélisé, ainsi que le découpage dans son ensemble, le zoom sur le secteur de Dinard-St Malo-Dinan est déjà représenté en page 36.

RÉSEAU ET DÉCOUPAGE MODÉLISÉS



4.2 - Hypothèses et projections retenues

En accord avec le maître d'ouvrage, l'hypothèse macro-économique retenue, est le scénario bas de l'instruction provisoire du 23 Mai 2007 en vigueur, à savoir : un PIB de 1,5%

L'hypothèse d'évolution des trafics retenue pour ce scénario bas est l'hypothèse moyenne à savoir :

VL < à 20 km = 1,25% /an base 100 en 2002 jusqu'en 2025, la moitié de 2025 à 2050, 0 après 2050.

VL > à 20 km = 1,40% /an base 100 en 2002 jusqu'en 2025, la moitié de 2025 à 2050, 0 après 2050.

PL = 1,10% /an base 100 en 2002 jusqu'en 2025, la moitié de 2025 à 2050, 0 après 2050.

Cette hypothèse d'évolution a été retenue suite à l'observation et l'analyse de l'évolution de trafic sur la RN176 depuis 10 ans.

	PIB 1.5% (bas)			PIB 1.9% (moyen)			PIB 2.3% (haut)		
	VL < 20 km	VL > 20 km	PL	VL < 20 km	VL > 20 km	PL	VL < 20 km	VL > 20 km	PL
évolution Basse	1.25	1	0.9	1.25	1.6	1.2	1.25	2.1	2.1
évolution moyenne	1.25	1.4	1.1	1.25	2.1	1.5	1.25	2.7	2.5
évolution haute	1.25	1.8	1.4	1.25	2.5	1.8	1.25	3.2	2.8

Il a également été pris en compte l'éco-taxe PL sur la base de 0,12€ TTC/km euro 2012 (soit 0,098€ TTC en euro 2000) pour le réseau national soumis à l'éco-taxe. La Bretagne de part son caractère périphérique bénéficie d'un abattement de 40%. Il a été retenu d'appliquer cet abattement à la valeur moyenne de 0,12€ TTC /km euro 2012, soit 0,059€ TTC/km en euro 2000.

Il existe également un abattement pour les abonnés au système d'éco-taxe. Il est considéré selon les informations communiquées à ce jour par le SETRA, que les abonnés représentent 60 % des véhicules et bénéficient de 10 % d'abattement. Il est donc calculé un nouveau cout kilométrique moyen prenant en compte 60 % d'abonnés et 40 % de non abonnés.

Le nouveau coût moyen kilométrique est donc de 0,1128 € 2012 TTC / km soit 0,0926 € 2000 TTC / km et 0,0556 € 2000 TTC / km pour la Bretagne.

Pour mémoire pour la région Bretagne, seule la RN164 n'est pas concernée par cette éco-taxe, de même que le réseau départemental.

Autres hypothèses prises :

- la fermeture du barrage de la Rance pour les éclusages, se concrétise par une perte de temps moyenne de 15 secondes par véhicules,
- le carrefour à feux de la Richardais en état actuel, se concrétise par une perte de temps estimée à 10 secondes en moyenne par véhicules,

4.3 - Scénarios testés

- **Etat actuel "2011"** (calage du modèle).

- **Référence "2025"**
 - Aménagement de 24,7 km à 2x2v de la RN164 (par rapport à fin 2011),
 - Dénivellation du carrefour à feux de la Richardais (pas de perte de temps)
- **Scénario 1 "2025"** - Référence 2025 +
 - section pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie à 2x2 voies, sauf le pont à 7m (2 voies).
- **Scénario 2 "2025"** - Référence 2025 +
 - section pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie à 2x2 voies, y compris le pont (2x2 voies).

- **Tests complémentaires "2025"**
 - **Scénario 1 Bis "2025"** - Scénario 1 + échangeur complet de la Ville es Nonais en 2025.
 - **Scénario 1 Ter "2025"** - Scénario 1 + fermeture complète du barrage de la Rance en 2025.
 - **Scénario 2 Bis "2025"** - Scénario 2 + échangeur complet de la Ville es Nonais en 2025.
 - **Scénario travaux "2025"** - Référence 2025 + fermeture du pont Chateaubriand.

- **Référence "2035"** - Référence 2025 +
 - la RN164 est entièrement aménagée à 2x2v,
 - la déviation sud de St Briuc.
- **Scénario 1 "2035"** - Référence 2035 +
 - section pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie à 2x2 voies, sauf le pont à 7m (2 voies).
- **Scénario 2 "2035"** - Référence 2035 +

- section pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie à 2x2 voies, y compris le pont (2x2 voies).

4.4 - Lecture des résultats

Actuel "2011"

La planche représente les trafics issus de la modélisation en TMJA 2011 .

La RN 176 supporte aux abords du pont Chateaubriand un trafic d'environ 18 000 véh/j, en parallèle, le pont St Hubert supporte un trafic d'environ 2000 véh/j c'est principalement du trafic local à l'origine ou la destination de Plouer sur Rance.

L'autre possibilité de traverser la Rance au nord, est par le barrage (RD 168), celui-ci supporte un trafic élevé (32 000 véh/j) avec un flux important entre Dinard et St Malo.

La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 94,6 Km/h pour les VL et 78,3 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2011).

ANNEE 2025

Référence "2025" :

La mise en place de l'éco-taxe a très peu d'impact sur la RN 176 en matière de report de trafic PL, en effet il s'agit d'un itinéraire obligé pour le Nord de la France, l'autre itinéraire possible serait le passage via Rennes (RN12-A84) mais cet itinéraire est aussi taxé, il génère un allongement de parcours de 50 km, les reports de trafic sont donc très minimes. Le trafic sur le pont Chateaubriand est de 21 600 véh/j avec 2 600 PL, Le barrage de la Rance supporte quand à lui un trafic de 37000 véh/j, le flux de trafic est amélioré grâce à l'aménagement du carrefour à feux de la Richardais, en échangeur dénivelé (suppression de la perte de temps).

La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 92,6 Km/h pour les VL et 77,0 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

Scénario 1 "2025" : (pont à 7m)

L'aménagement de la section à 2x2 voies tout en laissant le pont à 7m engendre un trafic de 21 700 véh/j (soit une très légère augmentation rapport à la Référence 2025). Ce scénario risque de prolonger la tendance actuelle avec des points de congestion de part et d'autre du pont, dû notamment aux rabattements de 2 voies à 1 voies couplé à la réduction de vitesse de 110 à 90 km/h.

La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 92,5 Km/h pour les VL et 76,9 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

Scénario 2 "2025" : (pont à 2x2 voies)

Ce scénario est l'aménagement complet à 2x2 voies de la section (y compris le pont), il engendre un trafic de 22 100 véh/j, cette augmentation d'environ 400 véh/j par rapport au scénario 1 "2025" est principalement due à des reports de trafic venant du pont St Hubert (trafic local).

Ce scénario assure la continuité de la RN 176 en aménagement à 2x2 voies, évitant de ce fait les rabattements et les inconvénients liés à cette

géométrie.

La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 109,4 Km/h pour les VL et 78,6 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

Tests complémentaires "2025" sur la base des Scénarios 1 et 2 "2025"

Scénario 1 Bis "2025" (échangeur complet de la Ville es Nonais)

L'aménagement complet de l'échangeur de la Ville es Nonais modifie quelque peu le trafic sur le pont Chateaubriand, en effet les véhicules venant de la Ville es Nonais, Chateauneuf d'Ille et Vilaine et allant à Plouer/Rance, Dinan et au delà et inversement, peuvent emprunter le pont Chateaubriand engendrant une augmentation de trafic sur celui-ci d'environ 1 000 véh/j par rapport au scénario 1 "2025", portant le trafic à 22 700 véh/j.

La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 91,9 Km/h pour les VL et 76,6 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

Scénario 1 Ter "2025" (fermeture d'au moins une journée du barrage de la Rance)

Ce test a pour but d'avoir une estimation du report de trafic sur le pont Chateaubriand en cas de fermeture du barrage sur la Rance.

Cette situation de crise ne pourrait être que limitée dans le temps, en effet pour le seul flux Dinard -St Malo (10 000 véh/j en 2011) cette situation engendre un allongement de parcours de 23 Km (29 km par le pont Chateaubriand, 6 km par le barrage) et une perte de temps moyenne qui peut être estimée à plus de 20 minutes. A noter l'importance du trafic sur l'axe Dinard-Dinan avec près de 40 000 véh/j dans le cas de fermeture du barrage.

Le trafic sur le pont atteint 57000 véh/j en 2025, avec 4 300 PL.

Une telle situation engendre des trafics importants sur les bretelles de l'échangeur de la Chênaie, notamment pour les mouvements : Dinan - St Malo 27 300 véh/j (2 sens) et Dinan - Rennes 14 500 véh/j (2 sens).

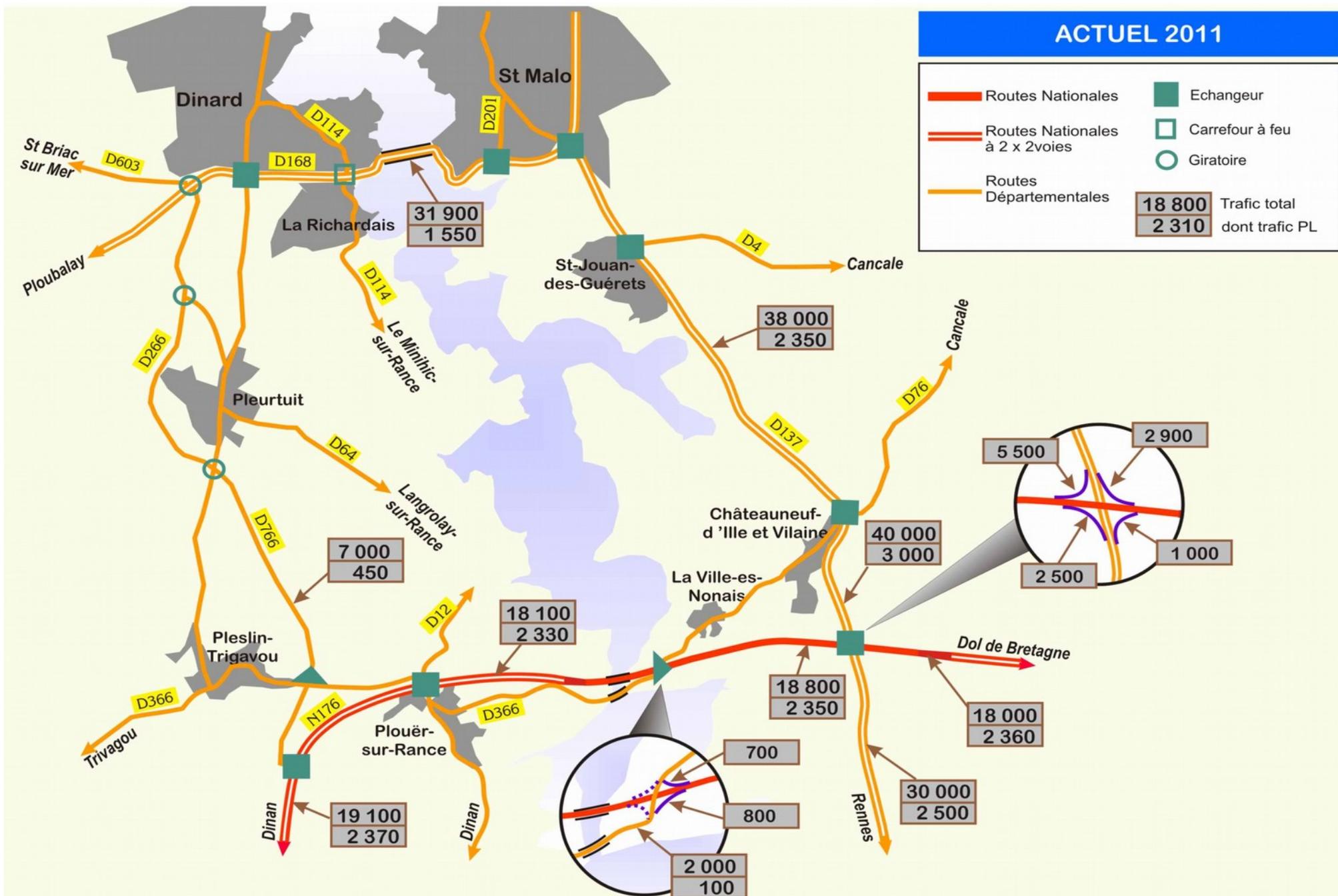
La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 58,6 Km/h pour les VL et 62,5 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

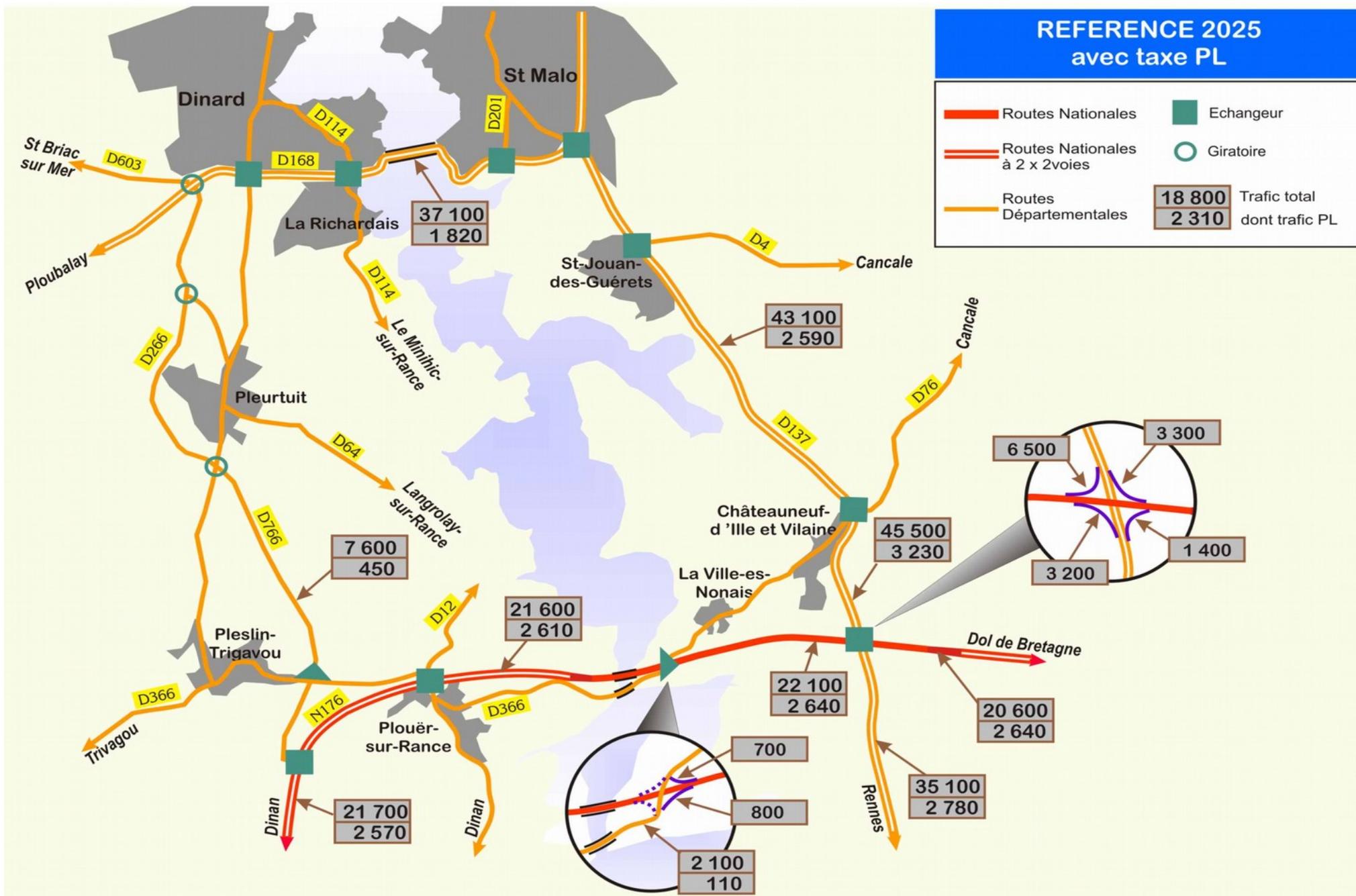
Scénario 2 Bis "2025" (échangeur complet de la Ville es Nonais)

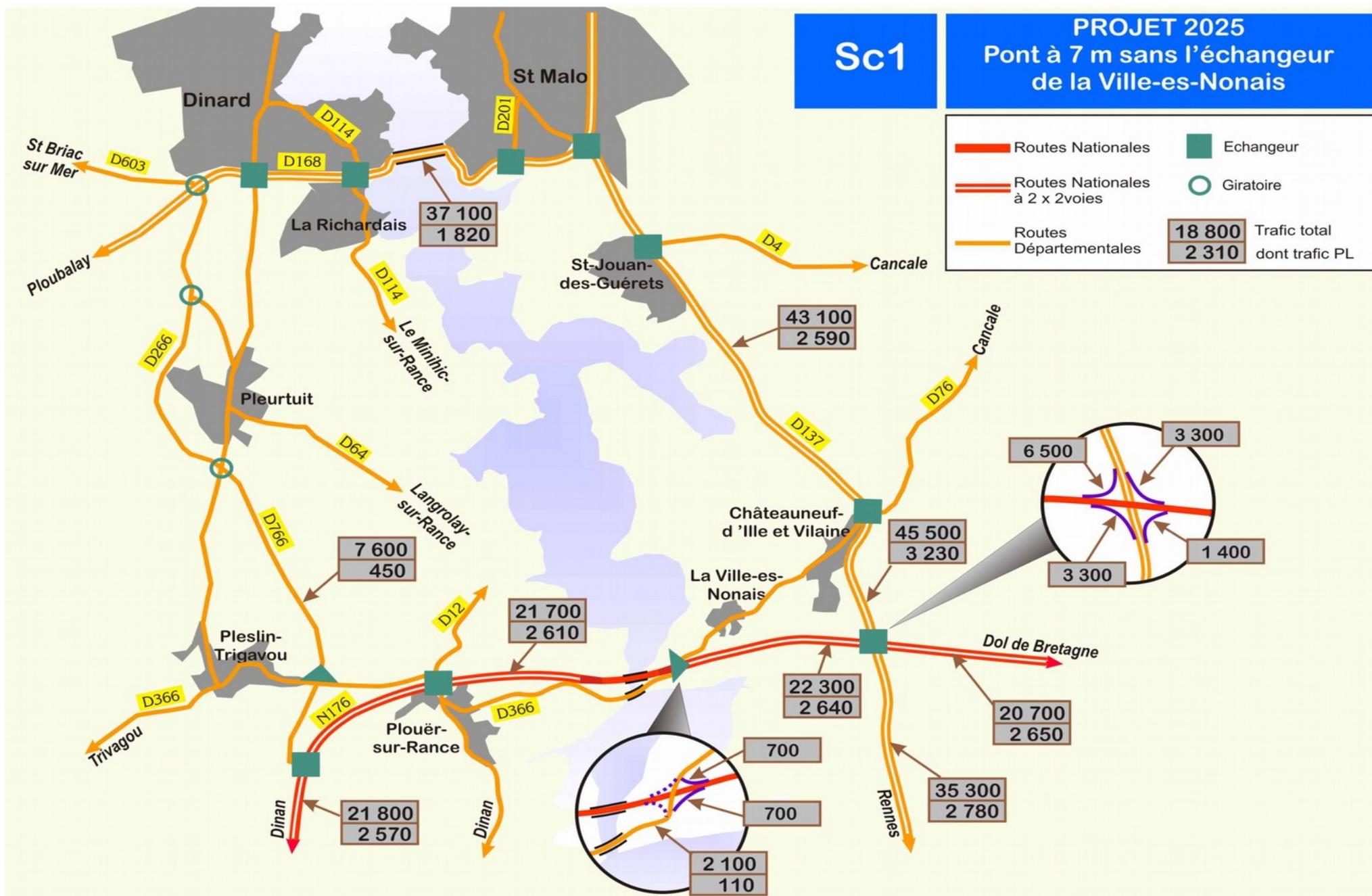
Comme pour le Scénario 1 Bis "2025", l'aménagement complet de l'échangeur de la Ville es Nonais, engendre une augmentation de trafic sur le pont Chateaubriand de 1400 véh/j, par rapport au scénario 2 "2025", son trafic est de 23500 véh/j.

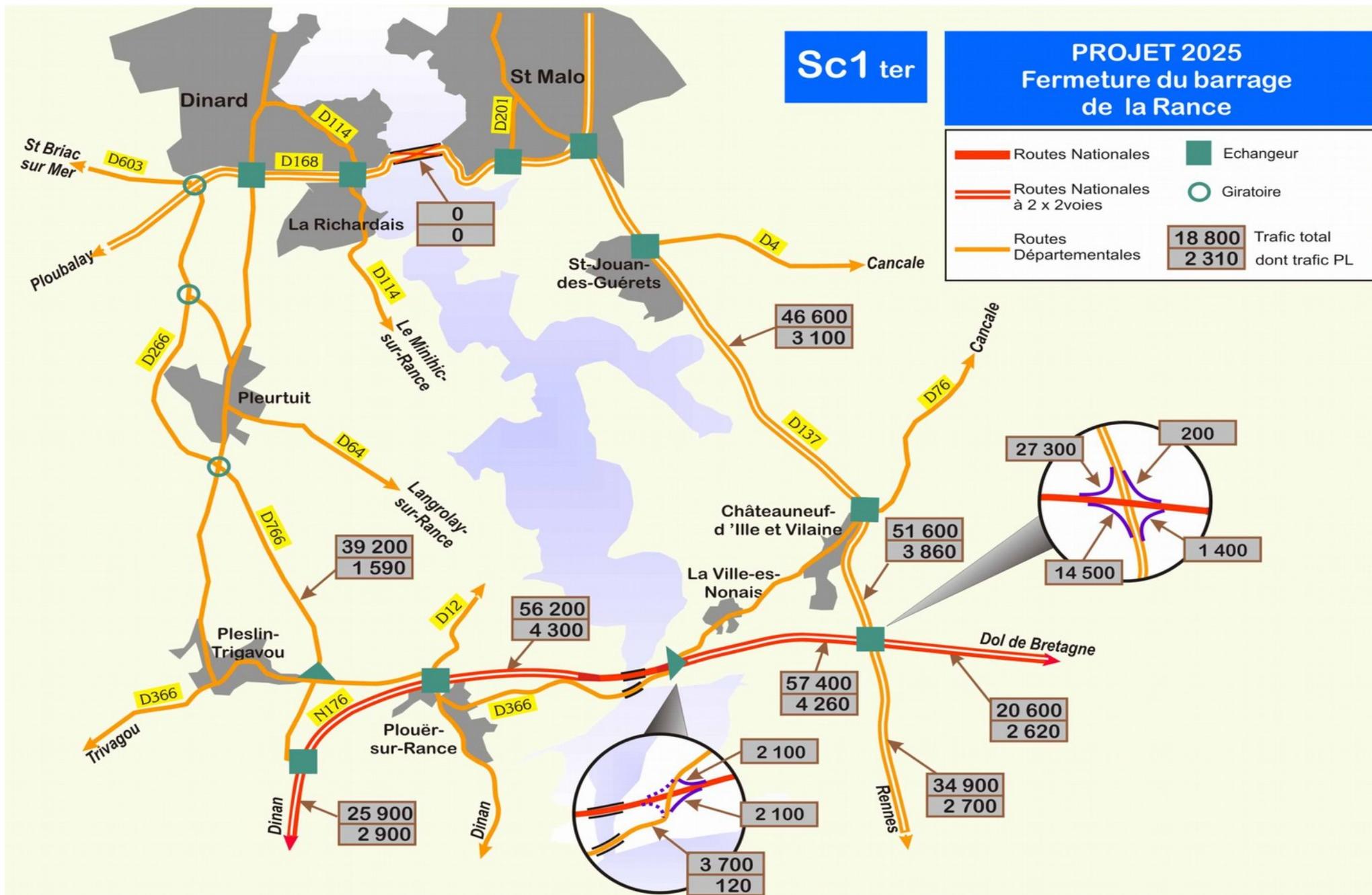
La vitesse moyenne de l'année sur le pont est de 109,3 Km/h pour les VL et 78,4 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2025).

Ces différents scénarios apparaissent dans les planches suivantes.



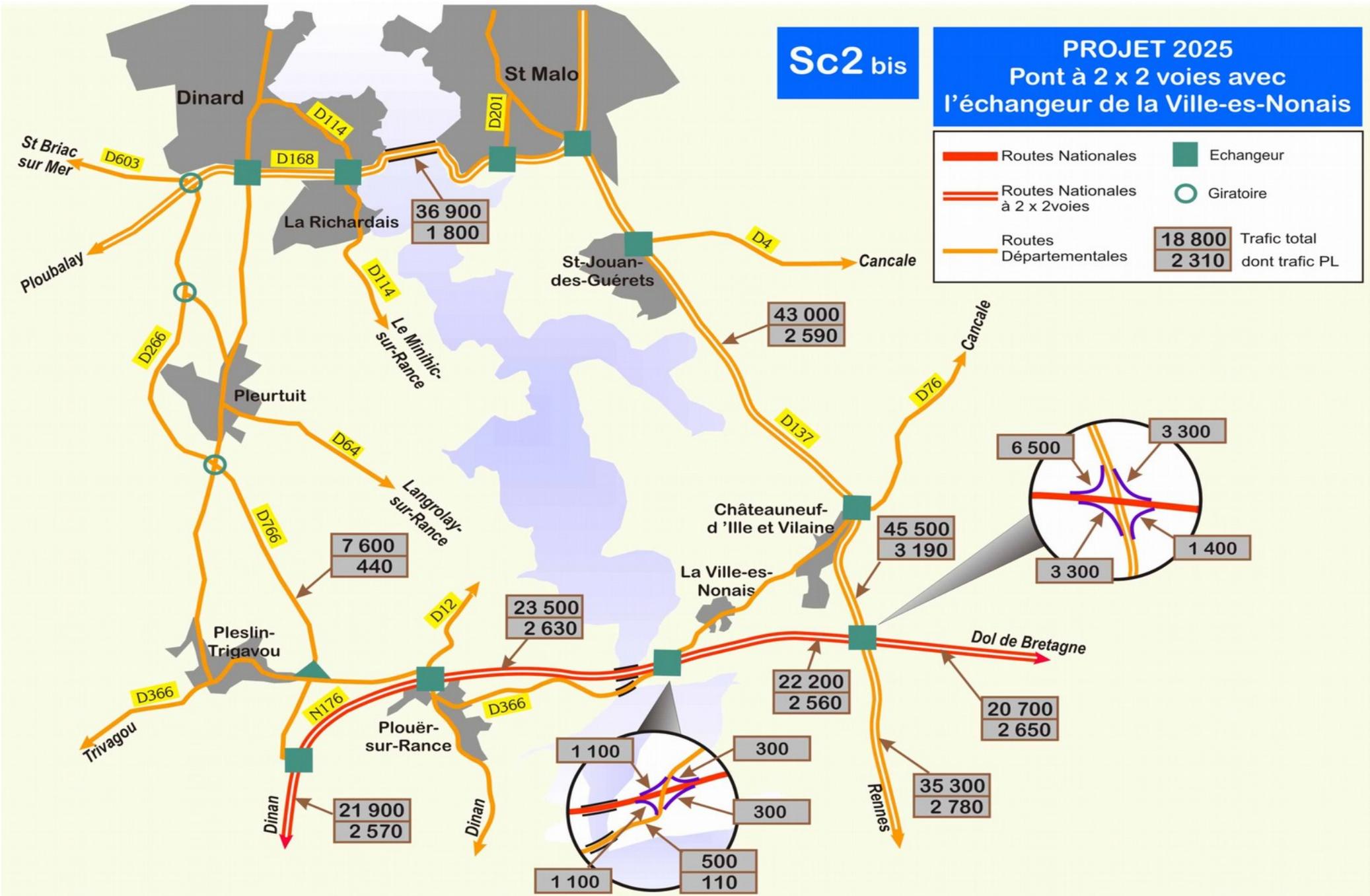






Sc2 bis

PROJET 2025 Pont à 2 x 2 voies avec l'échangeur de la Ville-es-Nonais



Scénario travaux "2025" (fermeture du pont Chateaubriand)

Ce test a pour but d'avoir une estimation des reports de trafic, dans le cas de la fermeture du pont Chateaubriand pour travaux.

La fermeture du pont Chateaubriand engendrerait un report de 21 600 véh/j en 2025 sur les autres axes parallèles à la RN176, ces axes au nombre de 5 sont constitués du nord au sud par : RD168, RD366, RD795, RD794, RN12.

Le report le plus important est par la RD366 (pont St Hubert) avec 46%, ce trafic de pratiquement 10 000 véh/j, il est principalement lié à des trafics locaux : Plouer/Rance, Pleslin-Trivagou, Langrolay. Point important, le trafic PL a été volontairement interdit sur ce pont.

L'autre report important est par la RD168 (barrage de la Rance) avec 34% (7350 véh/j), à noter le report important de PL par cet axe (75%).

L'analyse de la station de la Briantais sur la RD 168 (cf page 15), montre que lors de la fermeture de la RN 176 en 2011 pour travaux, le report sur cet axe était de 5000 véh/j. Cette différence peut s'expliquer par la limitation des déplacements durant cette période.

Les autres reports se font soit :

- Par Dinan avec la RD795 (2350 véh/j) et la RD794 (450 véh/j), à noter que la traversée de Dinan est interdite aux PL de plus de 12 tonnes et quelle a donc été volontairement limitée.
- Par la RN12 via Rennes, il s'agit principalement de flux longue distance qui empruntaient la RN176 puis A84 vers l'est et le nord de la France et qui se reportent par la RN12 puis A81, A11.

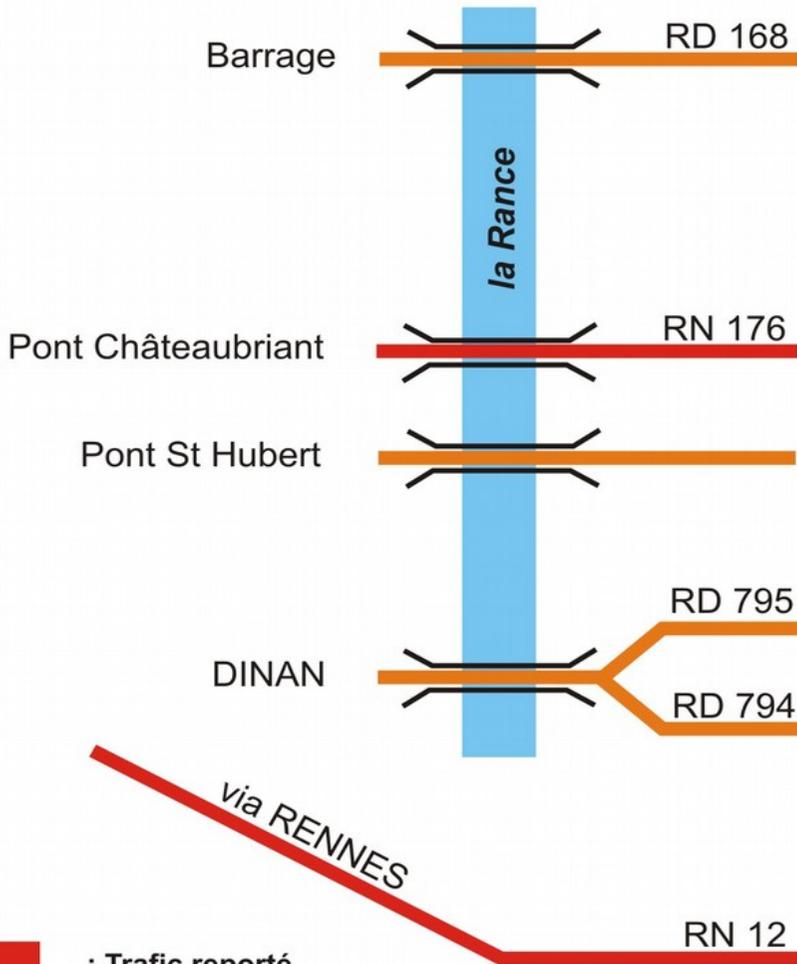
La planche suivante représente les trafics par axe sur la coupure nord-sud, en référence 2025 et en scénario travaux.

COUPURE NORD - SUD

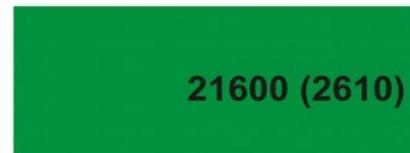
- Interdiction du pont St Hubert aux PL (sauf local)
- Limitation à 12T dans la traversée de DINAN

Référence 2025

Référence 2025 +
Fermeture RN176



34%



Pont Châteaubriant

RN 176

Pont St Hubert



46%

DINAN

RD 795

RD 794



11%



2%

via RENNES

RN 12



5%

: Trafic reporté
7350 (1950): Trafic TV (Trafic PL)

: Pourcentage du report de trafic de la RN176

: Echelle 1mm pour 1000 véh/j

Total report 21150 (2470)

ANNEE 2035

Référence "2035" :

L'aménagement complet de la RN 164 à 2x2 voies a très peu d'influence sur d'éventuels reports de trafic sur l'itinéraire objet de l'étude.

Le trafic sur le pont Chateaubriand augmente de 1 500 véh/j par rapport à la Référence "2025", en 2035 le trafic sera de 23 100 véh/j avec un peu plus de 2 700 PL.

La vitesse moyenne sur le pont est de 91,6 Km/h pour les VL et 76,4 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2035).

Scénario 1 "2035" : (pont à 7m)

Comme pour la Référence, le trafic de la RN176 augmente de l'ordre de 1 500 véh/j par rapport au SC1 "2025".

Le trafic sur le pont est de 23 200 véh/j avec un peu plus de 2 700 PL.

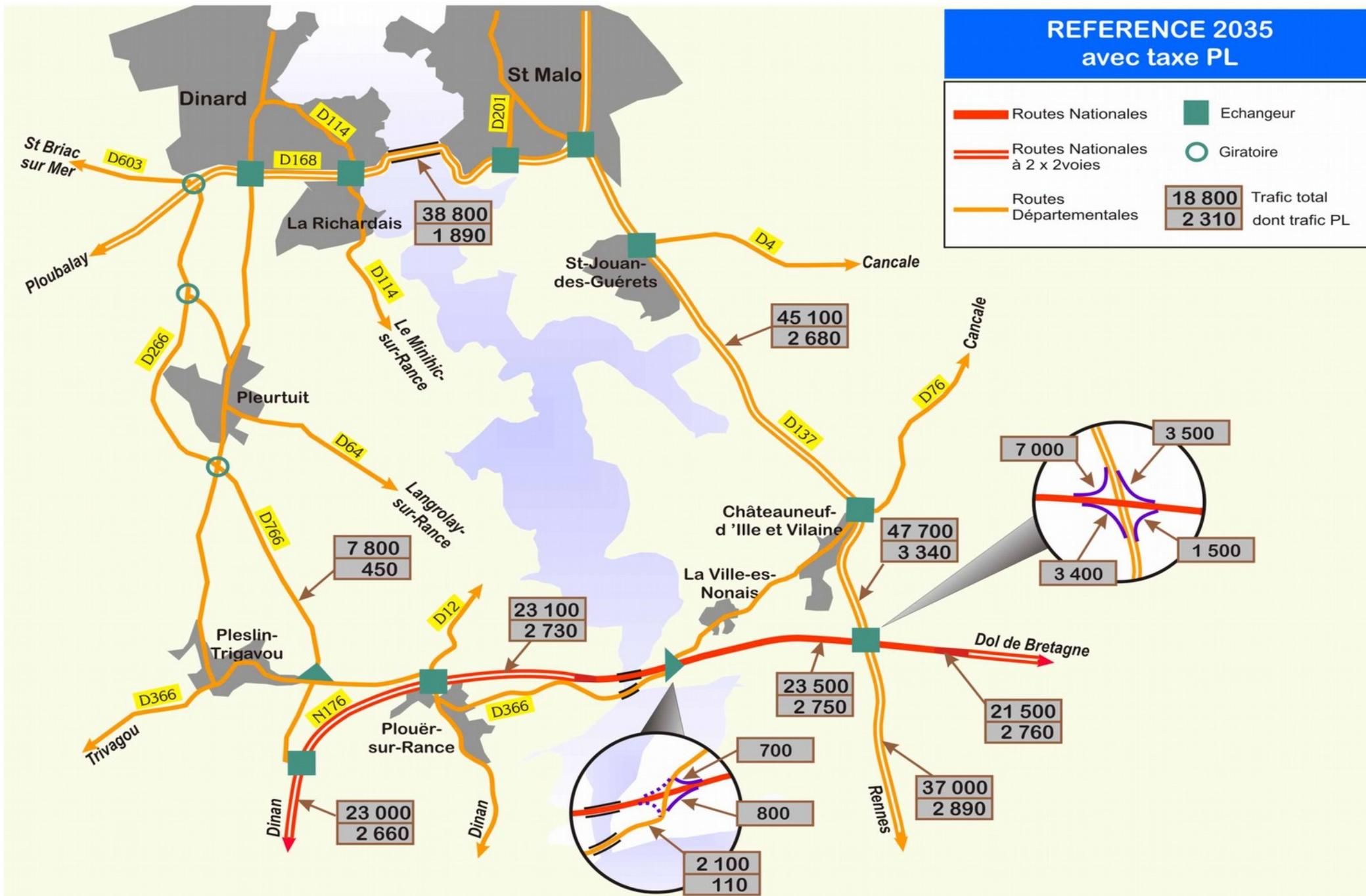
La vitesse moyenne sur le pont est de 91,5 Km/h pour les VL et 76,3 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2035).

Scénario 2 "2035" : (pont à 2x2v)

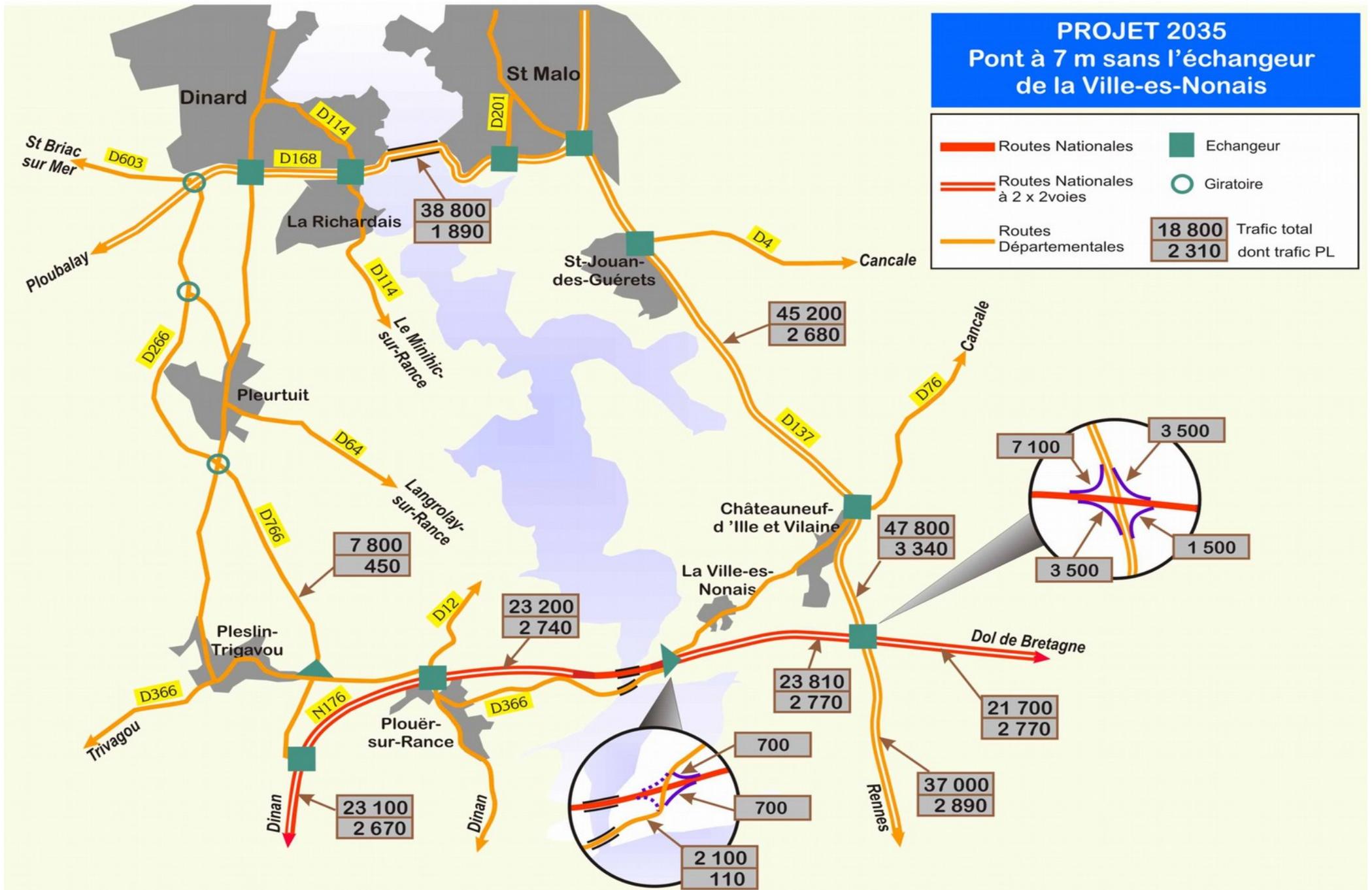
Le trafic sur le pont passe à 23 600 véh/j, la légère augmentation par rapport au SC1 "2035" est principalement due aux trafics locaux qui passaient par le pont St Hubert, comme par exemple le flux Dol de Bretagne - Plouer/Rance et qui du fait de l'aménagement à 2x2 prennent le pont Chateaubriand.

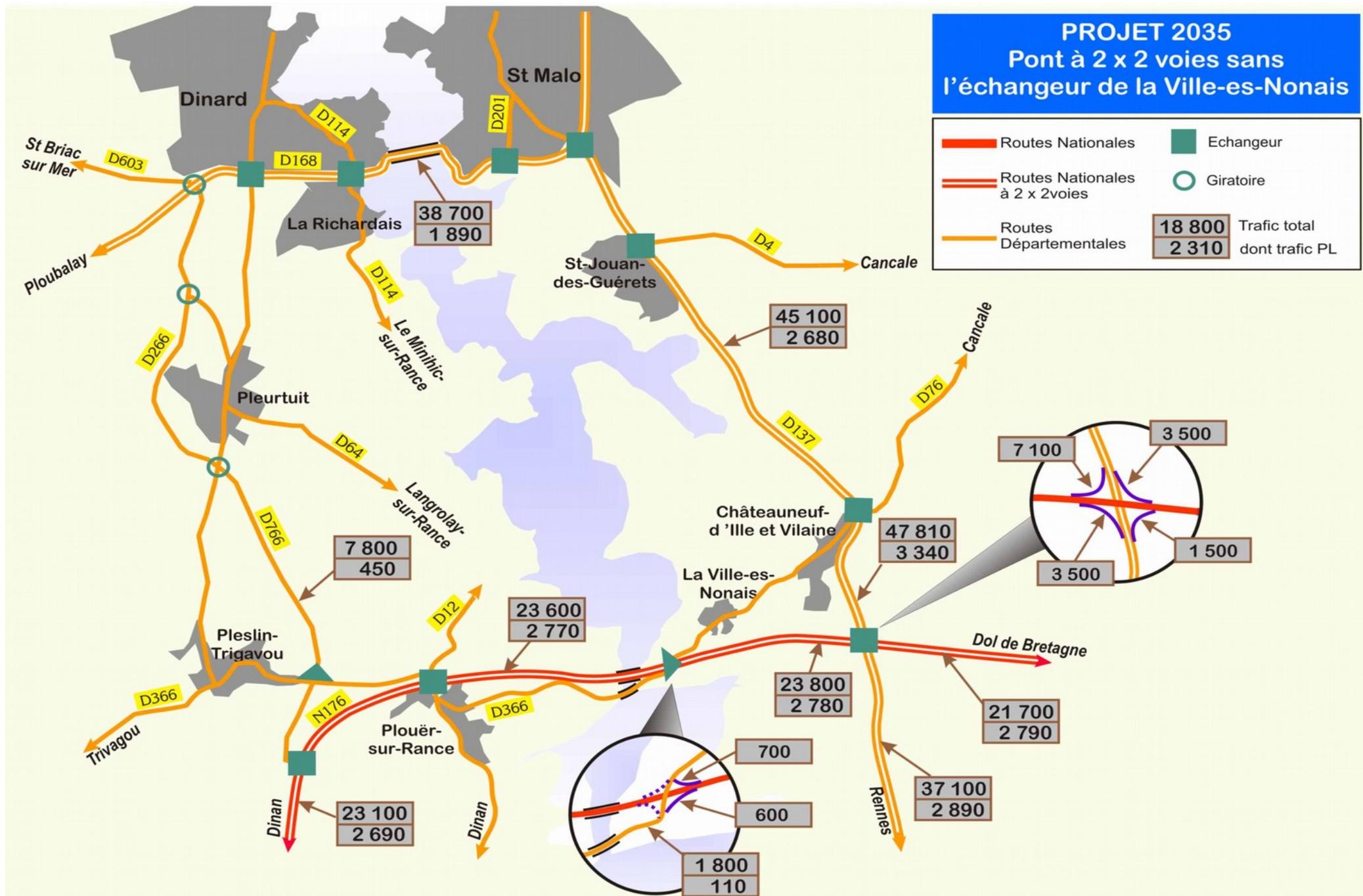
La vitesse moyenne sur le pont est de 109,3 Km/h pour les VL et 78,3 Km/h pour les PL (résultat de la modélisation en TMJA 2035).

[Ces différents scénarios apparaissent dans les planches suivantes.](#)



PROJET 2035 Pont à 7 m sans l'échangeur de la Ville-es-Nonais





4.5 - Analyse de la congestion

4.5.1 - Année 2011 et 2025

Le logiciel de modélisation Transcad ne permet pas de connaître le trafic aux heures de pointes, il permet seulement de connaître le TMJA.

Néanmoins, suite à une demande de la DREAL Bretagne. A partir d'une extrapolation, il a été réalisé une estimation sur les débits horaires par sens suivant les scénarios ayant un risque de congestion.

Il a ainsi été proposé d'appliquer la formule suivante : TMJA 2025 du scénario "x" / TMJA 2011 "actuel 2011" (modélisé) = coefficient "x".

Ce coefficient "x" est ensuite appliqué aux 8760 heures de la sirédo de Plouer/R, ce qui permet d'obtenir le trafic horaire par sens et par scénario.

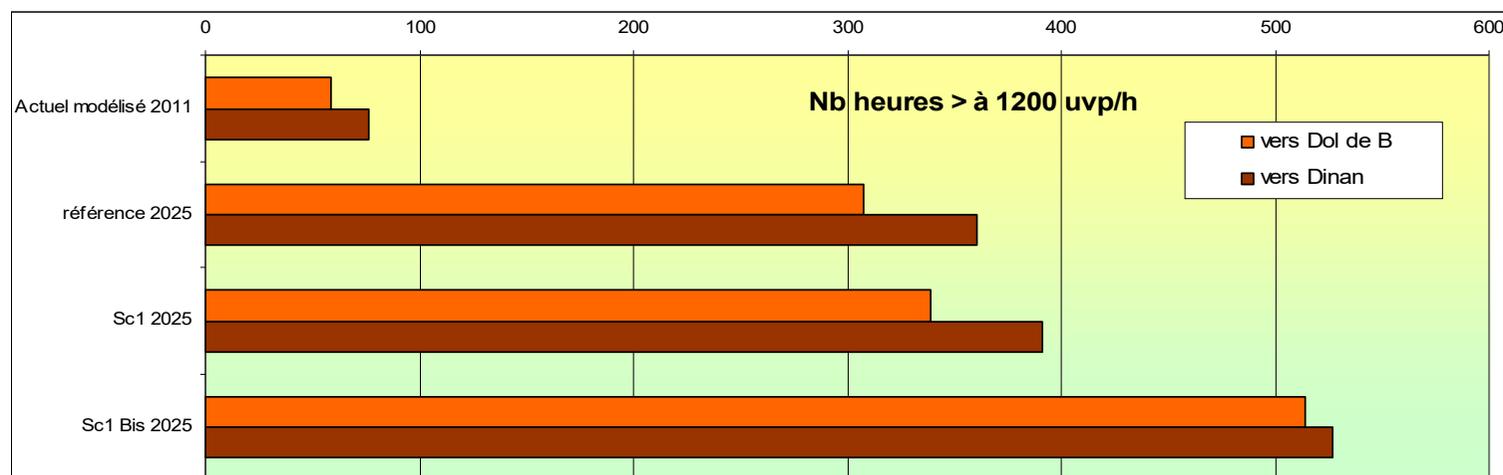
le tableau suivant indique par scénario le nombre d'heures supérieures à 1200 uvp/h par sens et le sens opposé, ainsi qu'un seuil à 1750 uvp/h.

Scénario	TV	PL	UVP	Coefficient	Nb Heures >1200 uvp/h			Nb Heures >1600 uvp/h		
					vers Dinan	vers Dol de B	sens inverse*	vers Dinan	vers Dol de B	sens inverse*
Actuel modélisé 2011	18 128	2 341	20 469	1.0000	76	59	12	0	0	0
référence 2025	21 575	2 612	24 187	1.1816	361	308	137	8	19	0
Sc1 2025	21 820	2 618	24 438	1.1939	391	339	154	9	20	0
Sc1 Bis 2025	22 827	2 628	25 455	1.2436	527	514	273	25	31	1
Sc1 Ter 2025	56 179	4 298	60 477	2.9546	4370	4427	4281	3611	3898	3479

* le sens inverse s'entend : pour la même heure dans le sens opposé, le nombre d'heure est identique quelque soit le sens.

Excepté le scénario "Actuel 2011" et le "scénario 1 Ter" qui est un scénario particulier, le nombre d'heures supérieures à 1200 uvp/h varie entre 300 et 550 heures par sens et par an avec un sens opposé compris respectivement entre 150 et 250 heures.

Le nombre d'heures supérieures à 1600 uvp/h est très faible puisqu'il varie entre 10 et 20 pour les 3 premiers et entre 20 et 30 pour le scénario 1 Bis.



Une décomposition détaillée de ces heures a été effectuée sur le scénario actuel 2011 (minimum), ainsi que le Sc1 et le Sc1 Bis 2025 (maximum).

Dans le scénario actuel 2011 :

- sens vers Dinan, sur les 76 heures > à 1200 uvp/h :
 - 45 heures sont un vendredi, 20 un samedi et 8 un mercredi
 - 63 heures sont entre 15h et 19h, dont 32 heures entre 17h et 18h
 - 40 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le vendredi 27 Mai de 17h à 18h avec 1443 uvp/h
 - 13 jours avec 3 heures et plus, dont le samedi 13 Août avec 5 heures entre 10h et 16h
- sens vers Dol de B, sur les 59 heures > à 1200 uvp/h :
 - 23 heures sont un samedi, 12 un vendredi et 8 un lundi
 - 40 heures sont entre 10h et 13h
 - 33 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le samedi 23 Avril de 11h à 12h avec 1599 uvp/h
 - 6 jours avec 3 heures et plus, dont le vendredi 12 Août avec 5 heures entre 11h et 18h

Quel que soit le sens aucune heure > à 1600 uvp/h.

Dans le scénario Sc1 2025 :

- sens vers Dinan, sur les 391 heures > à 1200 uvp/h :
 - 134 heures sont un vendredi, 95 un samedi et 50 un jeudi
 - 314 heures sont entre 15h et 19h, dont 145 heures entre 17h et 18h
 - 161 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le vendredi 27 Mai de 17h à 18h avec 1723 uvp/h
 - 55 jours avec 3 heures et plus, dont le samedi 13 Août avec 10 heures entre 10h et 20h
- sens vers Dol de B, sur les 339 heures > à 1200 uvp/h :
 - 94 heures sont un vendredi, 72 un lundi et 48 un samedi
 - 117 heures sont entre 10h et 13h, 168 heures sont entre 15h et 19h (75 heures de 17h à 18h)
 - 155 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le samedi 23 Avril de 11h à 12h avec 1909 uvp/h
 - 46 jours avec 3 heures et plus, dont le dimanche 22 Mai avec 10 heures entre 10h et 19h > à 1200 uvp/h

9 heures > à 1600 uvp/h (sur 7 jours différents) vers Dinan et 20 heures (sur 15 jours différents) dans le sens vers Dol de B.

Dans le scénario Sc1 Bis 2025 :

- sens vers Dinan, sur les 527 heures > à 1200 uvp/h :
 - 164 heures sont un vendredi, 104 un samedi et 66 un jeudi
 - 430 heures sont entre 15h et 19h, dont 194 heures entre 17h et 18h
 - 214 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le vendredi 27 Mai de 17h à 18h avec 1795 uvp/h
 - 75 jours avec 3 heures et plus, dont le samedi 13 Aout avec 10 heures entre 10h et 20h
- sens vers Dol de B, sur les 514 heures > à 1200 uvp/h :
 - 136 heures sont un vendredi, 94 un lundi et 71 un jeudi
 - 151 heures sont entre 10h et 13h, 265 heures sont entre 15h et 19h (130 heures de 17h à 18h)
 - 218 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le samedi 23 Avril de 11h à 12h avec 1989 uvp/h
 - 63 jours avec 3 heures et plus, dont le dimanche 22 Mai avec 10 heures entre 10h et 20h

25 heures > à 1600 uvp/h (sur 20 jours différents) vers Dinan et 31 heures (sur 20 jours différents) dans le sens vers Dol de B.

4.5.2 - Année 2035

Comme pour l'année 2025, une simulation des heures supérieures à 1200 et 1600 uvp/h par sens est résumée dans le tableau ci-dessous :

Scénario	TV	PL	UVP	Coefficient	Nb Heures > 1200 uvp/h			Nb Heures > 1600 uvp/h		
					vers Dinan	vers Dol de B	sens inverse*	vers Dinan	vers Dol de B	sens inverse*
Actuel modélisé 2011	18 128	2 341	20 469	1.0000	76	59	12	0	0	0
référence 2035	23 056	2 727	25 783	1.2596	566	577	320	26	33	2

Sc1 2035	23 210	2 742	25 952	1.2679	591	604	333	30	38	2
----------	--------	-------	--------	--------	-----	-----	-----	----	----	---

* le sens inverse s'entend : pour la même heure dans le sens opposé, le nombre d'heure est identique quelque soit le sens.

Excepté le scénario "Actuel 2011", le nombre d'heures supérieures à 1200 uvp/h varie entre 550 et 600 heures par sens et par an avec un sens opposé compris respectivement entre 300 et 350 heures. Le nombre d'heures supérieures à 1750 uvp/h est quand à lui quasiment nul.

Une décomposition détaillé de ces heures a été réalisée sur le scénario Sc1 2035 (maximum)

Dans le scénario Sc1 2035 :

- sens vers Dinan, sur les 591 heures > à 1200 uvp/h (197 h >1400 uvp/h) :
 - 178 heures sont un vendredi, 113 un samedi et 78 un jeudi
 - 478 heures sont entre 15h et 19h, dont 215 heures entre 17h et 18h
 - 233 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le vendredi 27 Mai de 17h à 18h avec 1830 uvp/h
 - 84 jours avec 3 heures et plus, dont le samedi 13 Aout avec 10 heures entre 10h et 20h
- sens vers Dol de B, sur les 604 heures > à 1200 uvp/h (130 h >1400 uvp/h):
 - 159 heures sont un vendredi, 103 un lundi et 82 un jeudi
 - 165 heures sont entre 10h et 13h, 322 heures sont entre 15h et 19h (151 heures de 17h à 18h)
 - 241 jours avec au moins 1 heure > à 1200 uvp/h. Maxi, le samedi 23 Avril de 11h à 12h avec 2027 uvp/h
 - 81 jours avec 3 heures et plus, dont le dimanche 22 Mai avec 10 heures entre 10h et 20h

30 heures > à 1600 uvp/h (sur 21 jours différents) vers Dinan et 38 heures (sur 24 jours différents) dans le sens vers Dol de B.

5 - Conclusions intermédiaires n°1

Les différents scénarios testés mettent en évidence différents points :

Le Scénario 1 : ce scénario qui laisse le pont à 7m comme la situation actuelle, forme un rétrécissement qui risque à terme d'engendrer de forts ralentissements de part et d'autre de celui-ci notamment aux heures de pointes et en périodes estivales. Le nombre d'heure ayant un trafic supérieur à 1 200 uvp/h est estimé à environ 600 heures par sens par an, sur ces 600 h, 300 h ont un trafic supérieur à 1 200 uvp/h dans le sens opposé en 2035.

Le Scénario 1 Bis : ce scénario identique au précédent mais en complétant l'échangeur de la Ville es Nonais, apporte du trafic supplémentaire sur le pont, augmentant de ce fait les risques de ralentissements.

Le Scénario 1 Ter : ce scénario met en évidence la surcharge de trafic que supporterait le pont Chateaubriand en cas de fermeture prolongée du barrage de la Rance, avec un trafic de 56 000 véh/j en 2025 (soit quasiment 60 000 véh/j en 2035), son profil à 7m engendrerait de très forts ralentissements avec plus de 4000 heures supérieures à 1200 uvp/h par sens et par an en 2025.

Le Scénario 2 : ce scénario assure la continuité de la RN 176 à 2x2 voies, le trafic sur la section est de pratiquement 24 000 véh/j en 2035. La mise à 2x2 voies du pont n'engendrerait aucun ralentissement. Ce scénario pourrait absorber le report de trafic en cas de fermeture du barrage de la Rance, en contre partie l'axe Dinard -Dinan (RD266-766) qui est à 7m pourra difficilement supporter cette hausse de trafic estimé à environ 40 000 véh/j, notamment aux heures de pointes.

Rappel du trafic sur le pont Chateaubriand, fonction des différents scénarios:

Scénarios 2011 et 2025	TV	PL		Scénarios 2035	TV	PL
Actuel modélisé 2011	18 100	2 350				
référence 2025	21 600	2 600		référence 2035	23 100	2 750
Sc1 2025 (pont à 7m)	21 800	2 600		Sc1 2035	23 200	2 750
Sc2 2025 (pont à 2x2v)	22 100	2 600		Sc2 2035	23 600	2 750
Sc1 Bis 2025 (pont à 7m+1/2 éch)	22 800	2 650				
Sc1 Ter 2025 (pont à 7m+fermeture du barrage)	56 200	4 300				
Sc2 Bis 2025 (pont à 2x2v+1/2 éch)	23 500	2 650				

6 - Note complémentaire scenario de déviation en phase travaux

Cette note complémentaire fait suite à une demande de la DREAL Bretagne dans la cadre des études préalables de la mise à 2x2 voies entre le pont Chateaubriand et l'échangeur de la Chênaie. Elle a pour objectif de répondre aux questionnements émis lors de la phase de concertation notamment sur les aspects déviations en phase travaux en lien avec la fermeture du pont et sa répercussion sur la circulation locale et régionale.

En effet la fermeture de la RN176 dévierait près de 10 000 véhicules par la RD366 et le pont St Hubert, traversant les hameaux de Port Saint Jean, de Port Saint Hubert et l'agglomération de Plouër-sur-Rance.

Face à l'inquiétude des habitants (encombrement, accidents, nuisances sonores,,,,), et en réponse aux propositions faites pendant la phase de concertation et afin de poursuivre la réflexion dans la phase d'étude de la solution retenue, la DREAL Bretagne a demandé au Cerema ; l'étude de scénarios de déviation travaux complémentaires à celui réalisé dans l'étude de trafic produite par le Cerema en 2013.

L'étude de trafic de 2013 comprenait un test Scénario travaux "2025" - Référence 2025 + fermeture du pont Chateaubriand, avec interdiction des véhicules de plus de 3,5T sur le pont St-Hubert. Il utilisait la déviation dite longue de la RD366 qui passe par Port st Hubert, Port St Jean et traverse Plouër-sur-Rance (Cf figure n°4).

La DREAL a demandé d'étudier différents scénarios complémentaires notamment :

- le même test mais avec une déviation courte de la RD366 et l'aménagement de 2 bretelles supplémentaires pour permettre tous les mouvements au droit de l'échangeur RD137/RD676,
- idem mais avec une seule bretelle au droit de l'échangeur RD137/RD676 (sens Dinan/Dol),
- le 3^{ème} scénario en tenant compte d'une incitation forte sur la RN176 en amont des points de choix dans le sens Dol/Dinan et Dinan/Dol (par exemple en amont de l'échangeur de la Chênaie dans le sens Dol/Dinan, "RN176 fermée à Km, pour St-Brieuc, déviation par RD137")

Lors de la réalisation de l'étude, des variantes de ces scénarios ont été également étudiées et seront présentées dans le corps du rapport.

6.1 - Rappel de l'étude de 2013

Méthodologie utilisée

L'étude 2013 "ETUDE DE TRAFIC AMÉNAGEMENT DE LA RN 176 Section : Pont Chateaubriand – échangeur de la Chênaie » a été réalisée sur la base de comptages directionnels et d'une enquête origine destination réalisée en 2012.

Le découpage du réseau d'infrastructure (Cf figure n°1) a été utilisé pour représenter la matrice d'origine destination.

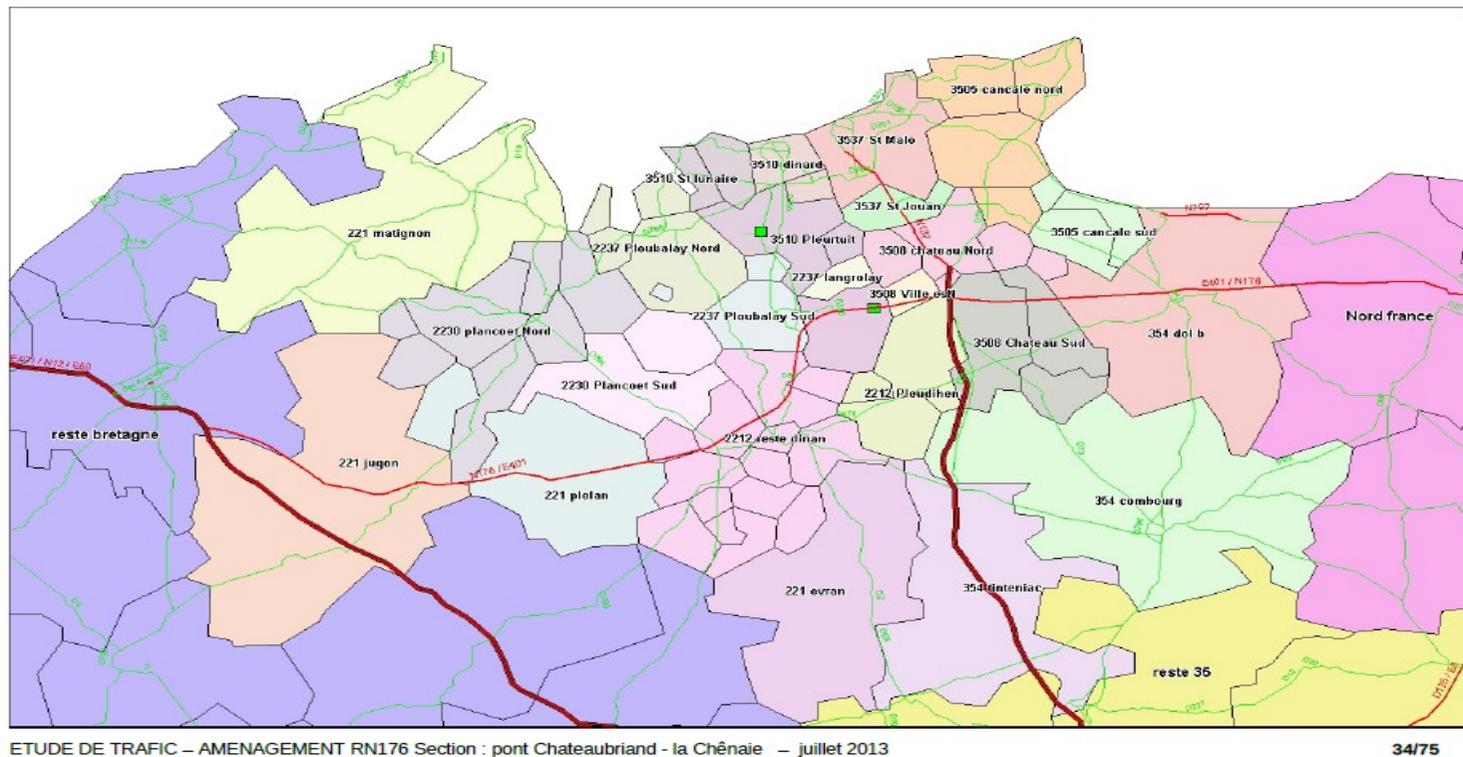


Figure n°1 : Découpage du réseau d'infrastructures (Etude trafic aménagement RN176- Cete de l'Ouest-2013)

Résultat de la modélisation

Un calage à l'état actuel a été fait pour l'année 2011 (Etat actuel), ainsi que différents scénarios de référence ont été étudiés pour 2025 et 2035. Parmi ces scénarios, un scénario travaux 2025 (fermeture du pont chateaubriand) a été modélisé afin d'avoir une idée du report de trafic en cas de fermeture du pont notamment dans le cas du choix de la variante d'aménagement sur place (élargissement du pont).

La fermeture du pont Chateaubriand engendrerait un report de 21 600 véh/j en 2025 sur les autres axes parallèles à la RN176, ces axes au nombre de 5 sont constitués du nord au sud par : RD168, RD366, RD795, RD794, RN12. Le report le plus important est par la RD366 (pont St Hubert) avec 46%, ce trafic de pratiquement 10 000 véh/j, est principalement lié à des trafics locaux : Plouër/Rance, Pleslin-Trivagou, Langrolay. Point important, le trafic PL a été volontairement interdit sur ce pont.

L'autre report important est par la RD168 (barrage de la Rance) avec 34% (7350 véh/j), à noter le report important de PL par cet axe (75%).

Les autres reports se font soit :

- Par Dinan avec la RD795 (2350 véh/j) et la RD794 (450 véh/j), à noter que l'étude tient compte du fait que la traversée de Dinan est interdite aux PL de plus de 12 tonnes ;
- Par la RN12 via Rennes, il s'agit principalement de flux longue distance qui empruntaient la RN176 puis A84 vers l'est et le nord de la France et qui se reportent par la RN12 puis A81, A11.

La figure n°3 présentent ces résultats obtenus en 2013.

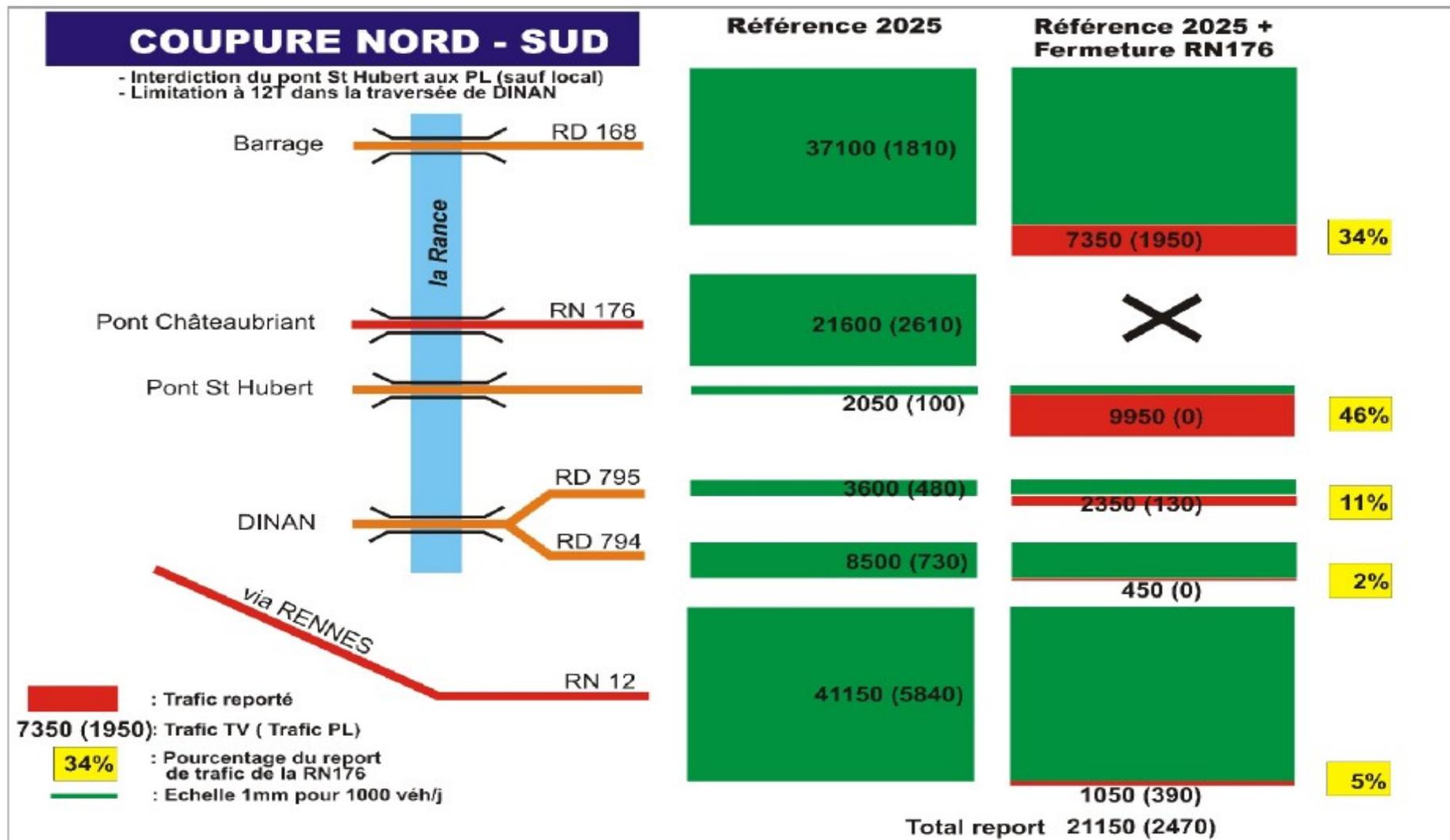


Figure n°3 : Répartition des trafics – Fermeture RN176 (Etude trafic aménagement RN176- Cete de l'Ouest-2013)

6.2 - Méthodologie étude complémentaire

Modèle

Le modèle Transcad initial (étude 2013) a été conservé. Des compléments au réseau ont été réalisés avec introduction de la VC de la Boissanne à Plouër-sur-Rance, entre la RD366 et la RN176 (à l'ouest du pont Chateaubriand), et de deux bretelles provisoires tournées vers Dinan.

Les deux bretelles provisoires de la VC de la Boissanne sont paramétrées comme celles de l'échangeur de la RD366 à l'Est du pont Chateaubriand. Ces bretelles provisoires sont modélisées avec des longueurs de 200 m et sont mono-directionnelles (Sc1 et Sc2). La VC de la Boissanne entre la RD366 et la RN176 est une voie bidirectionnelle de 4,5 à 5 m de chaussée sur une longueur d'environ 150 à 250 m, de même que le pont de rétablissement de cette VC au-dessus de la RN176 (chaussée d'environ 4-5 m) à l'observation des données satellitaires « Google Earth ». Dans l'immédiat, une modélisation avec une largeur de 5 m soit un objet routier de type 1 a été opérée.

Deux bretelles provisoires d'échangeur entre la RD137 et la RD676 (Dinan - Dol de Bretagne) tournées vers le nord (demi échangeur RD137 Nord / RD676 Ouest) ont été créées pour améliorer les échanges (Sc3).

Les figures 4 à 6 présentent de façon globale et fine les différentes déviations qui seront utilisées.

Par contre, le passage sur la Rance via la RD57 et le barrage du Chatelier sur la commune de St Samson-sur-Rance (évoqué par certains habitants à la concertation) n'est ni techniquement, ni sécuritairement vu l'itinéraire emprunté (allongement de parcours, plusieurs points d'échange difficiles, éclusage, ...) adapté pour une déviation. Il nous a donc semblé inopportun et a donc été exclu de la modélisation. Il est toutefois possible que certains usagers très locaux l'utilisent mais ces éléments ne représenteront qu'une infime partie du trafic.

Il est à noter que l'on se rapproche avec l'outil Transcad (modèle macroscopique d'origine inter-urbaine) de la limite de la modélisation dans cette situation (vue microscopique/effet longue distance...). Dans les résultats présentés, il existe des différentiels entre certaines valeurs liées au préchargement nécessaire du modèle. Les pénalités qui peuvent permettre de contraindre le modèle se manifestent en modifiant les vitesses

Scénarios testés

Pour répondre à la demande de la DREAL, différents scénarios ont été testés et complétés au fur et à mesure des résultats. Ces scénarios considèrent tous le pont Chateaubriand fermé intégralement c'est-à-dire pour les deux sens de circulation. De plus, le réseau est considéré en situation de trafic 2025, c'est-à-dire avec le profil en travers actuel de la section Pont Chateaubriand – échangeur de la Chênaie.

Variantes d'itinéraire de déviation



	Pont St Hubert RD366 déviation courte
	Pont St Hubert RD366 déviation longue
	RN176
	RD766/RD266/RD137 Barrage de la Rance
	Dinan RD794
	Dinan RD795
	A84/Rocade Rennes/RN12
	Création de bretelles

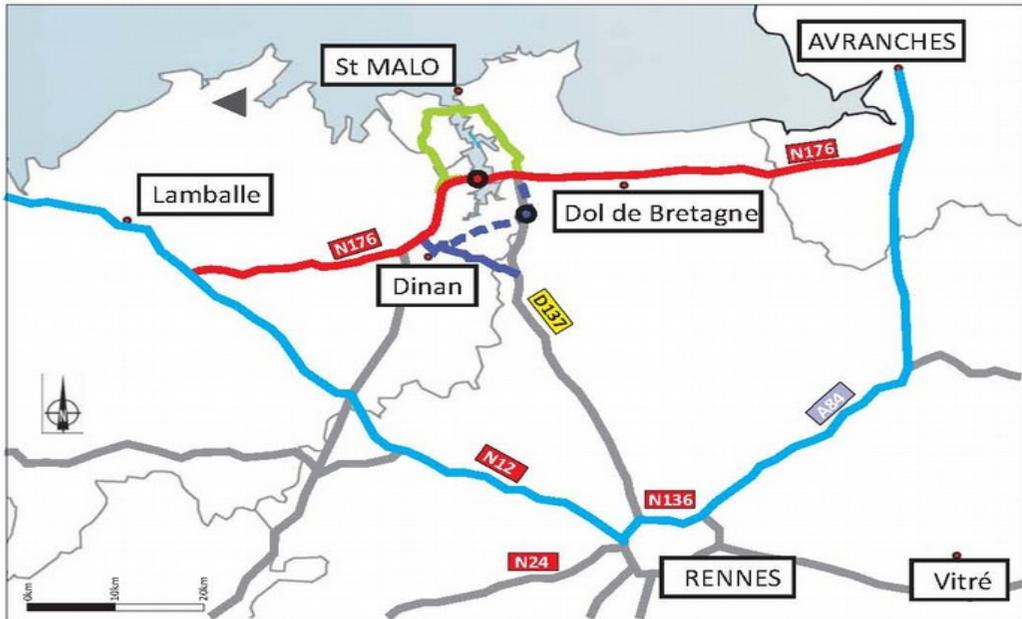


Figure n°4 : Présentation des variantes de déviation (vue globale)

Les nouveaux scénarios envisagés sont :

A - Basés sur la déviation courte (VC de la Boissanne) avec création de 2 ou 1 bretelle(s) sur la RN176 à Plouër sur Rance (Figure n°5a)

Sc1 2015 - shunt complet : ouverture des deux sens sur la déviation courte par la RD366 et le pont Saint Hubert pour dévier le trafic de la RN176 (VL seulement car le pont St Hubert ne peut pas recevoir les PL de la N176) (demande Dreal).

Sc2 2015 - demi shunt permettant la déviation d'un seul sens de circulation de la RN176 **Lamballe vers Avranches**, l'autre sens est dévié selon le scenario initial (complément Cerema).

Sc2 bis 2015 - demi shunt permettant la déviation d'un seul sens de circulation de la RN176 **Avranches vers Lamballe**, l'autre sens est dévié selon le scenario initial (complément Cerema).

B - Basés sur la déviation courte (2 bretelles) sur la RN176 (Sc1) et la création de bretelles provisoires complémentaires sur l'échangeur RD137/RD 676 à Miniac Morvan

La solution initiale proposée par la DREAL d'une déviation depuis la RN 176 en amont de l'échangeur de la Chênaie n'a pas été en tant que telle étudiée pour des raisons liées à la part relativement faible du trafic potentiellement concerné et compte tenu de la capacité des routes depuis Dol de Bretagne. La déviation étudiée part de la RN176 via l'échangeur de la Chênaie puis la RD137 pour rejoindre la RD676 avec création d'une ou deux bretelles d'accès entre ces deux routes au nord en complément des deux existantes au sud (Figure n°6).

Sc3 2015 - shunt complet : ouverture des deux sens sur la déviation courte par la RD366 et le pont Saint Hubert pour dévier le trafic de la RN176 (VL seulement) et **création de deux bretelles sur la RD137 vers la RD676** (axe Dinan / Dol-de-Bretagne) tournées vers le nord permettant les mouvements RD137 Nord vers RD676 Ouest (issu de « scénario travaux 2025 » fermeture complète du pont Chateaubriand)

Sc3 bis 2015 - shunt complet : ouverture des deux sens sur la déviation courte par la RD366 et le pont Saint Hubert pour dévier le trafic de la RN176 (VL seulement). **Création d'une bretelle sur la RD137** (RD137 Nord vers la RD676 Ouest -sens Dol de Bretagne / Dinan).

Sc3 ter 2015 – shunt complet : ouverture des deux sens sur la déviation courte par la RD366 et le pont Saint Hubert pour dévier le trafic de la RN176 (VL seulement). **Création d'une bretelle sur la RD137** (RD676 Ouest vers la RD137 Nord sens Dinan / Dol de Bretagne).

C – Basés sur la déviation courte (VC de la Boissanne) avec création de 2 bretelles (Sc1) + Intégration de limitation de vitesse et de capacité sur les itinéraires de proximité (Figure 5b)

Sc5 2015 : (Scénario 1) + limitation de vitesse VL+PL à 50 km/h sur l'ensemble de la D366 (entre le D137 (Chateauneuf d'Ille-et Vilaine) et Plouër) et sur la N176 (section échangeurs Plouër - la Chênaie) et limitation de capacité RN176 dans le sens Dinan/Dol. (Plouër-VC de la Boissanne)

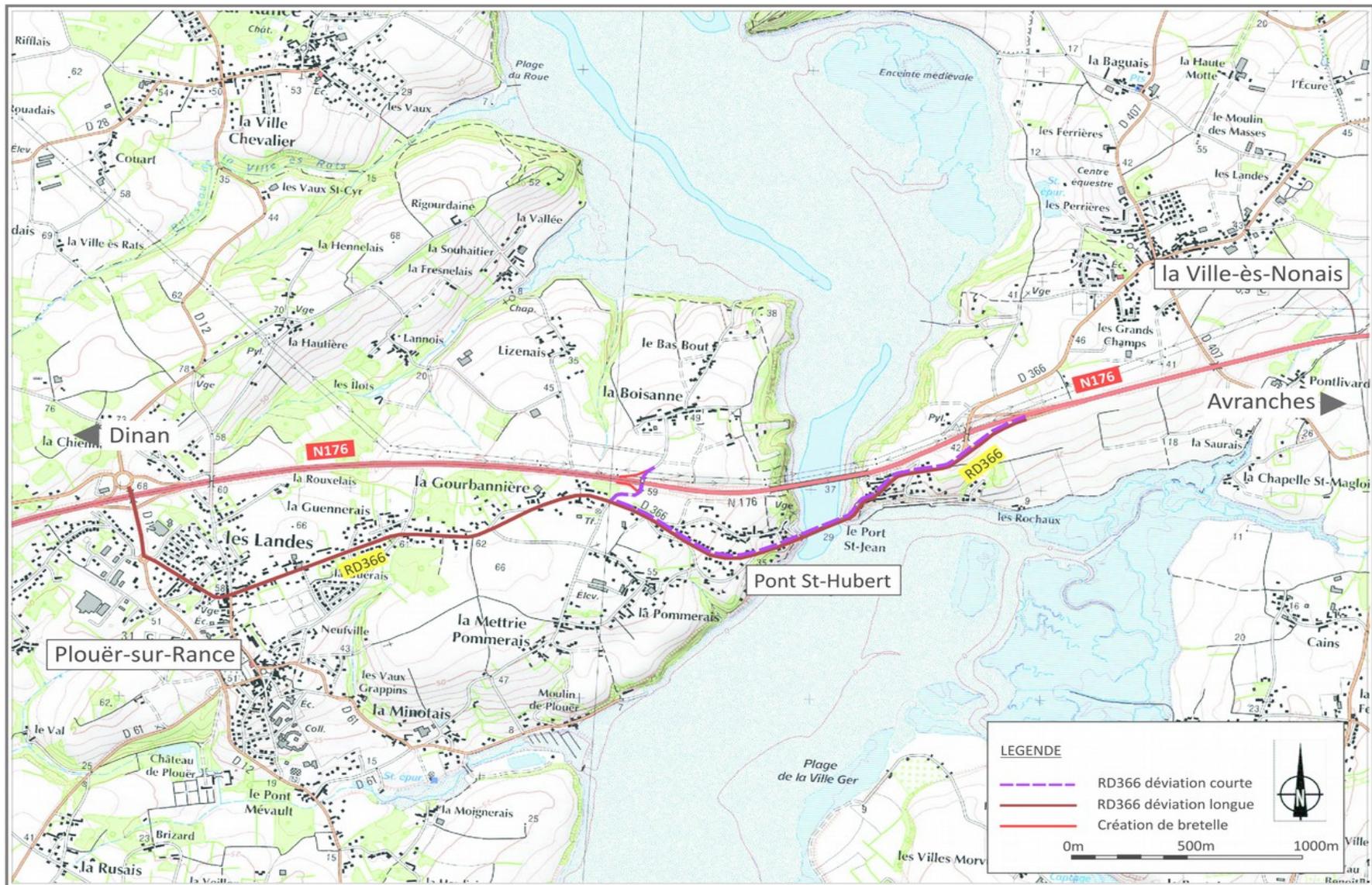


Figure n°5a : Présentation des variantes de déviation (RD366 déviation longue et courte)

Création de 2 bretelles : échangeur RD137/RD676 (Sc3)

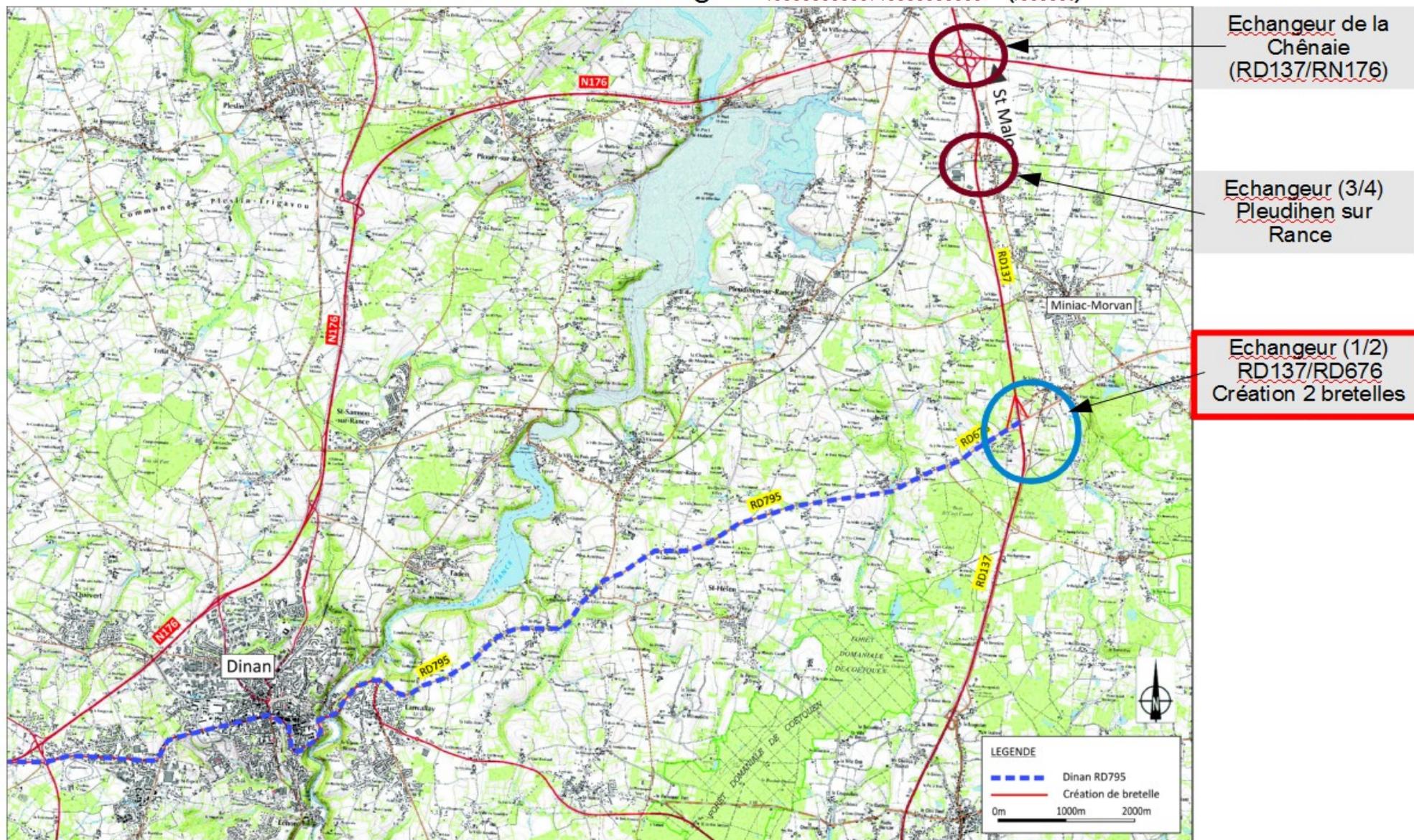


Figure n°6 : Présentation des variantes de déviation (Echangeur RD676/RD137)

6.3 - Résultats

Sc1 2015 (Cf figure n°7) : le trafic renvoyé sur la RD366 en période de travaux avec fermeture du pont Chateaubriand est de 9960 TV/j en 2025 avec un trafic PL négligeable (0,4%) qui pour l'essentiel passe par le pont St Hubert . Le trafic en entrée Est de Plouër/Rance est de 4890 TV/J en 2025. La RD366-Est connaîtra un trafic supérieur au scenario initial dans le carrefour RD366/VC Est Plouër notamment au niveau du pont St Hubert et du village de port St Hubert, + 11800 TV/j (2 sens) (cf figure 11), contre + 9950 sans ces bretelles (étude de 2013 : scenario initial). Ce scénario diminue sensiblement l'ensemble des autres reports notamment sur le barrage de la Rance (+ 6700 TV contre + 7350 dans le scenario initial). Toutefois un phénomène de cisaillement important des flux est observé (figure 10a) dans le carrefour entre la VC de la Boissanne et la RD 366.

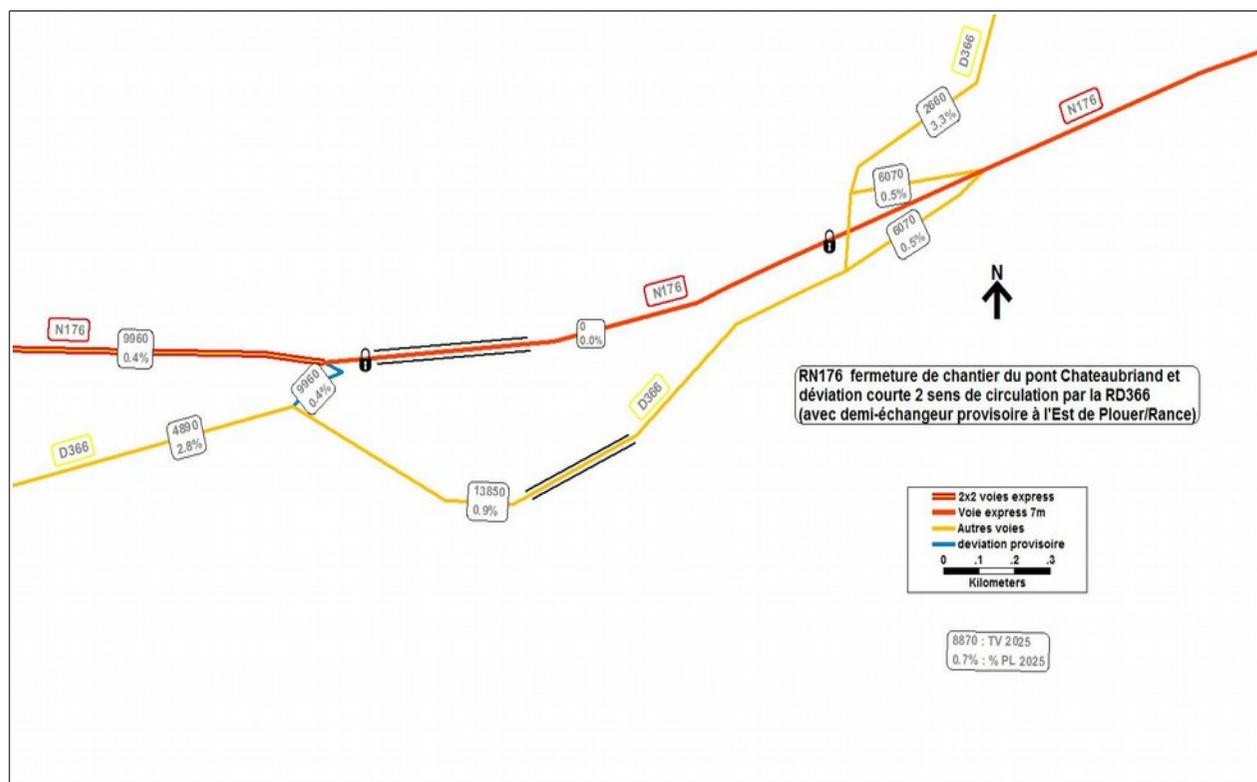


Figure n°7 : Répartition des flux totaux sur la déviation courte (Sc1)

Sc2 2015 (Figure 8) : le trafic renvoyé sur la RD366 en période de travaux avec fermeture du pont Chateaubriand est de 4450 TV/j en 2025 avec un trafic PL négligeable (0,8%) qui pour l'essentiel passe par le pont St Hubert. Ce trafic correspond (à la précision de la modélisation) à la moitié de celui accueilli en présence d'une déviation courte bidirectionnelle par la RD366 et le demi-échangeur provisoire ouest de pont Chateaubriand (scénario Sc1 ci-dessus). Le trafic VL du sens Dol/Dinan continue à traverser l'agglomération de Plouër. Ce qui donne un trafic en entrée Est de Plouër de 8940 TV/j en 2025 mais inférieur à la déviation longue du scénario initial de 2013 (12000 véh/j). Les reports sur les autres itinéraires se réalisent de façon assez identique au scénario initial. Le phénomène de cisaillement au droit du carrefour de la VC de Boissanne et de la RD 366 est très important (cf figure 10b).

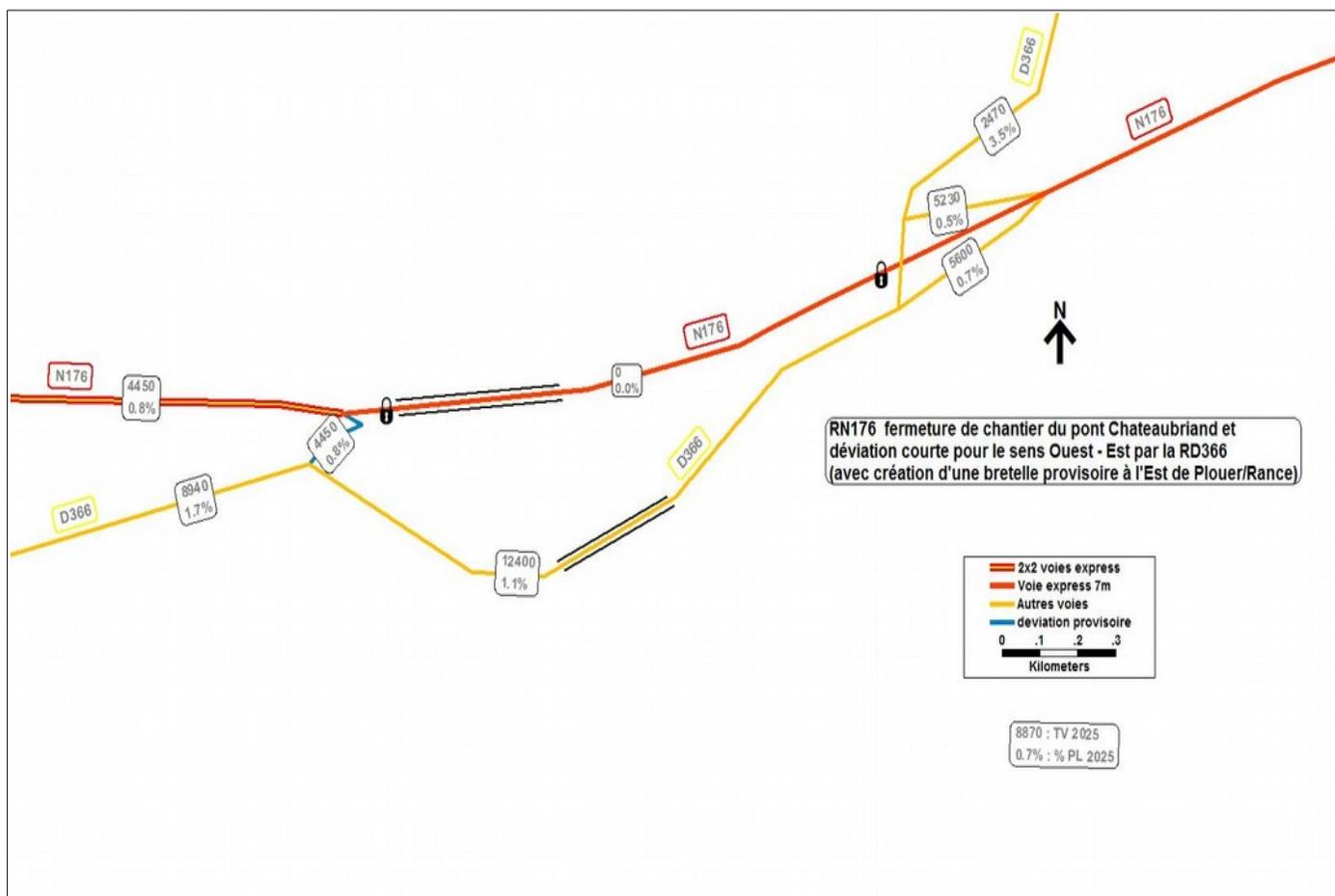


Figure n°8 : Répartition des flux globaux sur la déviation courte (Sc2)

Sc2 bis 2015 : Ce demi shunt permet la déviation du seul sens de circulation de la RN176 de Avranches vers Lamballe (l'autre sens est dévié selon le scénario initial). Les trafics observés sont globalement les mêmes que le scénario Sc2 2015 ci-dessus. Toutefois, on note par rapport au Sc2 des trafics légèrement supérieurs pour la RD366 sur le pont St Hubert (+ 890 TV/J) et entre la VC et Plouër (+320 TV/J). Par contre, les phénomènes de cisaillement au niveau du Carrefour VC/RD366 sont quasi nuls (Figure n°10c)

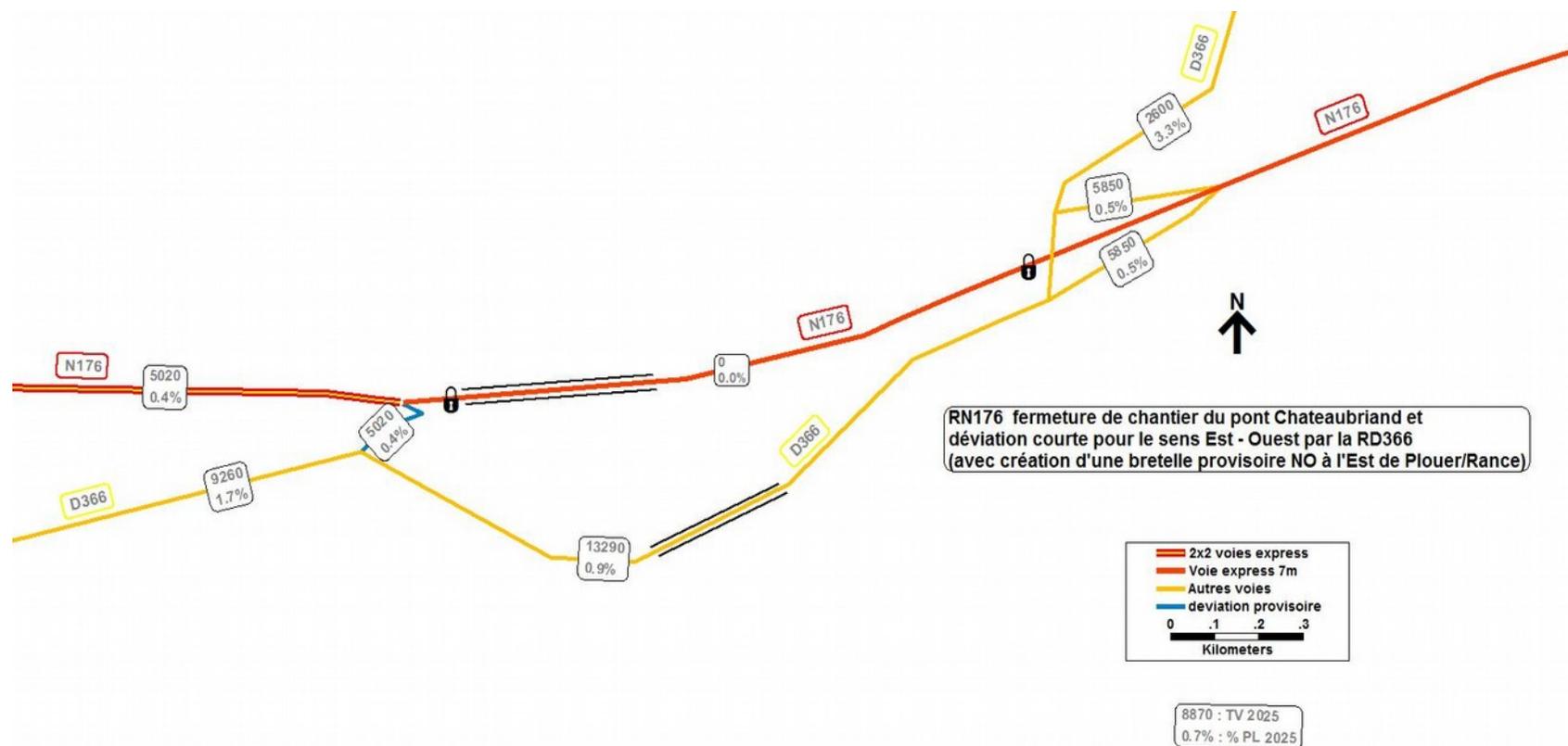


Figure n°9 : Répartition des flux globaux sur la déviation courte (Sc2 bis 2015)

Problématique du cisaillement au carrefour VC/RD366 (déviation courte)

La gestion des trafics dans le carrefour D366 / VC la Boissanne peut être plus ou moins favorable selon les tourne-à-gauche ou tourne-à-droite introduits pour les flux importants. Les Sc1 et Sc2 (figures 10a et 10b) présentent les difficultés au niveau du carrefour VC/RD366 contrairement au Sc2 bis (figure 10c).

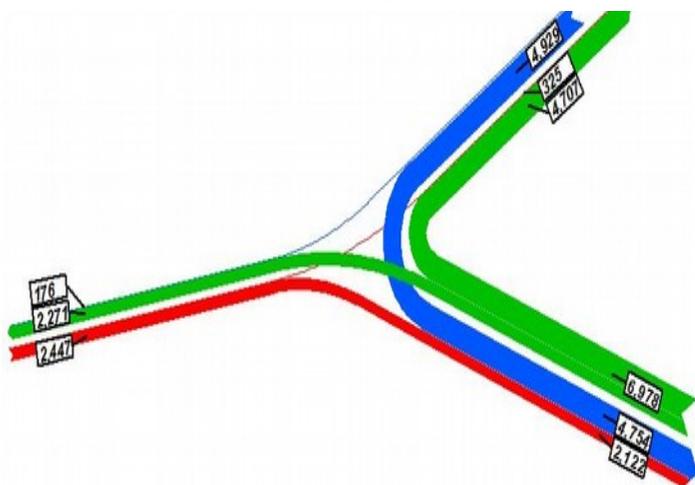


Figure n°10a : Cisaillement Sc1 2015 – shunt complet (Dinan-Dol)

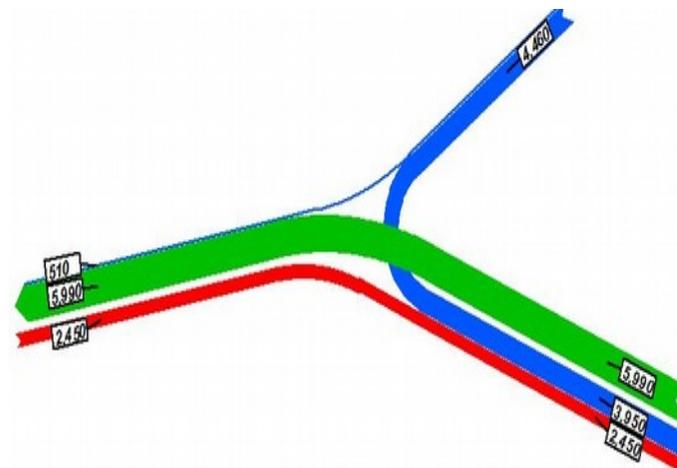


Figure n°10b : Cisaillement Sc2 2015 – demi shunt

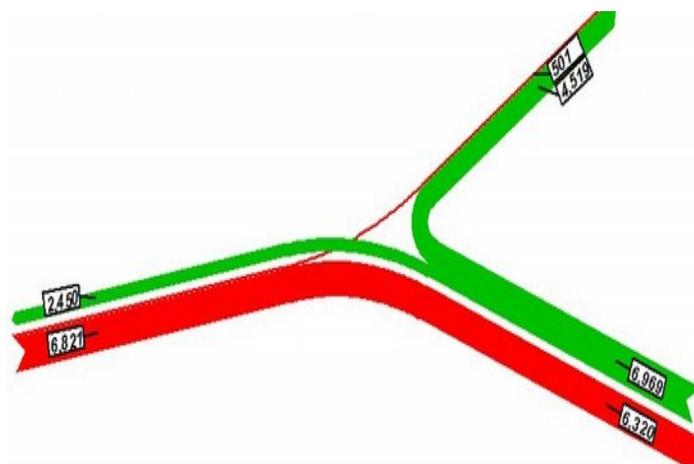


Figure 10c : Cisaillement Sc2 bis 2015 – demi shunt (Dol-Dinan)



Figure 11 : Répartition des flux (2025)- coupure Nord Sud (interdiction du pont st Hubert au PL (sauf Local), traversée Dinan limitée à 12 T (Sc1-Sc2)

Sc3 2015, Sc3 bis 2015 et Sc3 ter 2015 (cf figure n°12) :

Pour le premier scénario, on constate que les trafics sur la RD366 (Pont St Hubert) sont quasiment les mêmes que ceux prévus en 2025 pour le scénario Sc1 (cf figure n°11). Le fait de rajouter un demi-échangeur entre les RD137 et RD676 au droit de Miniac-Morvan ne répond pas à la problématique de dévier au mieux (réduction des trafics sur la RD366) des trafics de la RN176 avec fermeture du pont Chateaubriand.

Une analyse des trafics empruntant les bretelles provisoires de la RD137 Nord vers la RD676 Ouest montre que les seules relations intéressées sont celles entre Dinan et ses environs et l'agglomération de St Malo Sud et Est de la Rance. La création d'un demi-échangeur entre les RD137 et RD676 n'est donc pas pertinent pour soulager la déviation par la RD366 au vu des résultats de la présente modélisation. Par contre, elle soulage le barrage de la Rance, où on observe près de 40 % en moins de trafic dévié. L'accès depuis Dinan à la RD 137 n'étant pas très favorable, le gain est net en pourcentage avec + 50 % de flux supplémentaire mais reste au final faible d'un point de vue quantitatif (+ 2250 véhicules) pour la RD795-RD137.

L'échangeur au ¾ complet (RD137/RD337-RD637) situé à environ 1,5 km au sud de l'échangeur RN176/RD137 au niveau de la limite communale avec Miniac-Morvan et Pleudihen-sur-Rance (Cf figure n°6) draine actuellement ce trafic via la RD637 et RD676. La RD637 est l'ancienne RN137 entre l'échangeur et la RD676 dont la chaussée à une largeur d'environ 6 m. Elle traverse cependant une succession de zones agglomérées. La création d'un nouvel échangeur plus au sud RD137/RD676 soulagerait sur cet aspect ces traversées et celle du barrage de la Rance mais n'apporte pas de gain significatif à la déviation courte (RD 366) de la RN176 en cas de fermeture du pont pendant les travaux.

Sc5 2015 (Cf figure n°12) : La limitation de vitesse et de la capacité aux abords de la déviation courte dans le sens Dinan/Dol sur la RN176 et la limitation de la vitesse sur la RD366 et la RN176 entre l'échangeur avec la RD366 et la Chênaie, , montrent des effets nets sur la répartition des flux. Le trafic empruntant la déviation courte passe ainsi de + 11800 TV/j au niveau du pont St Hubert (Sc1) à +8600 TV/j . Avec ce scénario, on charge toutefois le barrage de la Rance en l'augmentant de près de 1500 TV/j.

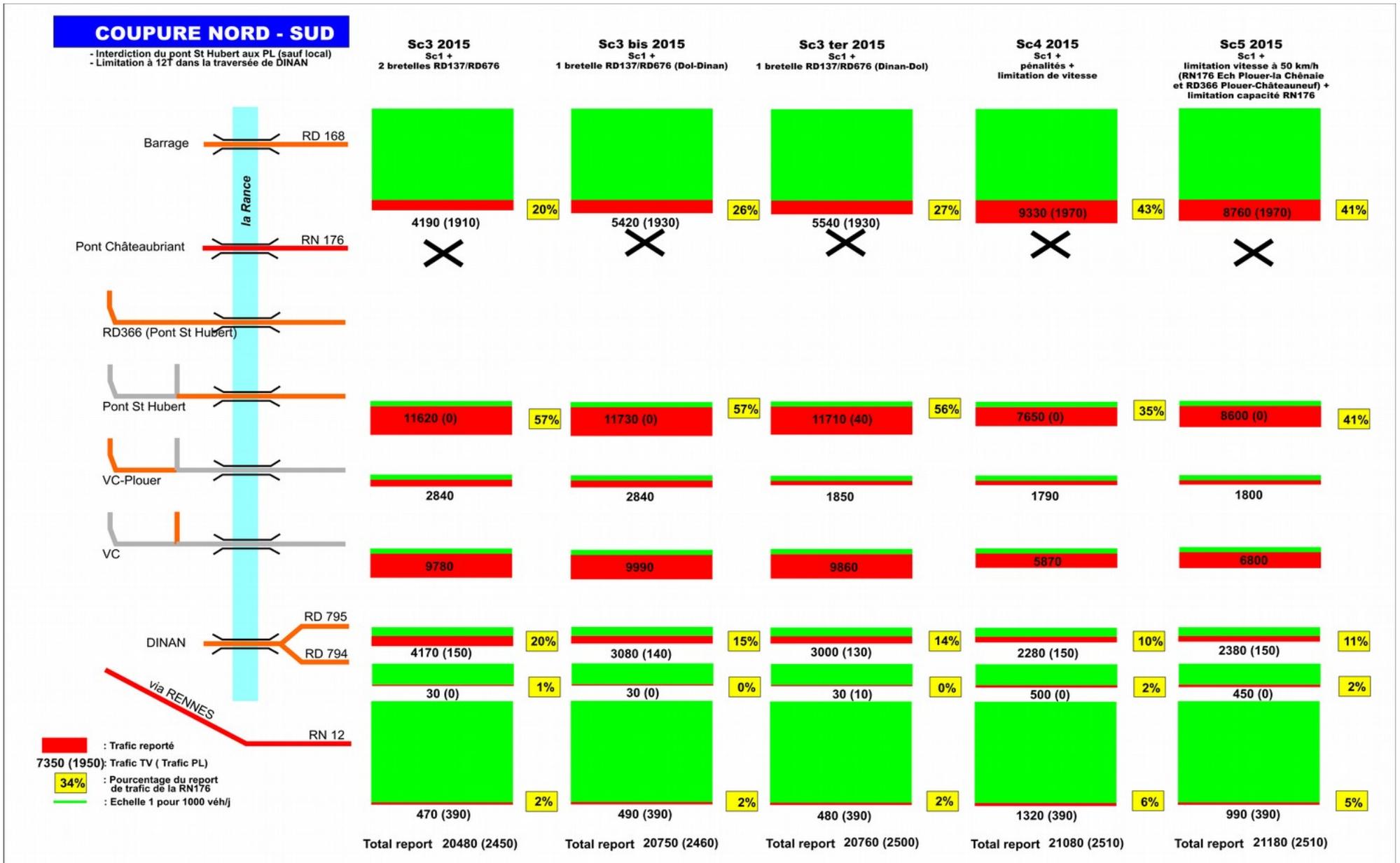


Figure 12 : Répartition des flux (2025) : Coupure Nord Sud (interdiction du Pont St Hubert au PL (sauf Local), traversée Dinan limitée à 12 T (Sc3-Sc5)

6.4 - Conclusions intermédiaires n°2 – note complémentaire scenario de déviation en phase travaux

a) Intérêt des bretelles provisoires sur la RN176 /VC de la Boissanne-RD366

Les bretelles supplémentaires vers l'ouest (Sc1 et Sc2) allègent considérablement le trafic traversant le centre de Plouër sur Rance (RD366-Ouest), 4890 contre 12 000 véh/j. La RD366-Est connaîtra toutefois un trafic supérieur au scenario initial dans le carrefour RD366/VC Est Plouër notamment au niveau du pont St Hubert et du village de port St Hubert, 13 850 TV (2 sens), contre 12 000 sans ces bretelles (étude de 2013 : scenario initial). L'installation d'une seule bretelle permet de diminuer légèrement le trafic 12 400 véh/j mais pose des problèmes importants de cisaillement au droit du raccordement à la RD366.. Le carrefour (RD366/VC Est) est actuellement géré par un stop sur la VC de la Boissanne. Il sera donc nécessaire d'étudier au mieux la façon de fluidifier et sécuriser ce carrefour lors des périodes de déviation du trafic national et d'envisager la solution la plus sécuritaire (carrefour à feux, giratoire) vis-à-vis du flux dévié et des flux locaux en termes de cisaillement.

Le problème de la sécurité du trafic se posera également au niveau des carrefours créés sur la VC de la Boissanne pour accéder ou sortir de la N176 par les bretelles provisoires créées dans une configuration non adaptée de la VC.

Les trois scénarios (Sc1 2015, Sc2 2015 et Sc2 bis 2015) ne diminuent que légèrement le trafic dévié via le barrage de la Rance.

b) Intérêt des bretelles entre la RD137/RD676

La création de bretelles entre la RD137 et la RD676 au droit de Miniac Morvan (SC3) n'offre pas de solution très satisfaisante pour la déviation par la RD366 (pont St Hubert) en terme de report de trafic notamment du fait de la nécessité de passer par Dinan dont la traversée par l'Est est très problématique. Par contre, elle permettrait de soulager l'itinéraire via le barrage de la Rance : 4190 véh/j contre 6700v/j en Sc1.

c) Barrage de la Rance

Le passage de PL et le cas échéant des VL par le barrage de la Rance via St Malo et Dinard restent important quel que soit les solutions envisagées sauf pour les scénarios 3 avec la création de bretelles entre la RD137/RD676. Il peut appeler à une réflexion particulière lors des phases de fermeture à la circulation de la N176 liées à la construction du tablier définitif du pont Chateaubriand. Celle-ci devra examiner la meilleure façon de gérer au mieux l'excès de trafic de transit en fonction de la fermeture probable de la route du barrage pour les éclusées.

d) Limite de vitesse et de capacité

L'usage de ces limites de vitesse et de capacité (Sc5) provoquent un allègement du trafic utilisant la déviation courte avec une diminution d'un tiers du flux (+8600 v/j contre 11800 v/j en Sc1). Les reports se font essentiellement sur le barrage de la Rance et vers l'itinéraire longue-Distance RN12-A84 : + 990 v/j contre + 500 v/j (Sc1).

e) Limite du modèle

Il est difficile de rendre compte avec le modèle Transcad de mesures d'exploitation telles des déviations fortes en amont du point de choix notamment au niveau RN176/A84 et N12/RN176. En effet, pour des déviations longue-distance, il est difficile d'estimer leur intérêt et valeur du temps de l'usager longue distance (à intégrer dans Transcad) à 48 km (côté Avranches) et à 40 km (coté N12) pour une déviation de 145 km au lieu de 91 km soit 57 % de distance en plus.

Aujourd'hui l'itinéraire A84-RN136-N12 offre en comparaison de la RN176 pour le trafic de transit un différentiel de temps d'environ 25 minutes (hors bouchon de la rocade rennais) soit 55 km. Un travail important de communication devra accompagner la mise en place des mesures

d'exploitation en phase chantier afin de rendre ces mesures de déviations longue-distance utilisées.

Le modèle atteignant ses limites, les résultats sont donc à prendre plus comme des indications de tendances que comme des valeurs numériques absolues.

L'hypothèse d'une déviation courte accompagnée de mesures de restrictions de la circulation et toute autre action de communication et d'incitation pour l'utilisateur, semble minimiser les reports de trafic à proximité immédiate du projet.

7 - Tests complémentaires de trafics variante retenue

Dans le cadre des études de la mise à 2 × 2 voies de la RN176 – La Rance – La Chênaie, la DREAL Bretagne a commandé à la Direction Territoriale Ouest du Cerema, la réalisation des études de trafic, comprenant la modélisation du trafic, sous Transcad. En 2013, le CETE de l'Ouest (devenu Cerema/DterOuest) a été en charge du volet assistance à la maîtrise d'ouvrage de l'enquête de circulation et de la réalisation de l'étude de trafic concernant l'aménagement de la section Pont Chateaubriand - échangeur de la Chênaie, s'inscrivant dans le cadre plus global de l'aménagement de la RN 176.

En 2015, le Cerema/DterOuest a réalisé une étude de scénarios des déviations partielles ou totales de la RN176 au droit du pont Chateaubriand pendant les travaux d'aménagement de cet ouvrage hydraulique.

Dans un mail en date du 11 décembre 2015, la DREAL Bretagne souhaite la réalisation de tests complémentaires de trafic en vue de l'établissement de l'évaluation socio-économique pour la variante retenue. Les conditions d'intervention du Cerema sont précisées dans le programme d'intervention du 14 décembre 2015 qui constitue avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage des études RN176, la mission 2016 du Cerema/Dter Ouest pour la DREAL Bretagne.

Il s'agit donc de proposer dans ce rapport de nouveaux tests de trafic réalisés **sans mise en œuvre de l'écotaxe PL**.

Les tests réalisés, après suppression de l'écotaxe dans le modèle de trafic, sont définis selon les hypothèses suivantes :

- test avec un PIB à 1,5 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) : résultats pour la situation de référence et l'option projet (deux horizons : 2025 et 2035),
- test avec un PIB à 0 % (pas de croissance du trafic) : résultats pour la situation de référence et l'option projet,
- test avec un PIB à 1,9 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) : résultats pour la situation de référence et l'option projet (deux horizons : 2025 et 2035),
- test complémentaire avec une hausse du coût du carburant de +30 % et un PIB à 1,5 % : résultats pour la situation de référence et l'option projet (deux horizons : 2025 et 2035),
- test optionnel avec un scénario complémentaire, PIB à 1 % : résultats pour la situation de référence et l'option projet (deux horizons : 2025 et 2035).

Les tests sont menés avec les hypothèses macro-économiques et de croissance de trafic de l'étude initiale, c'est-à-dire avec les recommandations de l'instruction provisoire du 23 mai 2007.

L'option « projet » correspond ici aux scénarios 2 et 2bis.

Il est aussi prévu la transmission au bureau d'études Arcadis des exports de Transcad pour chaque test de trafic dont les résultats seront pris en compte dans l'évaluation socio-économique du projet. La prestation du Cerema comprendra également un contrôle extérieur de cette évaluation socio-économique réalisée par Arcadis ; ce contrôle extérieur fera l'objet d'un rapport complémentaire.

7.1 - Modèle de trafic utilisé (rappel)

Le modèle de trafic utilisé est celui de l'étude de trafic initiale. Ce modèle a été réalisé et validé au premier semestre 2013 pour cette même affaire. Il a été mis à jour avec la suppression de l'écotaxe.

Ce modèle a été bâti sur le modèle de trafic plus général dit modèle régional Bretagne établi par le Cerema/DTerOuest. Le modèle régional Bretagne a été développé sous le logiciel Transcad et le gestionnaire de scénarios SETRA. La loi d'affectation des relations « origine – destination » issues d'une matrice de la demande de déplacements, obtenue par exploitation d'enquêtes par interview des conducteurs de véhicules VL/PL, est la loi prix-temps, conforme aux préconisations de la circulaire provisoire du 23 mai 2007 et du nouveau référentiel 2014.

7.2 - Les hypothèses principales de projection des trafics

L'instruction provisoire du 23 Mai 2007 en vigueur lors de l'étude de trafic initiale doit être prise en compte pour permettre la comparaison des résultats des nouveaux tests avec ceux de l'étude de 2013. Les hypothèses de croissance du trafic en fonction du PIB, et suivant un niveau d'évolution (basse, moyenne et haute) données en taux linéaire avec base 100 en 2002 sont les suivantes :

	PIB 1,5% (bas)			PIB 1,9% (moyen)			PIB 2,3% (haut)		
	VL < 20 km	VL > 20 km	PL	VL < 20 km	VL > 20 km	PL	VL < 20 km	VL > 20 km	PL
évolution basse	1,25	1	0,9	1,25	1,6	1,2	1,25	2,1	2,1
évolution moyenne	1,25	1,4	1,1	1,25	2,1	1,5	1,25	2,7	2,5
évolution haute	1,25	1,8	1,4	1,25	2,5	1,8	1,25	3,2	2,8

Les données de cadrage macro-économique correspondantes extraites de la circulaire provisoire du 23 mai 2007 sont :

Indicateur	Période	Scénario Bas	Scénario Central	Scénario Haut
PIB (produit intérieur brut)	2002-2025	1,5 %	1,9 %	2,3 %
	2025-2050	1,0 %	1,5 %	2,0 %
	Au-delà de 2050	0 %	0 %	0 %
CFM (consommation finale des ménages)	2002-2025	1,5 %	1,9 %	2,3 %
	2025-2050	1,0 %	1,5 %	2,0 %
	Au-delà de 2050	0 %	0 %	0 %
CFM par tête	2002-2025	1,0 %	1,4 %	1,8 %
	2025-2050	0,8 %	1,3 %	1,8 %
	Au-delà de 2050	0 %	0 %	0 %

En plus des scénarios macro-économiques ci-dessus, a été défini et mis en œuvre un scénario de PIB < +1,5 % avec les caractéristiques suivantes :
Taux d'évolution linéaire des relations de déplacements OD (ces taux sont définis en base 100 en 2002) :

	PIB + 1%		
Hypothèses moyennes	VL < 20 km	VL > 20 km	PL
2002-2025	1,25 %	0,75 %	0,7 %
2025-2050	0,625 %	0,375 %	0,350 %
Au delà de 2050	0 %	0 %	0 %

Les données de cadrage macro-économique (limitées aux valeurs des variations annuelles du PIB et de la consommation finale des ménages par tête sur les périodes 2000 – 2025 , 2025 – 2050 et au-delà de 2050) ont été définies comme suit :

Indicateur	Période	Scénario PIB + 1%/an
PIB (produit intérieur brut)	2000-2025	1,0 %
	2025-2050	1,0 %
	Au-delà de 2050	0 %
Consommation finale des ménages (CFM) par tête	2000-2025	0,8 %
	2025-2050	0,8 %
	Au-delà de 2050	0 %

7.3 - Réseau de référence en 2025 et 2035 (rappel):

La base de constitution du modèle de trafic de l'aménagement de la RN176 entre La Chênaie et le Pont Chateaubriand prend en compte les données de trafics routiers (TMJA) de l'année 2011. Aussi, le réseau de base (notamment au stade du calage du modèle) est constitué des sections de routes nationales, départementales et le cas échéant communales en service au 1^{er} janvier de l'année 2011. Chaque section de route est présente dans le réseau de ce modèle selon son intérêt pour la modélisation des trafics.

Le réseau de référence à un horizon donné est constitué du réseau en service en 2011 complété des nouveaux aménagements ci-après.

Hors projet testé, les aménagements supposés mis en service en 2025 (réseau de la situation de référence 2025) sont :

- Des aménagements supplémentaires de la RN164 correspondant à environ 25 km de 2 × 2 voies par rapport à l'état d'aménagement de celle-ci en 2011. Ces aménagements comprennent principalement :
 - la mise à 2 × 2 voies intégrale de la RN164 entre la RD166 (St Méen-le-Grand) et la RN12,
 - la mise à 2 × 2 voies de la déviation de Loudéac entre la RD700 et l'échangeur de la Ville Donnio,
 - la mise à 2 × 2 voies de la RN164 au droit de Chateauneuf-du-Faou,
- La dénivellation du carrefour à feux tricolores RD266/RD168 à la Richardais.

Hors projet testé, les aménagements supposés mis en service en 2035 (réseau de la situation de référence 2035) sont, en plus des opérations de la situation de référence 2025 :

- les aménagements complémentaires nécessaires à la mise en service d'une 2 × 2 voies intégrale de la RN164 entre les RN12 et 165,
- la déviation Sud de St Brieuc (opération État).

7.4 - Projets testés (rappel)

Il s'agit de la solution proposée au stade actuel des études. Cette solution correspond au projet du scénario 2. Ce projet comprend la mise à 2 × 2 voies de la section « Pont Chateaubriand - échangeur de La Chênaie », y compris le pont (2 × 2 voies).

Le scénario 2 Bis comprend en plus du scénario 2 l'aménagement du demi-échangeur Ouest de la Ville-es-Nonais pour en faire un échangeur complet.

Ce projet, considérant ces deux scénarios, est observé aux horizons 2025 et 2035 dans les nouveaux tests réalisés et présentés ci-après.

7.5 - Résultats obtenus

Les résultats ont été produits selon les hypothèses souhaitées à savoir sans application de l'écotaxe PL, et selon les différents scénarios de PIB souhaités avec la seule hypothèse moyenne d'évolution des trafics VL et PL.

Le scénario correspondant à la stabilité du PIB (croissance nulle de ce dernier) restitue les trafics observés en 2011 avec une affectation qui varie a priori en fonction des hypothèses de réseau mises en œuvre en 2025 et en 2035 respectivement.

Dans les cartes ci-après figurent notamment les flux des mouvements autorisés, selon le scénario d'aménagement, aux échangeurs :

- entre la RN176 et la RD366 (Ville-es-Nonais),
- entre la RN176 et la RD137 (La Chênaie).

Ces résultats obtenus à l'issue de la projection des trafics réalisée sont présentés sous forme de trafic moyen journalier annuel TV et PL.

Les commentaires associés s'appliquent uniquement aux effets proches des aménagements testés à savoir aux variations de trafic TV et PL supportés principalement par les sections de route suivantes :

- La RN176 entre Pleslin-Trigavou (RD766) et la Chênaie (RD137),
- la RD137 entre la Chênaie et Saint Malo,
- Les RD766 et RD266 entre la RN176 (Pleslin-Trigavou) et la RD168 (La Richardais),
- La RD168 entre les RD266 et RD137 (route du barrage de la Rance),
- La RD366 entre l'échangeur de la Ville-es-Nonais et l'échangeur de Plouër-sur-Rance.

Dans les paragraphes qui suivent, l'ensemble des trafics ainsi que les comparaisons associées sont en nombre de véhicules (tous véhicules TV ou poids lourds PL) moyen journalier annuel de l'année considérée.

7.5.1 - Le contexte géographique :

La Rance est une rivière d'orientation globalement Nord – Sud entre les agglomérations de Dinard – Saint Malo d'une part et Dinan et sa source plus au Sud d'autre part. Cette rivière d'une largeur d'environ 250 m au droit du pont Chateaubriand se développe dans une vallée plutôt encaissée. Elle constitue une coupure forte pour les déplacements d'orientation Ouest – Est notamment entre la Bretagne Ouest et la Normandie.

Entre Dinan et les agglomérations de Dinard et St Malo, les points de passage routiers de bon niveau de service au droit de la Rance sont limités actuellement :

- au franchissement de la RD168 (pont-barrage usine de la Rance), franchissement à 2 × 2 voies en site péri-urbain comportant une écluse,
- au pont Chateaubriand sur la RN176 à 2 voies bidirectionnelles.

Ces passages constituent des points forts d'organisation des circulations d'échange et de transit Ouest – Est au droit de la Rance.

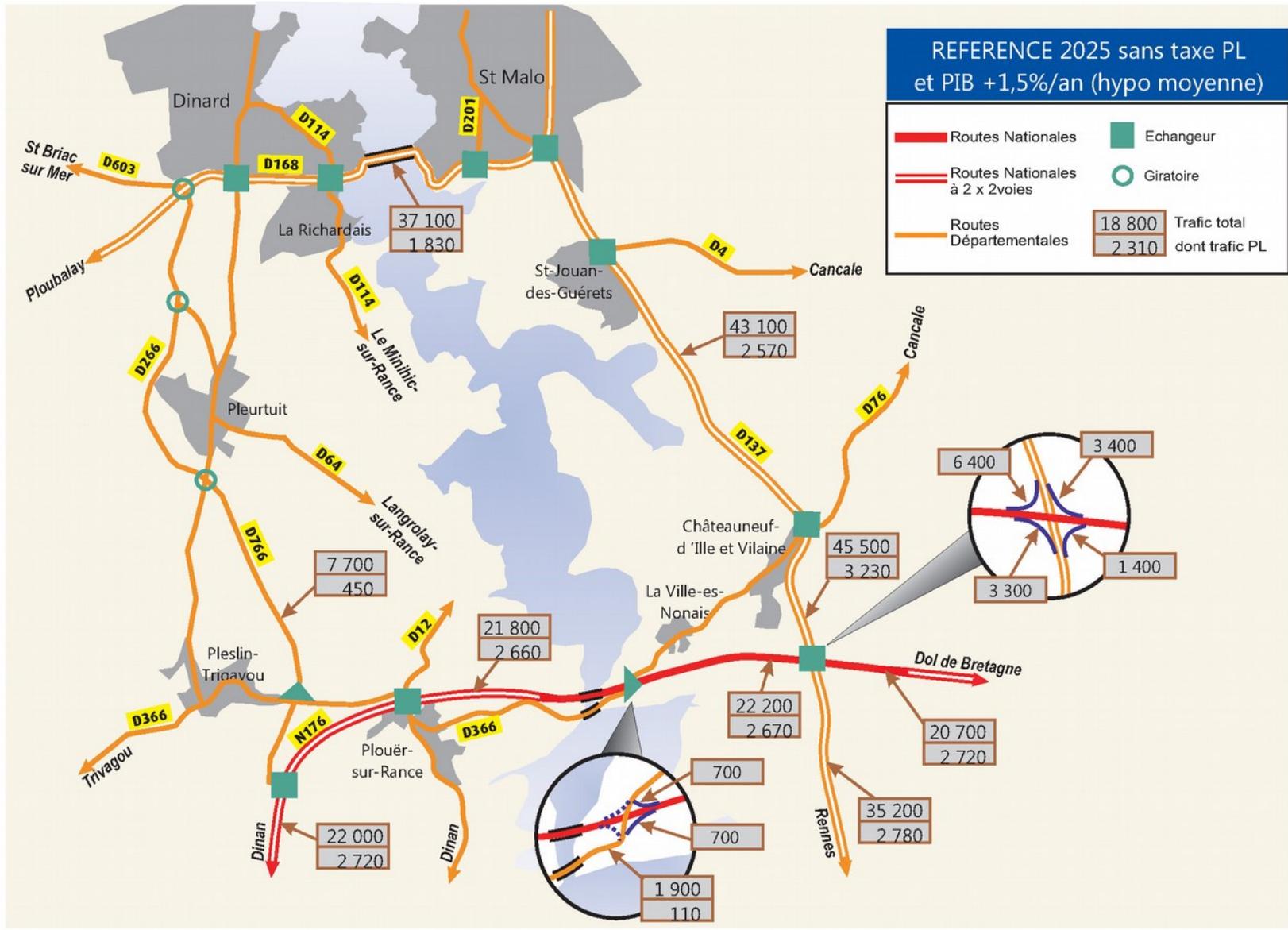
Le pont Saint Hubert de type pont suspendu franchit la Rance entre les agglomérations de la Ville-ès-Nonais et Plouer-sur-Rance. Il ne peut servir qu'à une circulation locale peu chargée en trafic lourd.

7.5.2 - PIB à 1,5 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) :

Situations de référence en 2025 et 2035 :

Les niveaux de trafic sont élevés sur la RN176 au droit du pont Chateaubriand, en 2 voies bidirectionnelles, avec 21 800 TV/j et 2660 PL/j en 2025. Ces niveaux atteindraient 23 300 TV/j et 2 800 PL/J en 2035.

L'affectation différentielle des trafics entre le pont barrage de la Rance et le pont Chateaubriand lors du passage de 2025 à 2035 peut être un indicateur de l'attractivité de l'aménagement de la RN176. Le pourcentage d'affectation du trafic de coupure sur la RN176 pour les TV en 2025 est de 37 % et 63 % sur la RD168 (59 % pour les PL et 41 % respectivement). En 2035, ce taux pour les TV est de 38 % et 62 % respectivement (59 % pour les PL et 41 % respectivement) dans le scénario PIB +1,5 %/an. Ces taux sont donc stables. Le trafic empruntant la RD168 au droit du franchissement de la Rance situé en milieu urbain, possède une forte composante de trafic local lié à l'agglomération, donc difficile à transférer sur un itinéraire par la RN176.



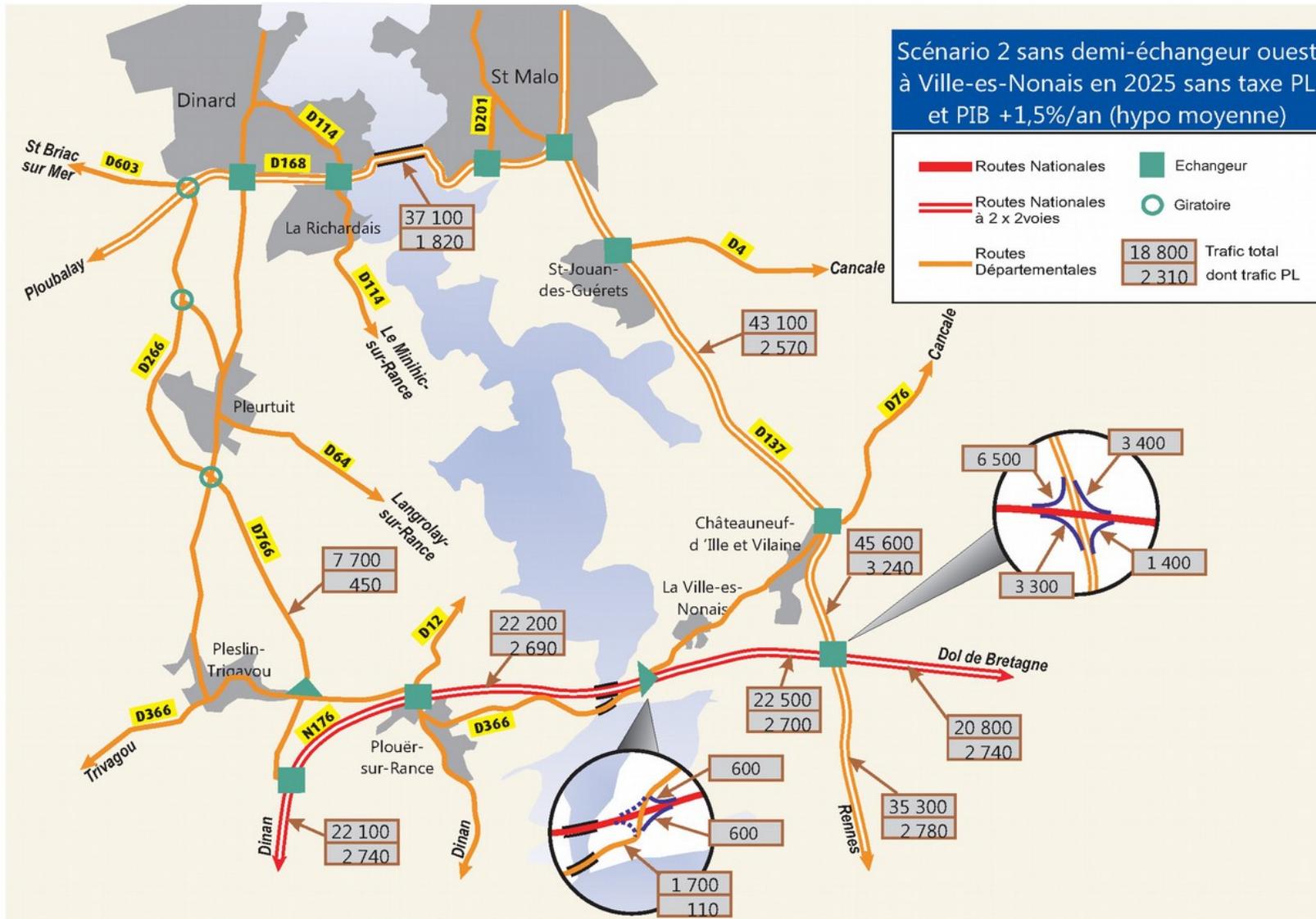
Scénarios de projet 2 en 2025 et 2035:

D'une manière générale, ce scénario donne des résultats peu contrastés par rapport à la situation de référence avec une légère augmentation du trafic sur la RN176 (soit + 400 TV/j en 2025 et + 300 TV/j en 2035).

Seules les pertes de temps dues au phénomène de congestion sur l'ouvrage du pont Châteaubriand disparaissent en 2025 et 2035. Les niveaux de trafic prévisionnels s'élevant à 22 200 TV/J et 2 690 PL/j en 2025 (respectivement 23 600 et 2 830 en 2035).

Par rapport à la situation de référence en 2025, on constate ainsi que la RN176 entre la RD766 (route de Pleurtuit) et la RD137 gagne du trafic TV (environ 2%) et du trafic PL (environ 1%), ainsi qu'à l'Est de l'échangeur de la Chênaie. La RD168 au niveau du barrage de la Rance conserve le même trafic TV à la précision près du modèle (la diminution très légère du trafic VL est compensée par l'accroissement faible du trafic PL de l'ordre de 1 %).

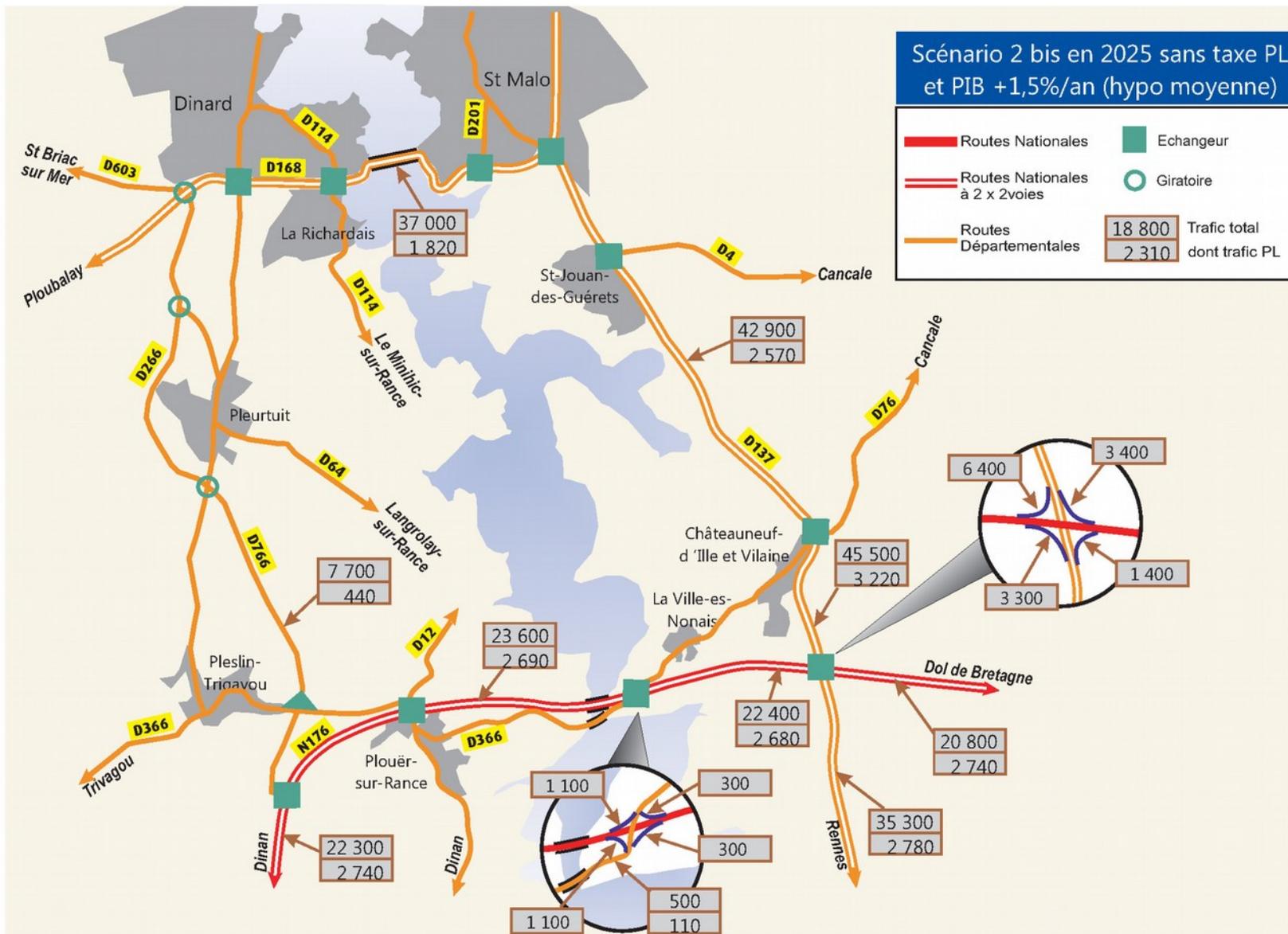
L'examen des affectations relatives sur la coupure principale au droit de la Rance (RN176 + RD168) témoignent de l'amélioration de l'attractivité de la RN176 (désormais à 2 × 2 voies) avec un taux d'affectation de la coupure sur la RN176 de 37,4 % contre 37 % en situation de référence en 2025 (respectivement 37,8 % et 37,5 % en 2035). Pour les PL, ce taux est de 59,6 % en 2025 et 59,7 % en 2035 contre 59,2 % en situation de référence 2025 et 59,4 % en 2035. Ce taux varie cependant peu entre la situation de référence et le scénario 2 du fait de la captivité des relations VL et PL qui s'affectent sur chacun des itinéraires en concurrence au droit de la Rance, l'un par la RN176, l'autre par la RD168.



Scénarios de projet 2 Bis en 2025 et 2035

Dans le scénario 2 Bis, le pont Chateaubriand est à 2 × 2 voies et l'échangeur complet de la Ville-es-Nonais comporte tous les mouvements possibles avec la RN176. Les usagers VL et PL issus des agglomérations situées le long de la RD366 entre la RN176 à l'Ouest de la Rance et la RD137 (notamment ceux de Plouër-sur-Rance et ceux de Ville-ès-Nonais qui, auparavant faisaient au moins pour partie usage de l'itinéraire via le pont St Hubert) rejoignent dorénavant la RN176 via les échangeurs complets entre la RN176 et la RD366 et situés de part et d'autre de la Rance. La baisse du trafic TV au niveau du Pont St Hubert par rapport au scénario 2 est d'environ 75 % en 2025 et 80 % en 2035.

La création du demi-échangeur Ouest de la Chênaie conforte donc de l'intérêt du scénario 2 par un trafic supplémentaire d'environ 1 400 TV/j en 2025 (1 500 TV/j en 2035) sur la RN176 section échangeur de Plouër-sur-Rance / échangeur de la Ville-ès-Nonais avec la RD366 comparativement aux effets seuls du scénario 2. Ces véhicules proviennent pour l'essentiel du flux supporté par la RD366 entre les échangeurs situés de part et d'autre de la Rance. Ainsi le renforcement significatif du trafic sur la RN176 par rapport à celui prévisionnel du scénario 2 que ce soit en 2025 ou en 2035 confirme la nécessité d'accompagner cet aménagement de l'échangeur de la Ville-es-Nonais par la mise à 2x2 voies du Pont Chateaubriand.

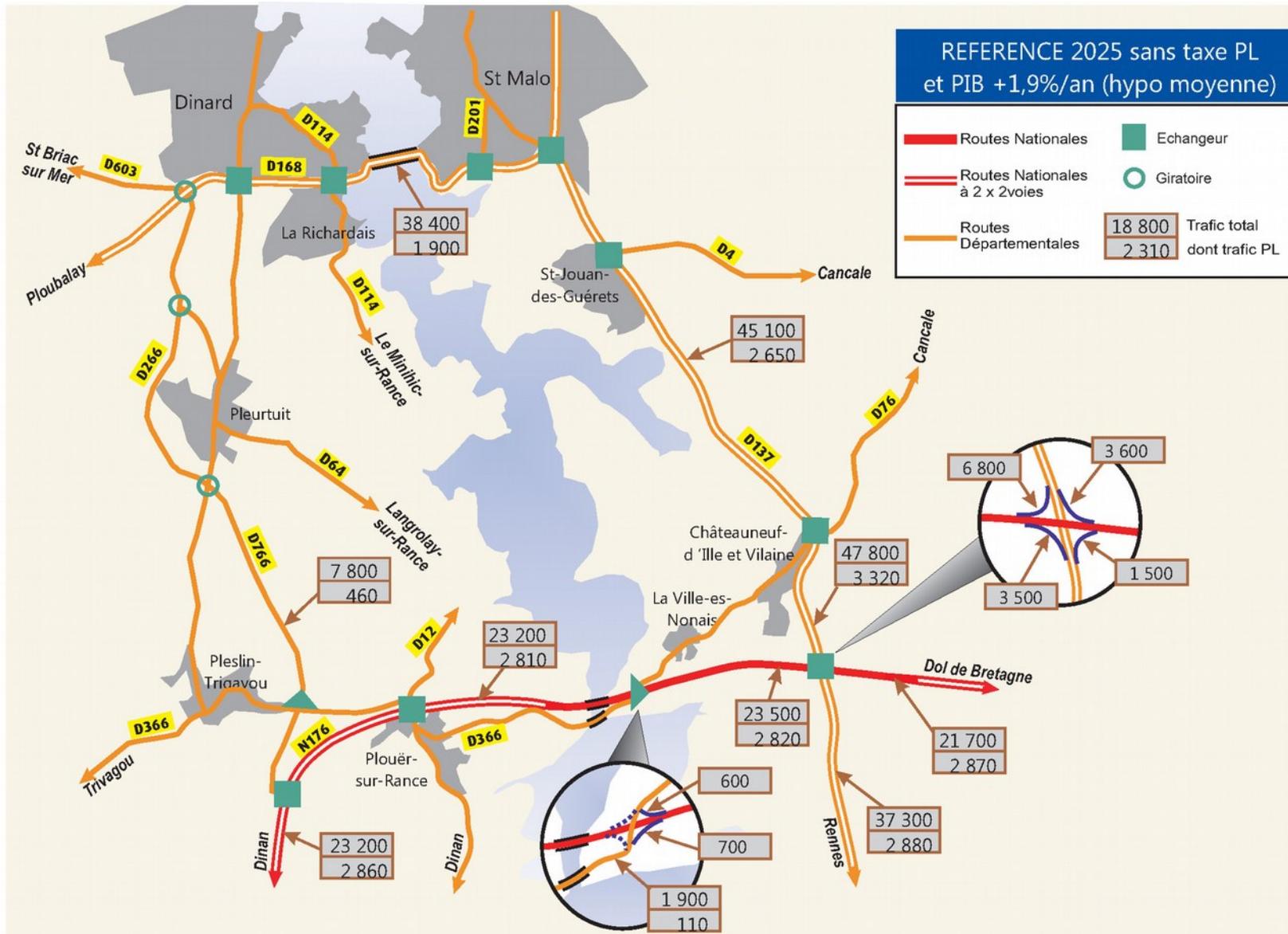


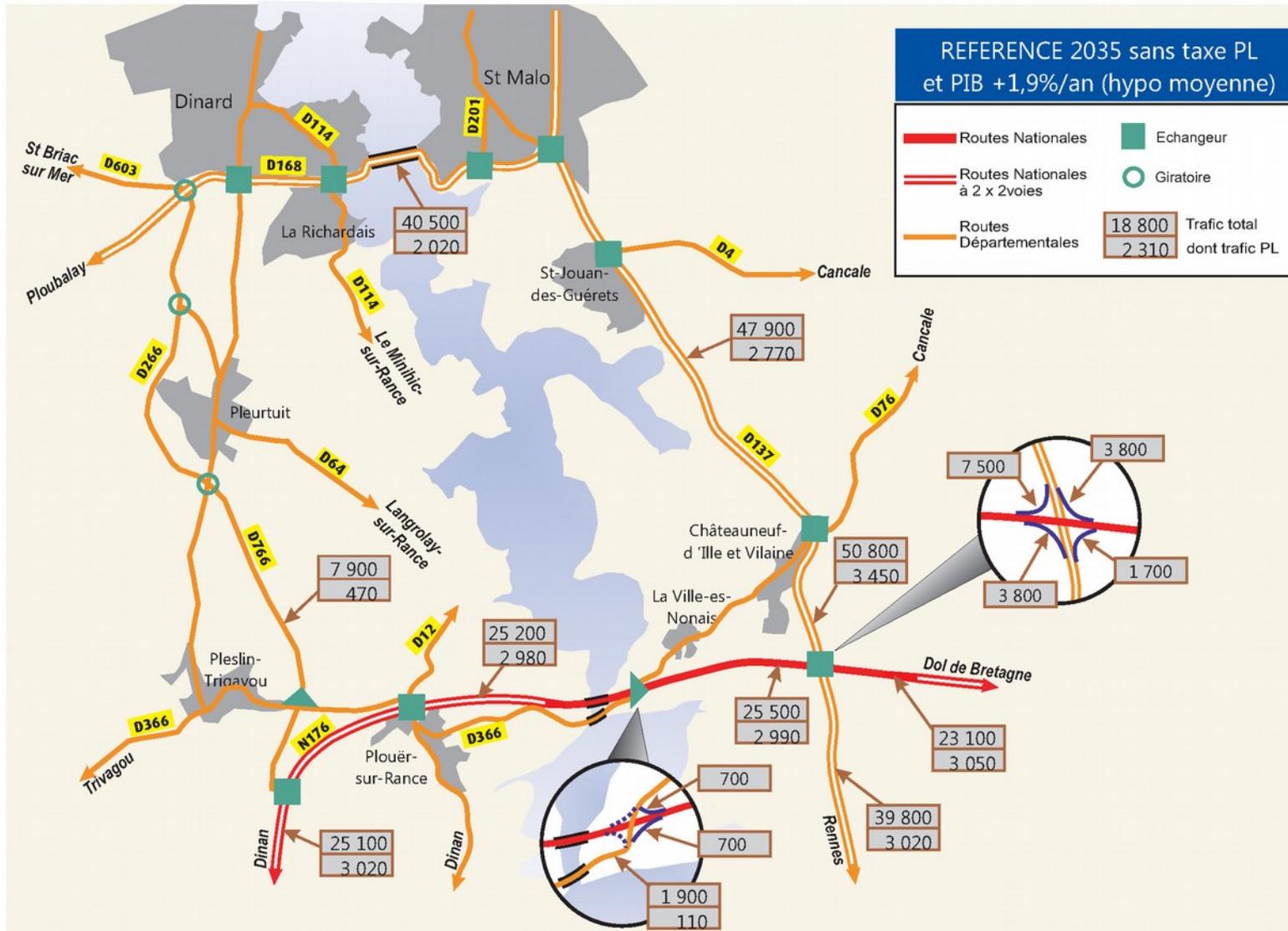
7.5.3 - PIB à 1,9 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) :

Situations de référence en 2025 et 2035

L'hypothèse d'évolution des trafics avec une variation du PIB de 1,9 %/an est plus élevée qu'avec une variation prévisionnelle du PIB de + 1,5 %/an. Les niveaux de trafics sont élevés sur la RN176 au droit du pont Chateaubriand en 2 voies bidirectionnelles avec 23 200 TV/j et 2810 PL/j en 2025. Ces niveaux atteindraient 25 200TV/j et 2 980 PL/J en 2035.

En 2025, ces trafics sont équivalents à ceux du scénario de PIB +1,5 %/an mais pour l'horizon 2035.





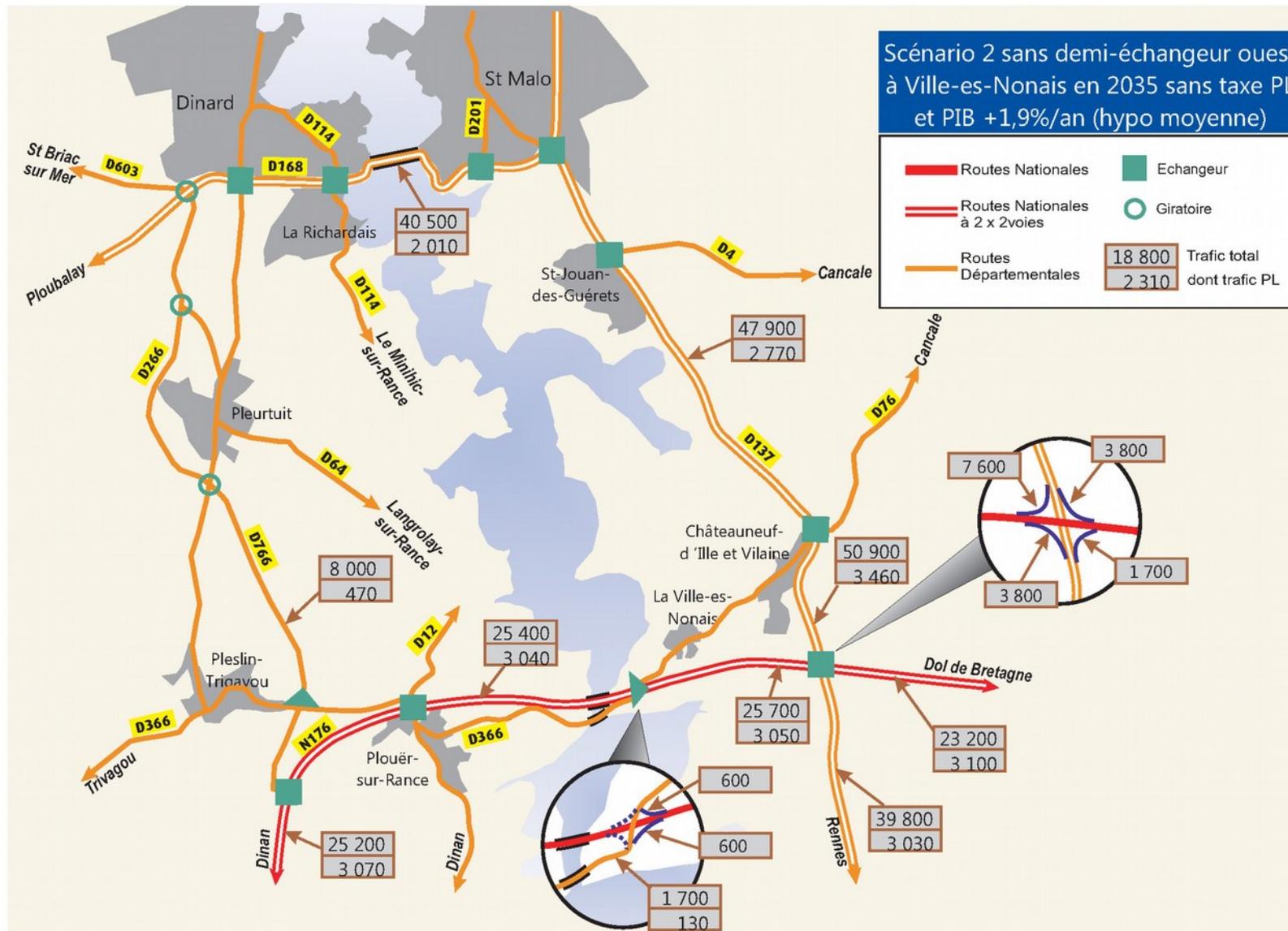
Scénarios de projet 2 en 2025 et 2035

D'une manière générale, ce scénario donne également des résultats peu contrastés par rapport à la situation de référence avec une légère augmentation du trafic sur la RN176 (+ 300 TV/j en 2025 et + 200 TV/j en 2035).

Sur la RN176, seules les pertes de temps dues au phénomène de congestion sur le pont Châteaubriand disparaissent en 2025 et 2035. Les niveaux de trafics prévisionnels s'élevant à 23 500 TV/J et 2 850 PL/j en 2025 (respectivement 25 400 et 3 040 en 2035).

De la même manière qu'avec les scénarios avec PIB à 1,5 %, par rapport à la situation de référence en 2025, on constate ainsi que la RN176 entre les RD 766 (route de Pleurtuit) et la RD137 gagne du trafic TV (environ 2%) et du trafic PL (environ 1%). La RD168 au niveau du barrage de la Rance ne subit pratiquement pas d'évolution de trafic.

La répartition du trafic TV de franchissement de la Rance entre la RN176 et la RD168 évolue très légèrement en faveur de la RN176 plus attractive car désormais à 2 × 2 voies avec un taux d'affectation de ce trafic sur la RN176 de 38 % contre 37,7 % en situation de référence en 2025 (respectivement 38,5 % et 38,4 % en 2035). Pour les PL, ce taux est de 60,0 % en 2025 et 60,2 % en 2035 contre 59,7 % en situation de référence 2025 et 59,6 % en 2035. Ce taux varie cependant peu entre situation de référence et scénario 2 du fait de la captivité des relations VL et PL qui s'affectent sur chacun des itinéraires en concurrence au droit de la Rance, l'un par la RN176, l'autre par la RD168.

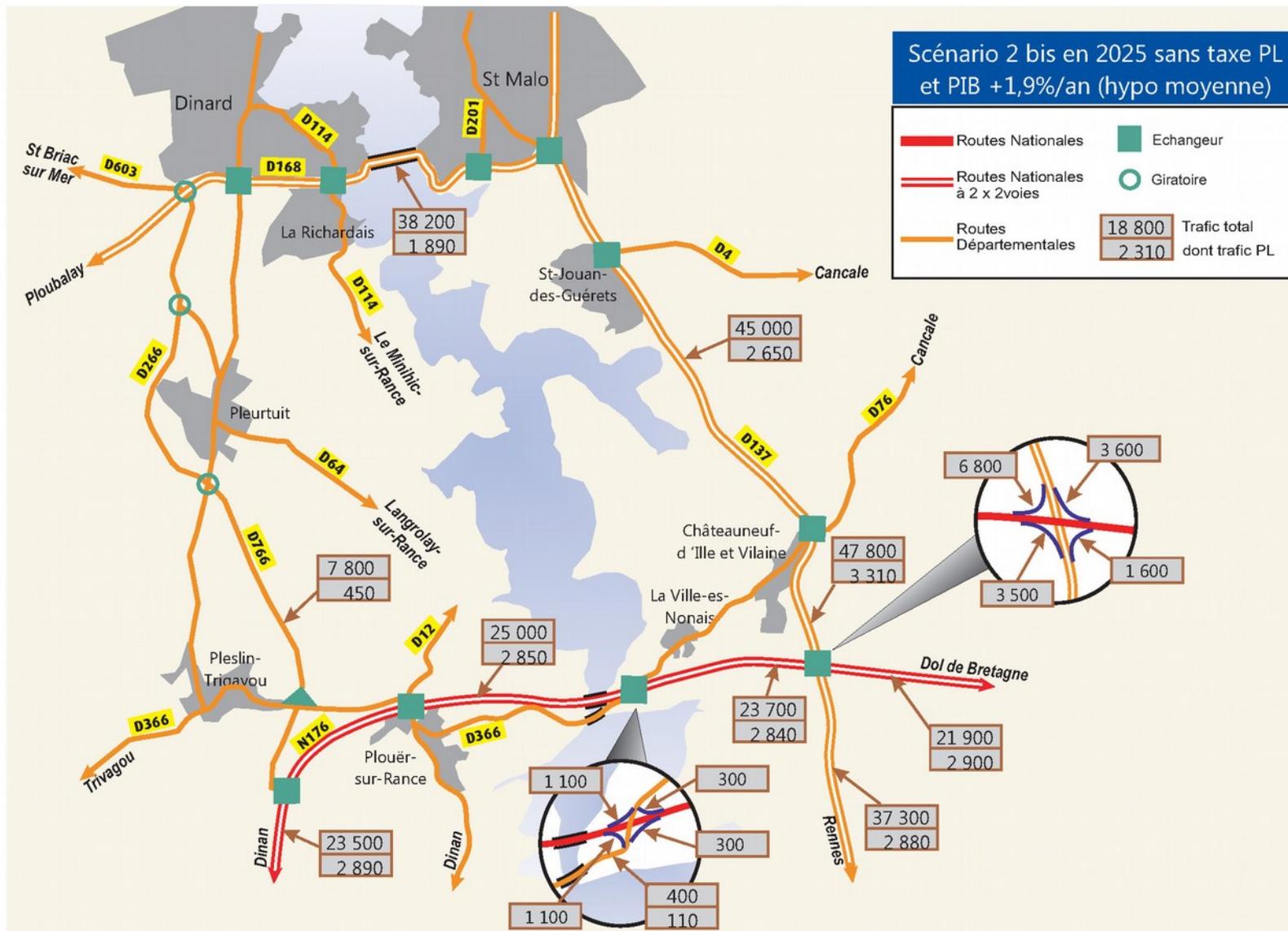


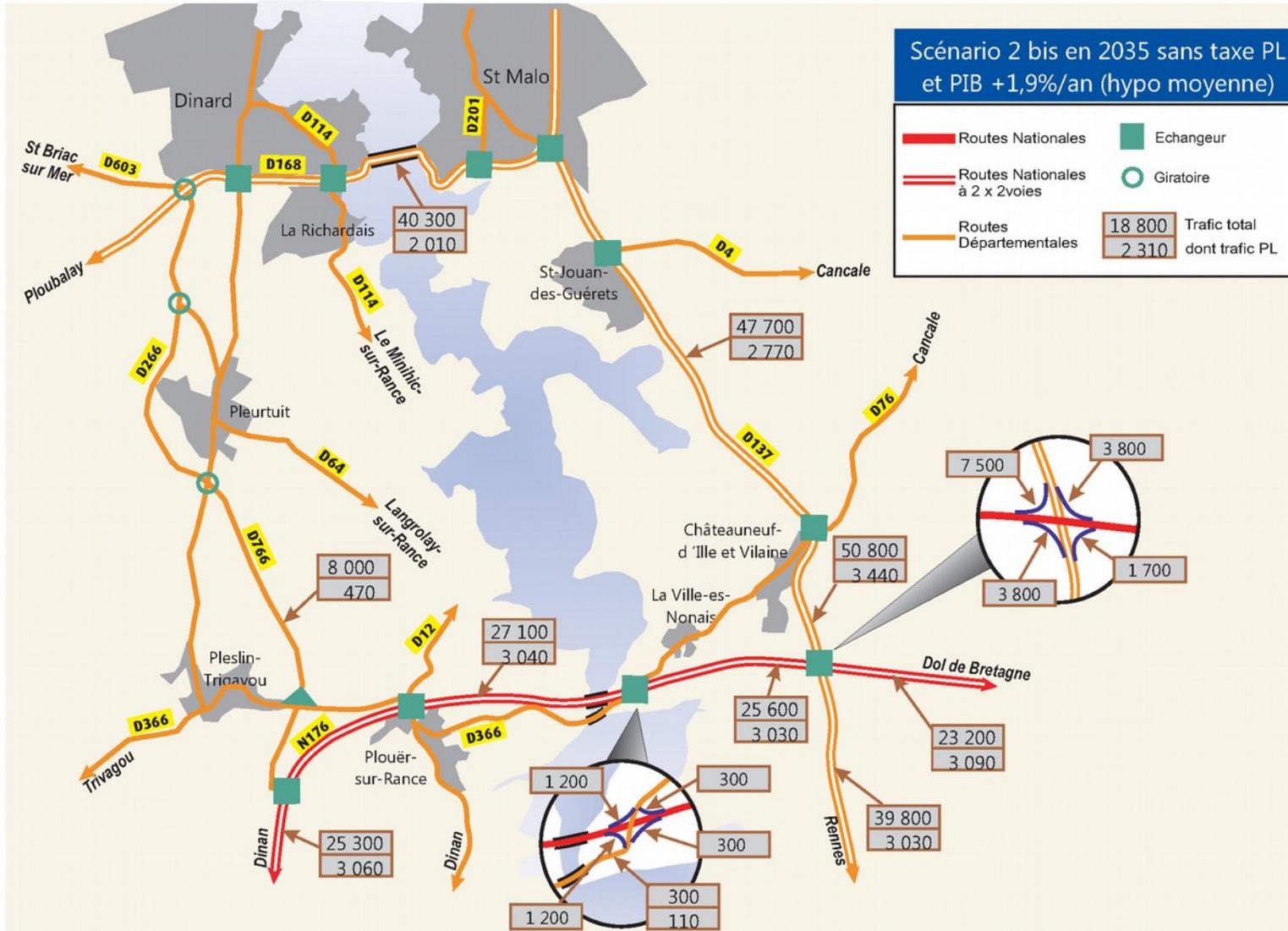
Scénarios de projet 2 Bis en 2025 et 2035

Dans le scénario 2 Bis, le pont Chateaubriand est à 2 x 2 voies et l'échangeur complet de la Ville-es-Nonais comporte tous les mouvements possibles avec la RN176. Les usagers VL et PL issus des agglomérations situées le long de la RD366 entre la RN176 à l'Ouest de la Rance et la RD137 (notamment ceux de Plouër-sur-Rance et de Ville-ès-Nonais) rejoignent préférentiellement la RN176 via l'un des deux échangeurs complets entre la RN176 et la RD366 et situés de part et d'autre de la Rance. La baisse du trafic TV au niveau du Pont St Hubert par rapport au scénario 2 est d'environ 80 % en 2025 et 85 % en 2035.

L'attractivité conférée à l'aménagement à 2X2 voies de la RN176 au droit de la Rance est renforcée par la création du demi-échangeur Ouest de la Chênaie donnant ainsi un trafic supplémentaire de 1 500 TV/j en 2025 (1 700 TV/J en 2035) sur la RN176 section échangeur de Plouër-sur-Rance / échangeur de la Ville-ès-Nonais avec la RD366 comparativement aux effets seuls du scénario 2. Ces véhicules proviennent pour l'essentiel d'un flux reporté depuis la RD366 entre les échangeurs situés de part et d'autre de la Rance.

Ces suppléments de trafic non négligeables indiquent que l'aménagement de l'échangeur de la Ville-es-Nonais ne peut raisonnablement s'envisager qu'avec la mise à 2x2 voies de la RN176 au droit de la Rance.

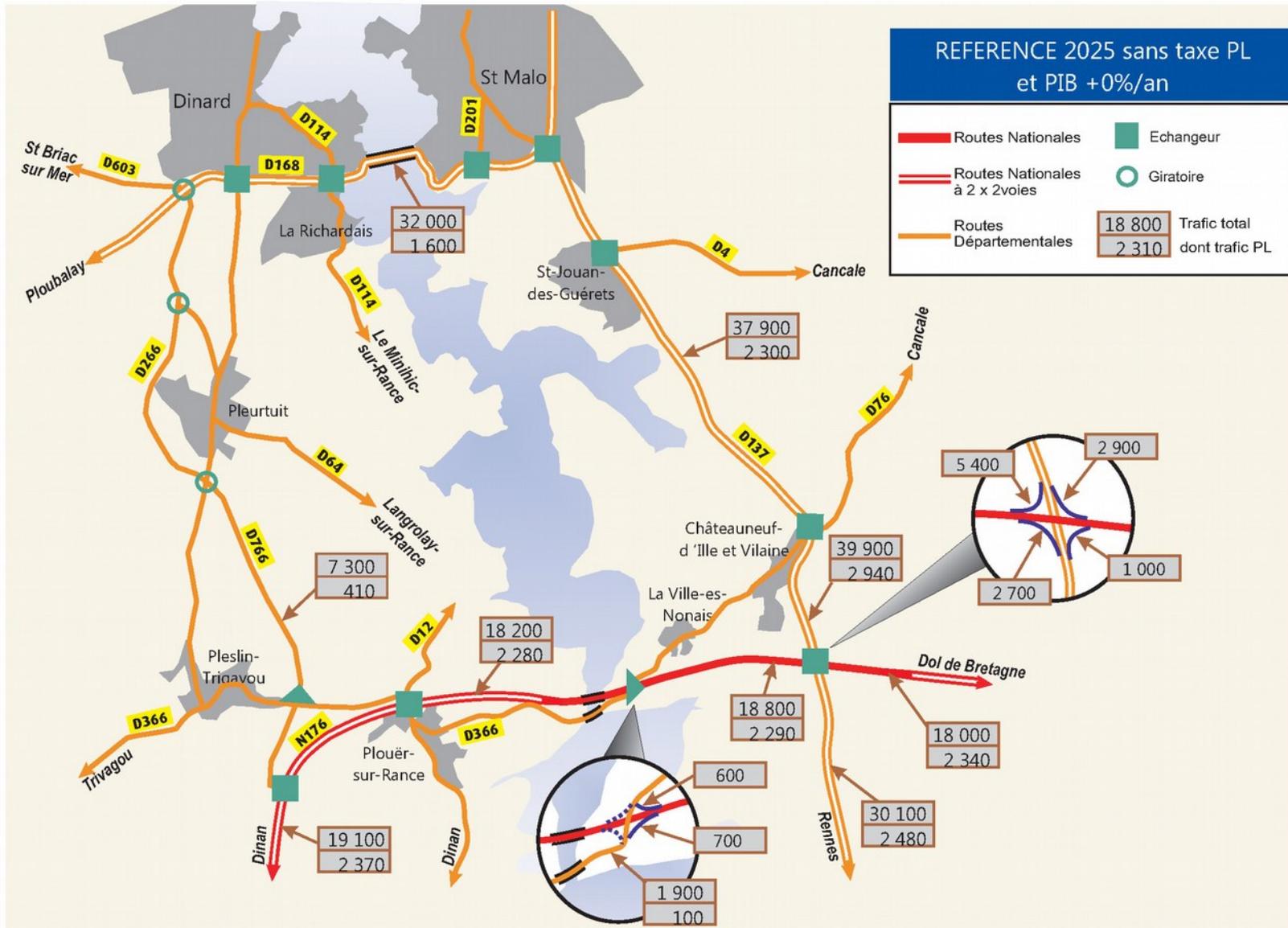


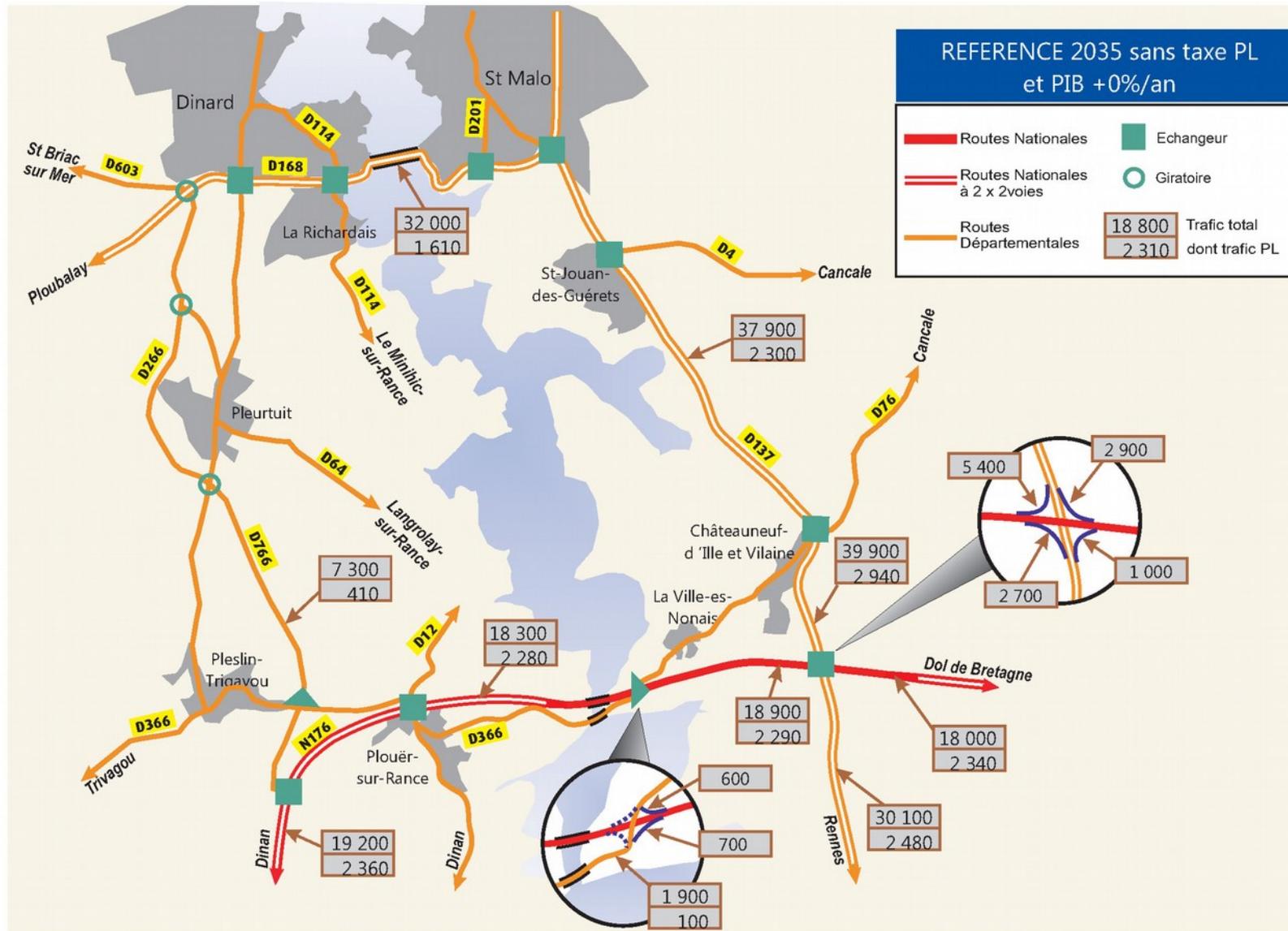


7.5.4 - PIB à 0 %

Situations de référence en 2025 et 2035

Les trafics prévisionnels en 2025 comme en 2035 sont globalement peu différents de ceux observés en 2011 sauf sur la RN176 entre les échangeurs de Pleslin-Trigavou et de la Chênaie où le trafic TV augmente légèrement (+100 à + 200 TV/j), essentiellement pour les VL.



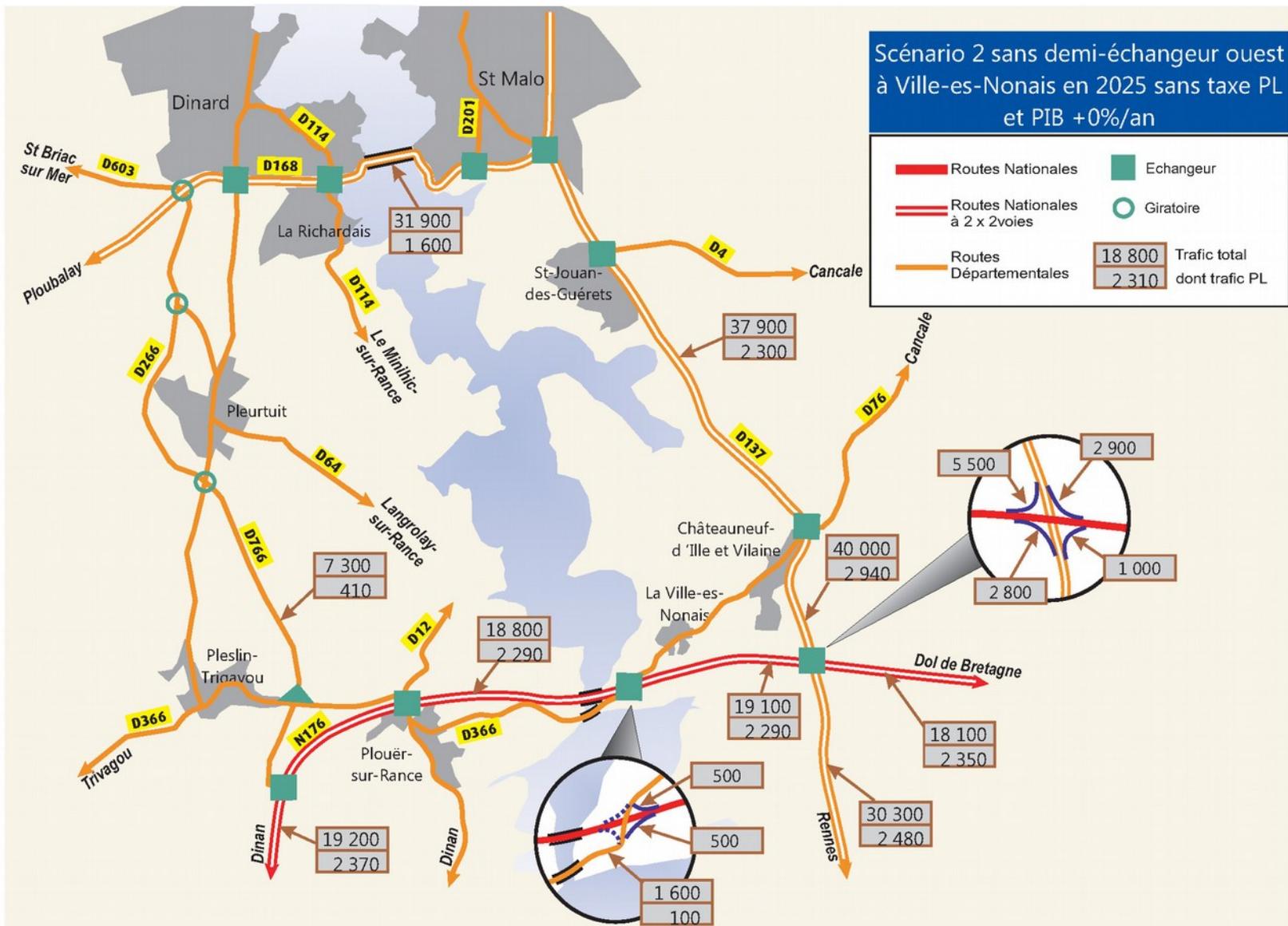


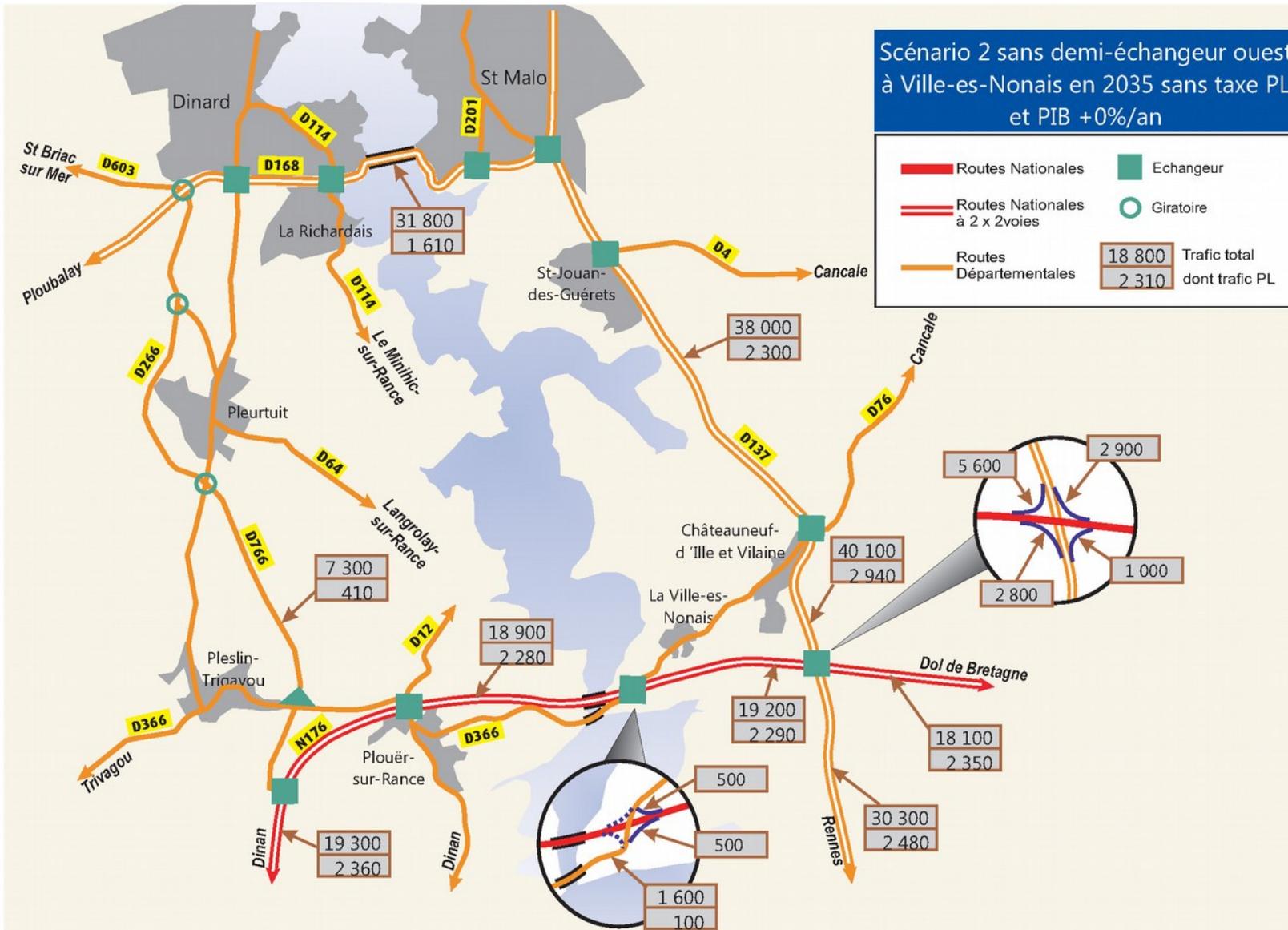
Scénarios de projet 2 en 2025 et 2035

Le phénomène de report du trafic local (issu principalement de Plouër-sur-Rance et de Ville-ès-Nonais) sur la RN176 est un peu plus important qu'avec des PIB à 1,5 ou 1,9 % (+ 600 TV/j en 2025 et en 2035 par rapport à la situation de référence correspondante).

On observe de fait un léger déchargement du trafic sur le barrage de la Rance (baisse également très faible sur la RD766).

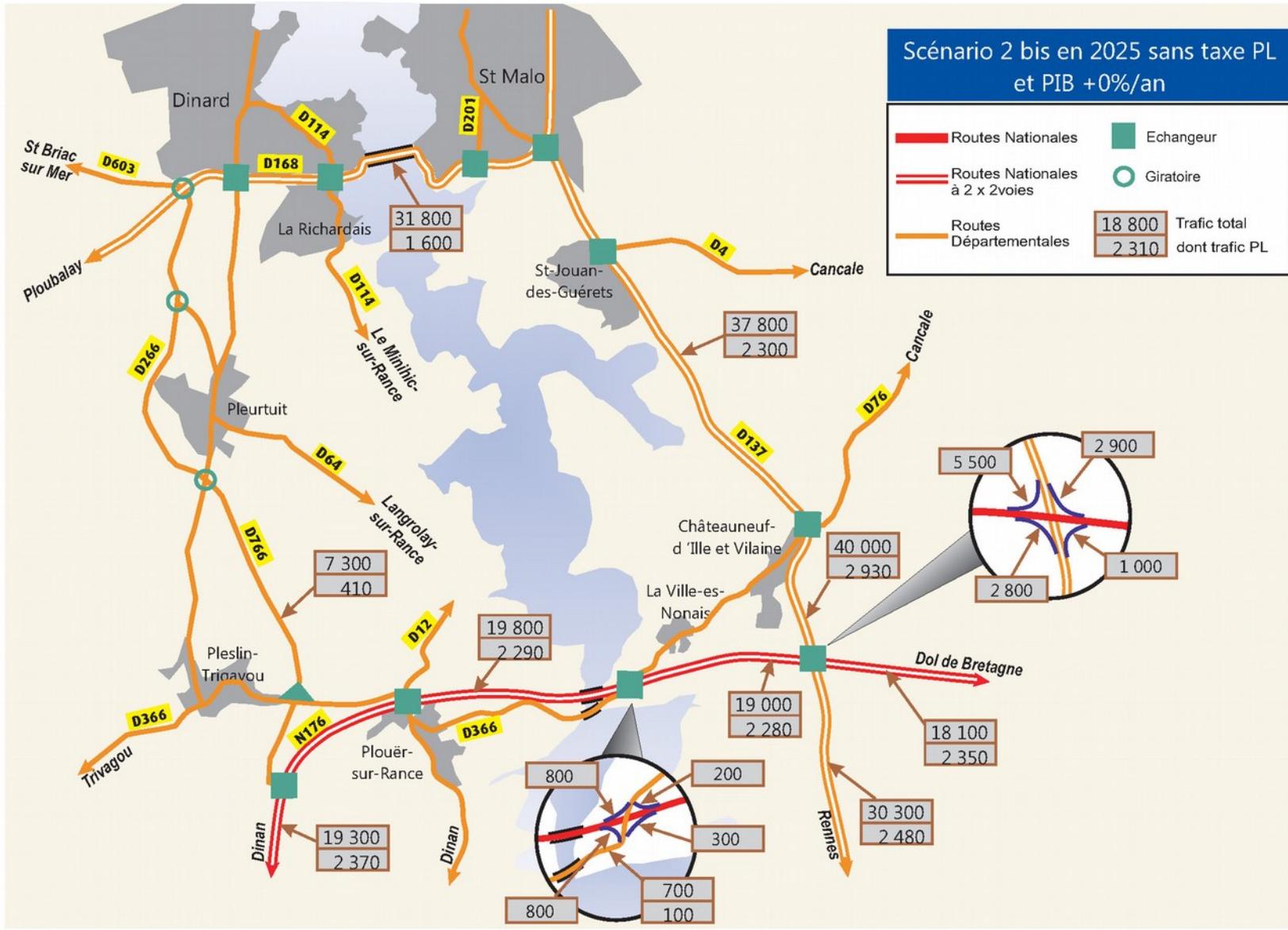
Le taux d'affectation du trafic TV de franchissement de la Rance (RN176 et RD168) est de 37,1 % sur la RN176 contre 36,3 % en situation de référence en 2025 (respectivement 37,3 % et 36,4 % en 2035). Pour les seuls PL, ce taux est de 59,0 % sur la RN176 en 2025 et 2035 contre 58,6 % en situation de référence 2025 et 2035. Ce taux pour les TV varie donc peu entre situation de référence et scénario 2 du fait de la captivité des relations VL et PL. La stabilité de l'affectation des PL est vraisemblablement due au fait que le trafic PL de la RN176 au droit de la Rance est majoritairement caractérisé par des relations longues distances.

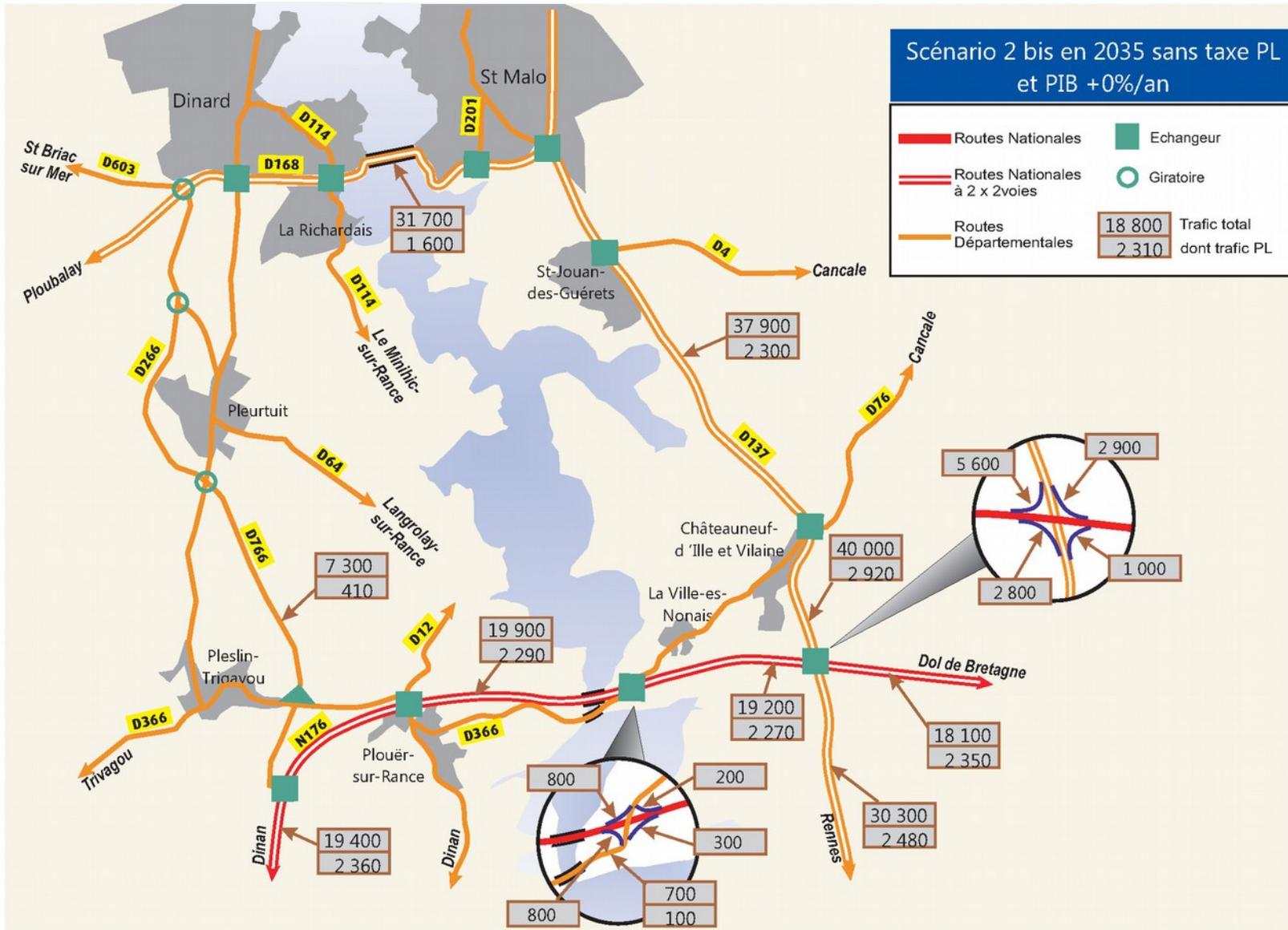




Scénarios de projet 2 Bis en 2025 et 2035

La création du demi-échangeur Ouest de la Chênaie consolide l'intérêt du scénario 2 par un trafic supplémentaire d'environ 1 000 TV/j sur la RN176 section échangeur de Plouër-sur-Rance / échangeur de la Ville-ès-Nonais avec la RD366 comparativement aux effets seuls du scénario 2. Ces véhicules proviennent pour l'essentiel du flux supporté par la RD366 entre les échangeurs situés de part et d'autre de la Rance. Cependant, la mise en service du demi-échangeur Ouest de Ville-ès-Nonais entraîne une augmentation du trafic prévisionnel (+1 600 TV/j en 2025 et en 2035 par rapport à la situation de référence correspondante mais aussi + 1 000 TV/j en 2025 et 2035 par rapport au scénario 2) sur la RN176 au droit de la Rance ce qui confirme la nécessité d'accompagner cet aménagement de l'échangeur par la mise à 2x2 voies du Pont Chateaubriand.





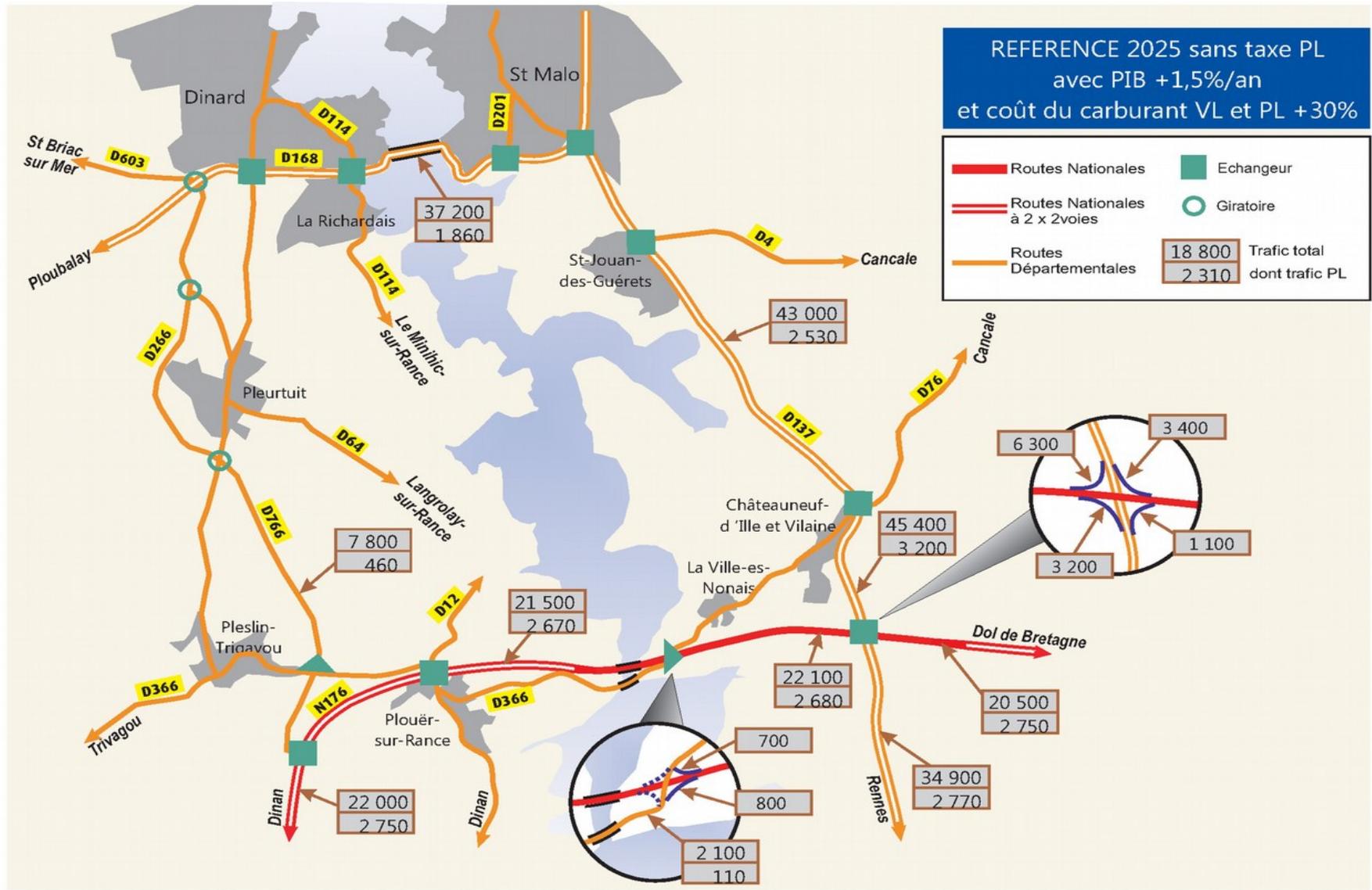
7.5.5 - PIB à 1,5 % (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic) avec un coût du carburant augmenté uniformément pour les VL et les PL de +30 %.

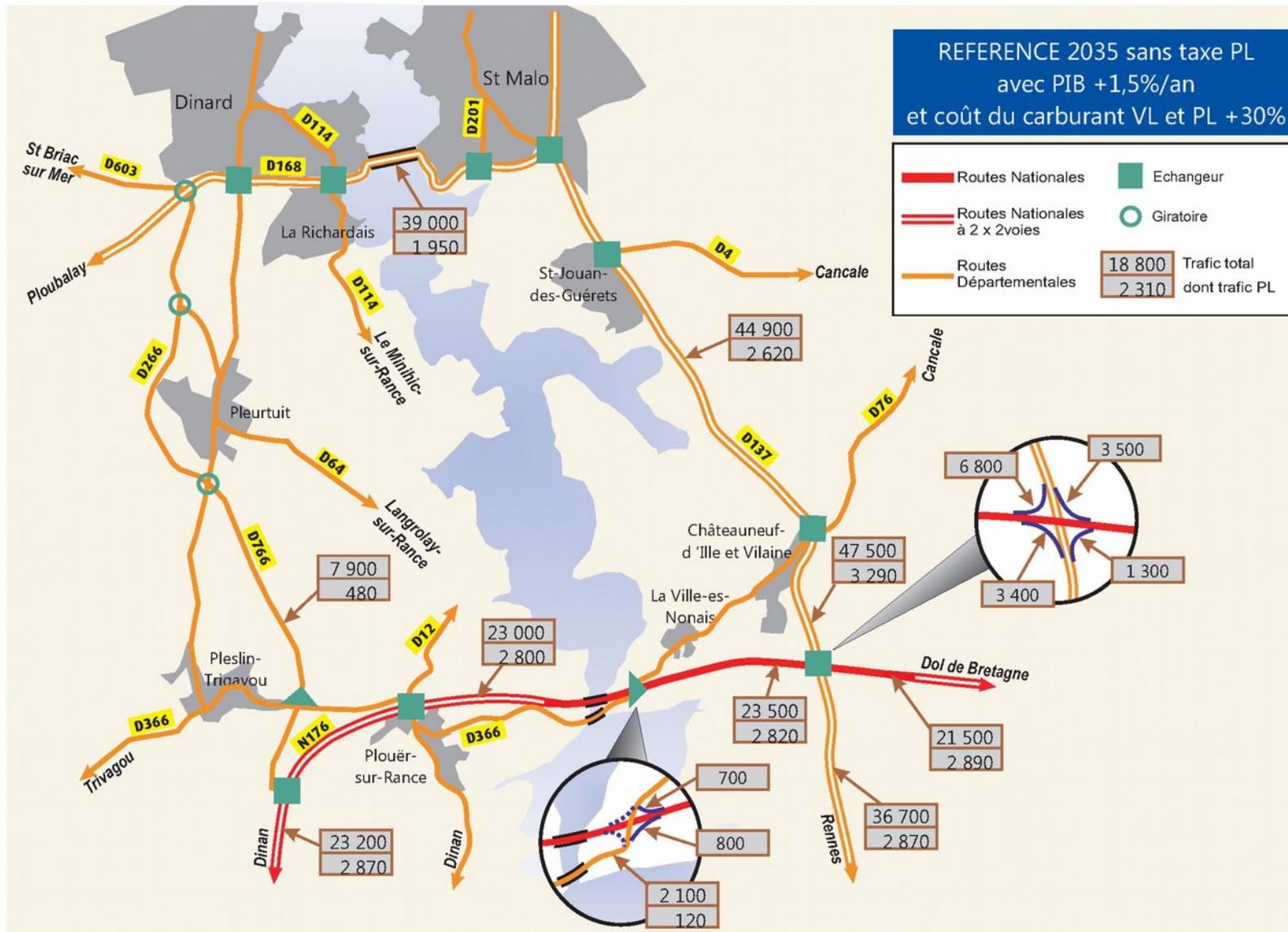
Ces résultats ont été obtenus en modifiant une copie de la table de typologie (200810VDFSETRA.bin utilisée lors de l'étude initiale de 2013) pour ce qui concerne les champs coût du carburant VL au km et coût du carburant PL au km. Les valeurs portées dans ces champs ont été multipliées par 1,3 pour faire apparaître l'augmentation de + 30% du carburant VL et PL de manière uniforme.

La modélisation des tests correspondants a été faite avec cette nouvelle table de typologie et avec le scénario macro-économique PIB +1,5%/an et l'hypothèse moyenne d'évolution des trafics VL et PL.

Situations de référence en 2025 et 2035

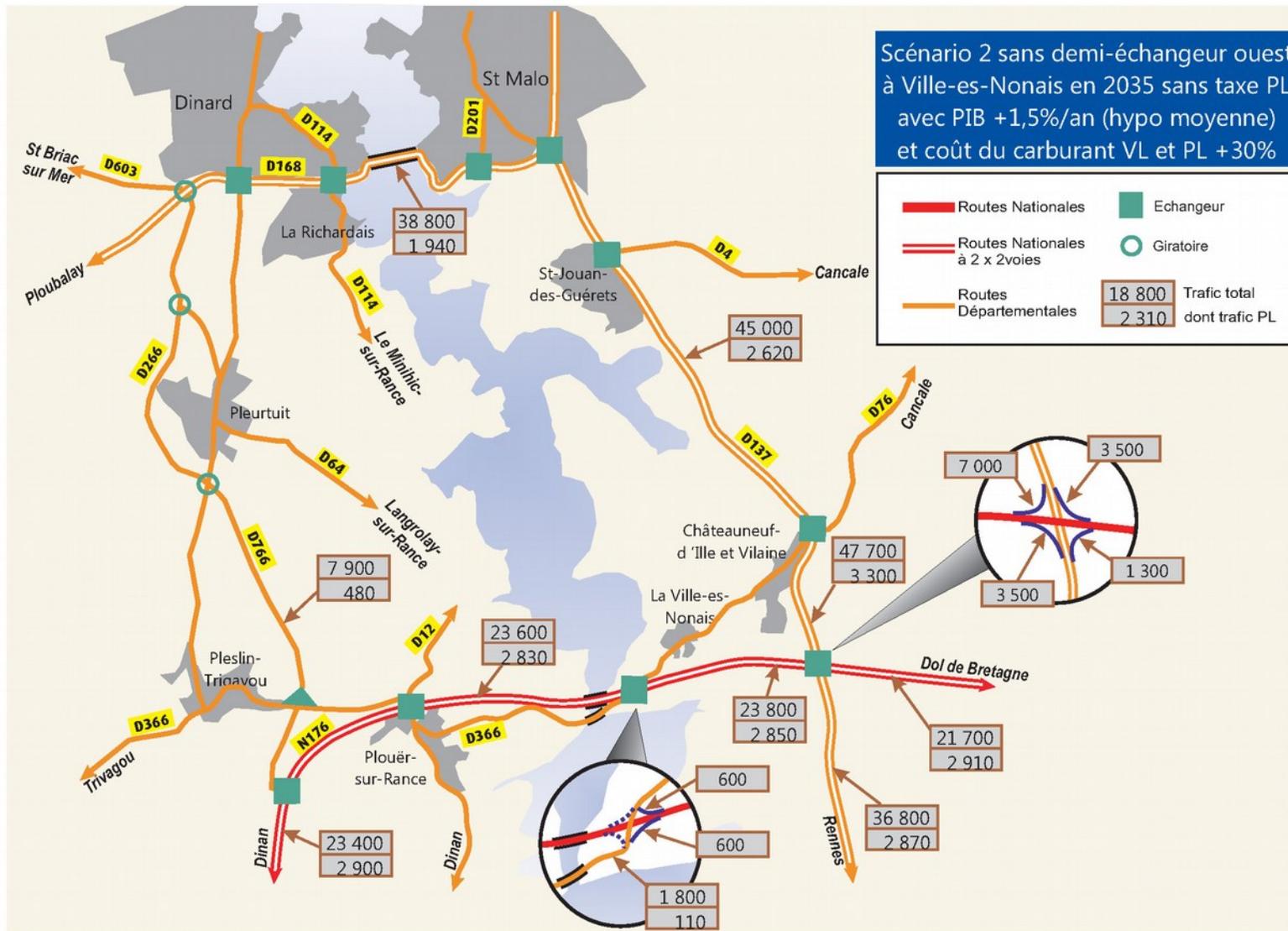
Les effets portent essentiellement sur le trafic TV. D'une manière générale, la répartition du trafic tend à s'équilibrer avec une très légère baisse du trafic TV sur l'itinéraire à haut niveau de service constitué de la RN176, entre l'échangeur de la Chênaie et celui de Plouër-sur-Rance, et de la RD137, entre l'échangeur de la Chênaie et St-Malo, au profit de l'itinéraire « moins confortable » empruntant les RD766 et RD168 (barrage de la Rance). Les diminutions prévisionnelles sur le pont Chateaubriand sont faibles de 300 TV/j en 2025 et 2035 en situation de référence par rapport au scénario avec variation du PIB de + 1,5 % et prix normal du carburant. Les hausses correspondantes au niveau RD168 barrage de Rance sont plus faibles de + 100 TV/J en 2025 et + 200 TV/j en 2035. Nous observons le même phénomène sur la RD366 dont le trafic augmente de l'ordre de 10 % pour les TV (2 100 TV/j contre 1 900 TV/j avec le scénario de PIB + 1,5 %) en 2025 et de 5 % en 2035. Ainsi, les véhicules tendent à privilégier des itinéraires moins longs donc moins coûteux en carburant.





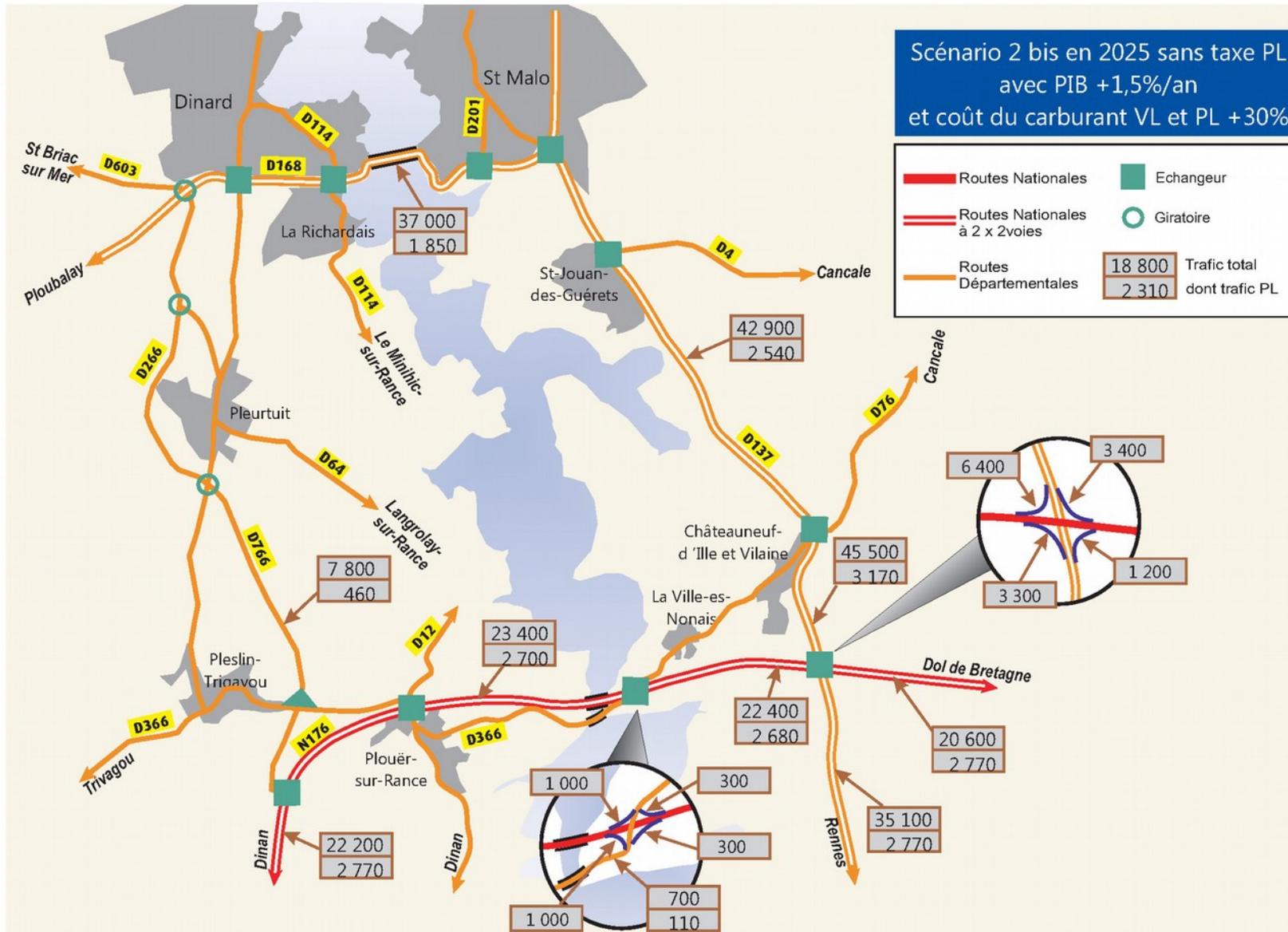
Scénarios de projet 2 en 2025 et 2035

Comparativement au scénario de projet 2 avec PIB à +1,5 % et évolution normale du coût du carburant, on constate que l'augmentation du coût de carburant de + 30 % entraîne les reports dans le même sens en général que pour la situation de référence. Cependant, les reports de trafic sur la RN176 au droit du pont Châteaubriand, entre la situation référence et le scénario 2, sont plus importants lorsque le coût du carburant est à + 30 % (+600TV en 2025 et en 2035 soit de l'ordre de +3 %). Ceci semble montrer que l'intérêt de l'aménagement à 2 × 2 voies de la RN176 entre l'échangeur de la Chênaie et le pont Chateaubriand ne peut qu'être renforcé, en termes de reports de trafic, avec l'augmentation significative du prix des carburants.



Scénarios de projet 2 Bis en 2025 et 2035

Dans ce scénario, les effets du renchérissement du coût du carburant sur l'affectation des trafics sont équivalents à ceux du scénario 2. Ainsi, le trafic augmente plus fortement sur RN176 comparativement à la situation de référence correspondante avec la même évolution du coût du carburant. Là encore, ceci semble montrer que l'intérêt de l'aménagement à 2 × 2 voies de la RN176 entre l'échangeur de la Chênaie et le pont Chateaubriand n'est pas remis en cause, dans sa capacité à favoriser les reports de trafic lorsque l'augmentation du prix des carburants est forte.

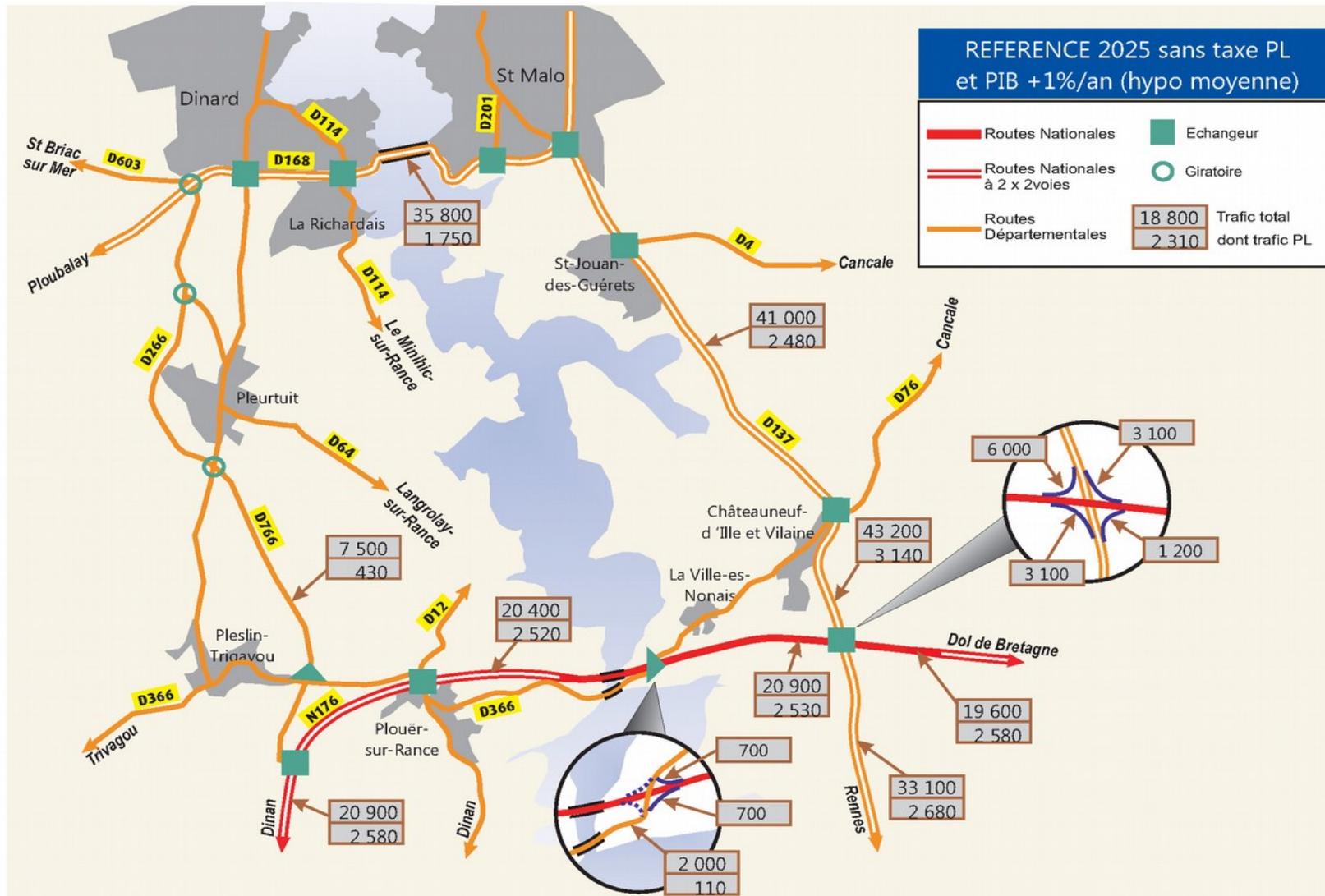


7.5.6 - PIB +1%/an (évolution moyenne pour les hypothèses de trafic)

Les résultats présentés ci-après ont été obtenus en mettant en œuvre les caractéristiques du scénario d'évolution macro-économique dit PIB +1 %/an explicité dans le paragraphe 3.

Situations de référence en 2025 et 2035

En situation de référence, les trafics TV en 2025 demeurent importants avec plus de 20 400 TV/j sur la RN176 entre la Chênaie et l'échangeur de Pleslin – Trigavou (21 400 TV/j en 2035). Le flux PL est élevé avec un niveau attendu supérieur à 2 500 PL/j en 2025 (2 600 PL/j en 2035). La comparaison avec la situation de référence en 2025 avec PIB +1,5% montre une perte de trafic sur la RD168 au droit du barrage de la Rance de 1300 TV/j (1800 TV/j en 2035). La baisse du trafic est d'importance similaire en 2025 comme en 2035 sur le pont Chateaubriand. La perte de trafic TV sur la coupure au droit de ces deux franchissements principaux de la Rance représente ainsi 2 700 TV/j en 2025 (3 700 TV/j en 2035) par rapport à l'hypothèse avec PIB +1,5 %. Par contre le scénario de PIB +1 %/an apporte un gain de trafic TV sur la coupure D168 - barrage de la Rance / N176 - Pont Chateaubriand de 6 000 TV/j en 2025 (8 100 TV/j en 2035) par rapport au scénario à PIB 0%. Cette évolution du trafic ne s'accompagne pas d'une réaffectation des trafics entre le pont barrage de la Rance et le pont Chateaubriand lors du passage de 2025 à 2035. En effet, le pourcentage d'affectation du trafic de coupure sur la RN176 pour les TV en 2025 est 37 % (59 % pour les PL) et en 2035 38 % (59 % pour les PL) dans le scénario PIB +1,5 %/an. Dans le scénario PIB +1 %/an, ces pourcentages sont respectivement de 36 % et 37 % pour les TV (59 % en 2025 et 2035 pour les PL). On observe aussi que le scénario macro-économique PIB +1%/an est bien un scénario contrasté par rapport à ceux à PIB +1,5 %/an et à PIB 0 %. Toutefois, celui à PIB 0% peut paraître peu réaliste.



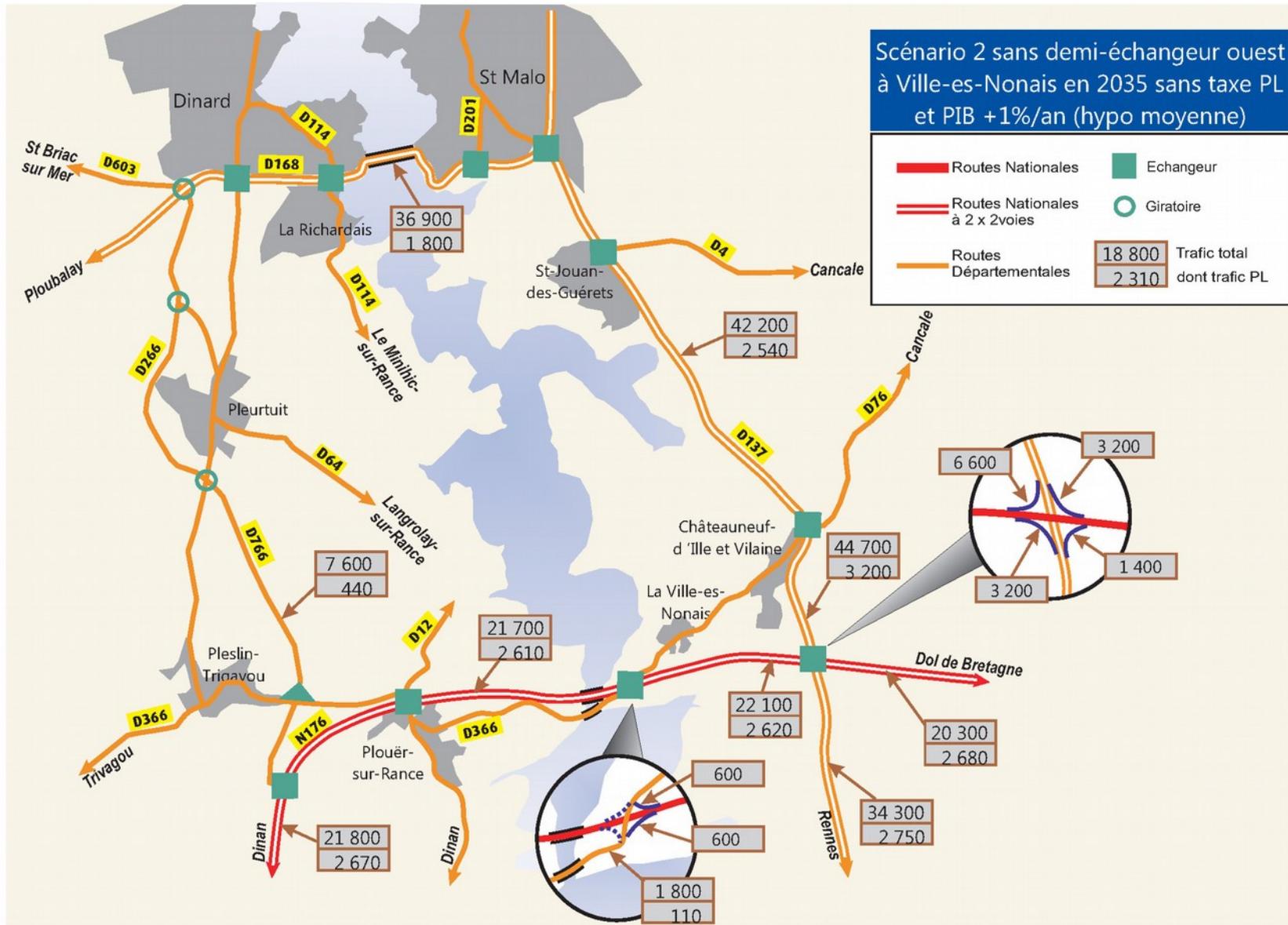
Scénarios de projet 2 en 2025 et 2035

En 2025 comme en 2035, avec le scénario de PIB de + 1%/an, l'aménagement à 2 × 2 voies du scénario de projet 2 (aménagement de la section du pont Chateaubriand sans changement de la configuration du demi-échangeur de la Ville-ès-Nonais) favorise un léger report du trafic local sur cette section qui voit son trafic journalier TV augmenter de 300 à 400 TV/j.

C'est donc plutôt la sécurité et la fiabilité des trafics sur la RN176 au droit de la Rance qui sont favorisés par la mise à 2 × 2 voies de la section La Chênaie – pont Chateaubriand.

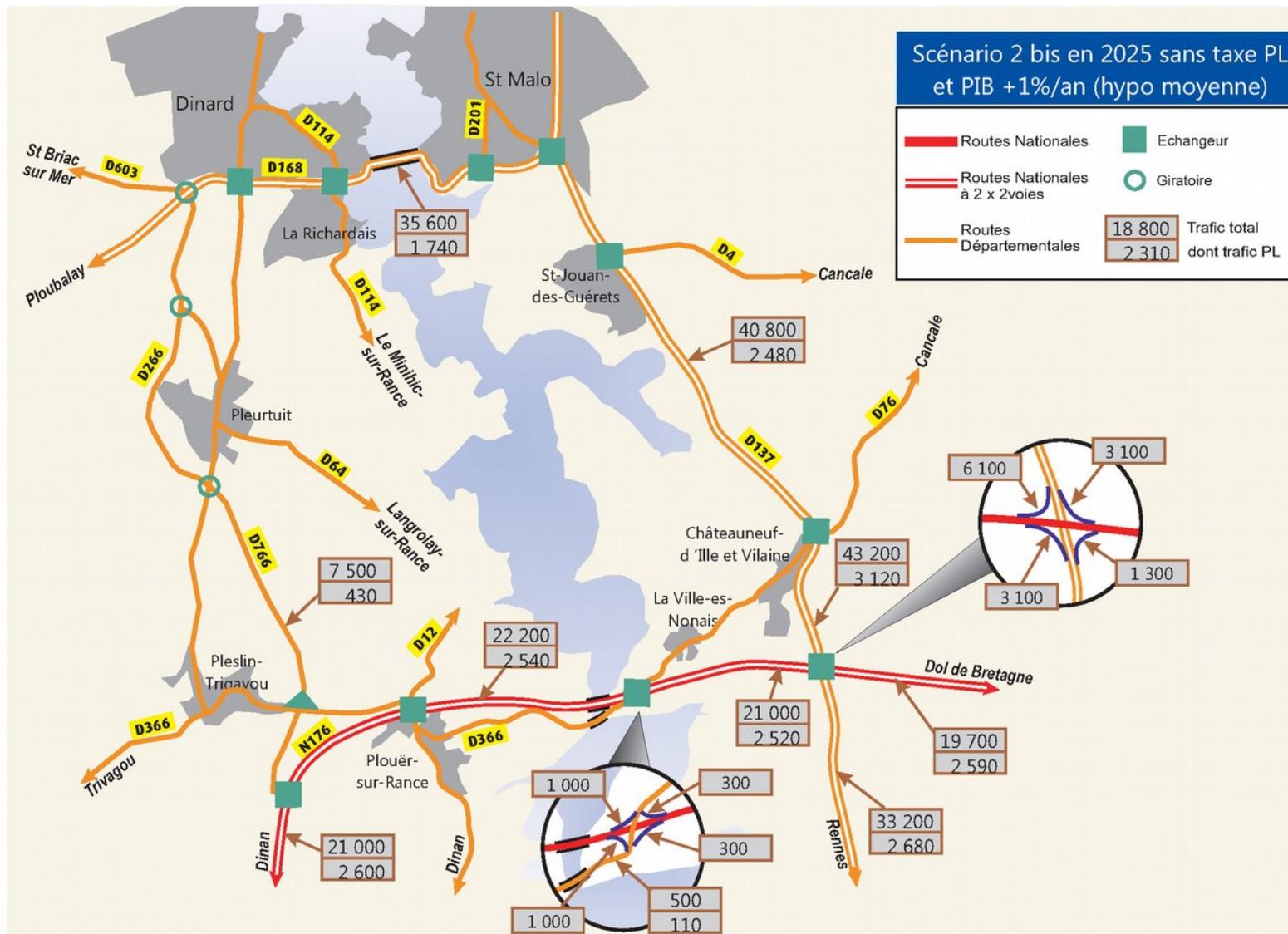
A scénario d'aménagement constant, la comparaison des trafics sur la coupure pont-barrage Rance+ pont Chateaubriand avec le scénario de PIB +0 %/an donne une augmentation de 5 900 TV/j en 2025 (7 900 TV/j en 2035). Cette augmentation est un peu plus faible que celle correspondante pour les situations de référence.

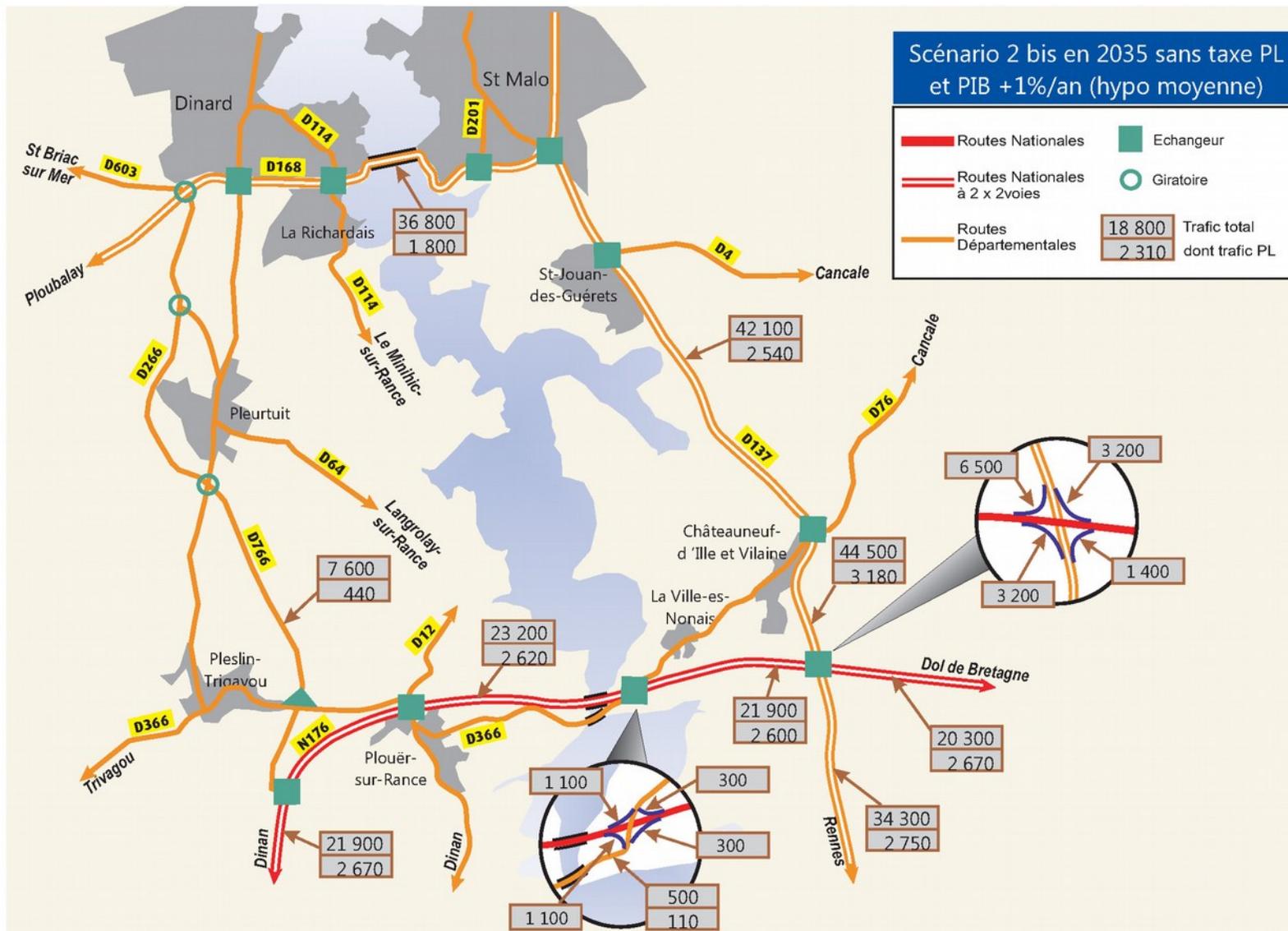
Le jeu relatif des affectations sur la coupure principale au droit de la Rance (RN176 + RD168) montre l'amélioration de l'attractivité de la RN176 (désormais à 2 x 2 voies) avec un taux d'affectation de la coupure sur la RN176 de 36,7 % contre 36,3 % en situation de référence en 2025 (respectivement 37 % et 36,6 % en 2035). Pour les PL, ce taux est de 59,2 % en 2025 et 2035 contre 59 % en situation de référence 2025 et 2035. Ce taux varie donc peu entre situation de référence et scénario 2 du fait de la captivité des relations VL et PL qui s'affectent sur chacun des itinéraires en concurrence au droit de la Rance, l'un par la RN176, l'autre par la RD168.



Scénarios de projet 2 Bis en 2025 et 2035

Dans le scénario de projet 2 Bis, le demi-échangeur Ouest de la Ville-ès-Nonais étant en service, le trafic de l'ordre de 1 200 TV/j en 2025 (1 300 TV/j en 2035) émis par les agglomérations de Plouër-sur-Rance, la Ville-ès-Nonais et Chateauneuf d'Ille-et-Vilaine qui, auparavant, faisaient usage de l'itinéraire via la RD366, font maintenant usage de la RN176 via le demi-échangeur Ouest créé. L'intérêt de l'aménagement du demi-échangeur Ouest n'est pas remis en cause par une hypothèse de croissance faible des trafics. Cependant, le renforcement du trafic (+1 400 TV/j en 2025 et +1 500 TV/j en 2035 par rapport à la situation de référence correspondante) qu'entraîne la mise en service du demi-échangeur Ouest de Ville-ès-Nonais sur le pont Chateaubriand confirme la nécessité d'accompagner cet aménagement de l'échangeur par la mise à 2x2 voies dudit Pont Chateaubriand.





7.6 - Conclusions intermédiaires n°3 Tests complémentaires de trafics variante retenue.

Les différents tests effectués sans écotaxe sur les scénarios référence, 2 et 2bis, avec différentes hypothèses sur le PIB et une évolution moyenne de trafic montrent que :

- le niveau des trafics prévisionnels sur la RN176 au droit du pont Chateaubriand croît régulièrement avec le scénario d'évolution considéré comme le montre le tableau suivant :

RN176 Pont Chateaubriand (TV/j MJA)	Situation de référence 2025	Situation de référence 2035
PIB 0 %	18 200	18 300
PIB 1 %	20 400	21 400
PIB 1,5 % et coût carburants + 30 %	21 500	23 000
PIB 1,5 %	21 800	23 300
PIB 1,9 %	23 200	25 200

Le scénario d'évolution du PIB à 1 % donne de manière tout à fait logique des résultats de trafics, tant TV que PL, intermédiaires entre ceux du scénario à PIB +1,5% et ceux du scénario à PIB 0%.

Hormis les scénarios PIB 1,5 % et coût carburants + 30 % et PIB 1,5 % qui donnent des trafics TV très proches, les scénarios d'évolution ci-dessus sont bien contrastés avec une variation de + 5 000 TV/j en 2025 et de 6 900 TV/j en 2035 entre le PIB 0 % et le PIB 1,9 %.

- Les scénarios de projet 2 (mise à 2 × 2 voies de la RN176 entre la Chênaie et le pont Chateaubriand) présentent des trafics peu contrastés par rapport à ceux des situations de référence correspondantes (environ 400TV/j de plus selon les cas).
- Les usagers VL et PL de moyenne et longue distance empruntant l'itinéraire par le pont barrage sur la Rance pour les uns, le pont Chateaubriand pour les autres, sont fortement captifs de leur itinéraire. Ils sont peu nombreux à se reporter sur la RN176 aménagée à 2 × 2 voies express dans le scénario de projet 2.
- Seul un effet de concurrence locale entre les itinéraires par le pont Chateaubriand (RN176) et par le pont Saint Hubert (RD366) est significativement modifié par la création du demi-échangeur Ouest de la Ville-ès-Nonais. Les reports sur la RN176 depuis la RD366 sont conséquents (de l'ordre 1 100 TV/j en 2025 et 2035 à 1 300TV/j en 2025 et 1 400TV/j en 2035 selon les scénarios d'évolution des trafics). Ceci indique qu'il est judicieux de ne prévoir cet aménagement d'échangeur qu'en complément de l'aménagement à 2x2 voies de la RN176 au droit de la Rance.

- L'aménagement de la RN176 présente un certain intérêt en termes de reports de trafic mais surtout de fiabilisation des parcours (notamment les temps de parcours) des usagers qui l'empruntent.
- **L'accessibilité à St-Malo est améliorée pour les départements situés à l'Ouest de la Rance (Côtes d'Armor, Finistère, Morbihan).**

8 - SYNTHÈSE DES PRINCIPALES CONCLUSIONS DU RAPPORT

Les différents scénarios testés mettent en évidence différents points :

Le Scénario 1 : ce scénario qui laisse le pont à 7m comme la situation actuelle, forme un rétrécissement qui risque à terme d'engendrer de forts ralentissements de part et d'autre de celui-ci notamment aux heures de pointes et en périodes estivales. Le nombre d'heure ayant un trafic supérieur à 1 200 uvp/h est estimé à environ 600 heures par sens par an, sur ces 600 h, 300 h ont un trafic supérieur à 1 200 uvp/h dans le sens opposé en 2035.

Le Scénario 1 Bis : ce scénario identique au précédent mais en complétant l'échangeur de la Ville es Nonais, apporte du trafic supplémentaire sur le pont, augmentant de ce fait les risques de ralentissements.

Le Scénario 1 Ter : ce scénario met en évidence la surcharge de trafic que supporterait le pont Chateaubriand en cas de fermeture prolongée du barrage de la Rance, avec un trafic de 56 000 véh/j en 2025 (soit quasiment 60 000 véh/j en 2035), son profil à 7m engendrerait de très forts ralentissements avec plus de 4000 heures supérieures à 1200 uvp/h par sens et par an en 2025.

Le Scénario 2 : ce scénario assure la continuité de la RN 176 à 2x2 voies, le trafic sur la section est de pratiquement 24 000 véh/j en 2035. La mise à 2x2 voies du pont n'engendrerait aucun ralentissement. Ce scénario pourrait absorber le report de trafic en cas de fermeture du barrage de la Rance, en contre partie l'axe Dinard -Dinan (RD266-766) qui est à 7m pourra difficilement supporter cette hausse de trafic estimé à environ 40 000 véh/j, notamment aux heures de pointes.

Rappel du trafic sur le pont Chateaubriand, fonction des différents scénarios:

Scénarios 2011 et 2025	TV	PL	Scénarios 2035	TV	PL
Actuel modélisé 2011	18 100	2 350			
référence 2025	21 600	2 600	référence 2035	23 100	2 750
Sc1 2025 (pont à 7m)	21 800	2 600	Sc1 2035	23 200	2 750
Sc2 2025 (pont à 2x2v)	22 100	2 600	Sc2 2035	23 600	2 750
Sc1 Bis 2025 (pont à 7m+1/2 éch)	22 800	2 650			
Sc1 Ter 2025 (pont à 7m+fermeture du barrage)	56 200	4 300			
Sc2 Bis 2025 (pont à 2x2v+1/2 éch)	23 500	2 650			

La note complémentaire sur les scénarios de déviations en phase travaux a permis de retenir les principaux enseignements suivants :

a) Intérêt des bretelles provisoires sur la RN176 /VC de la Boissanne-RD366

Les bretelles supplémentaires vers l'ouest (SC1 et Sc2) allègent considérablement le trafic traversant le centre de Plouër sur Rance (RD366-Ouest), 4890 contre 12 000 véh/j. La RD366-Est connaîtra toutefois un trafic supérieur au scénario initial dans le carrefour RD366/VC Est Plouër notamment au niveau du pont St Hubert et du village de port St Hubert, 13 850 TV (2 sens), contre 12 000 sans ces bretelles (étude de 2013 : scénario initial). L'installation d'une seule bretelle permet de diminuer légèrement le trafic 12 400 véh/j mais pose des problèmes importants de cisaillement au droit du raccordement à la RD366.. Le carrefour (RD366/VC Est) est actuellement géré par un stop sur la VC de la Boissanne. Il sera donc nécessaire d'étudier au mieux la façon de fluidifier et sécuriser ce carrefour lors des périodes de déviation du trafic national et d'envisager la solution la plus sécuritaire (carrefour à feux, giratoire) vis-à-vis du flux dévié et des flux locaux en termes de cisaillement.

Le problème de la sécurité du trafic se posera également au niveau des carrefours créés sur la VC de la Boissanne pour accéder ou sortir de la N176 par les bretelles provisoires créées dans une configuration non adaptée de la VC.

Les trois scénarios (Sc1 2015, Sc2 2015 et Sc2 bis 2015) ne diminuent que légèrement le trafic dévié via le barrage de la Rance.

b) Intérêt des bretelles entre la RD137/RD676

La création de bretelles entre la RD137 et la RD676 au droit de Miniac Morvan (SC3) n'offre pas de solution très satisfaisante pour la déviation par la RD366 (pont St Hubert) en terme de report de trafic notamment du fait de la nécessité de passer par Dinan dont la traversée par l'Est est très problématique. Par contre, elle permettrait de soulager l'itinéraire via le barrage de la Rance : 4190 véh/j contre 6700v/j en Sc1.

c) Barrage de la Rance

Le passage de PL et le cas échéant des VL par le barrage de la Rance via St Malo et Dinard restent important quel que soit les solutions envisagées sauf pour les scénarios 3 avec la création de bretelles entre la RD137/RD676. Il peut appeler à une réflexion particulière lors des phases de fermeture à la circulation de la N176 liées à la construction du tablier définitif du pont Chateaubriand. Celle-ci devra examiner la meilleure façon de gérer au mieux l'excès de trafic de transit en fonction de la fermeture probable de la route du barrage pour les éclusées.

d) Limite de vitesse et de capacité

L'usage de ces limites de vitesse et de capacité (Sc5) provoquent un allègement du trafic utilisant la déviation courte avec une diminution d'un tiers du flux (+8600 v/j contre 11800 v/j en Sc1). Les reports se font essentiellement sur le barrage de la Rance et vers l'itinéraire longue-Distance RN12-A84 : + 990 v/j contre + 500 v/j (Sc1).

e) Limite du modèle

Il est difficile de rendre compte avec le modèle Transcad de mesures d'exploitation telles des déviations fortes en amont du point de choix notamment au niveau RN176/A84 et N12/RN176. En effet, pour des déviations longue-distance, il est difficile d'estimer leur intérêt et valeur du

temps de l'usager longue distance (à intégrer dans Transcad) à 48 km (côté Avranches) et à 40 km (coté N12) pour une déviation de 145 km au lieu de 91 km soit 57 % de distance en plus.

Aujourd'hui l'itinéraire A84-RN136-N12 offre en comparaison de la RN176 pour le trafic de transit un différentiel de temps d'environ 25 minutes (hors bouchon de la rocade rennais) soit 55 km. Un travail important de communication devra accompagner la mise en place des mesures d'exploitation en phase chantier afin de rendre ces mesures de déviations longue-distance utilisées.

Le modèle atteignant ses limites, les résultats sont donc à prendre plus comme des indications de tendances que comme des valeurs numériques absolues.

L'hypothèse d'une déviation courte accompagnée de mesures de restrictions de la circulation et toute autre action de communication et d'incitation pour l'usager, semble minimiser les reports de trafic a proximité immédiate du projet.

Enfin, les tests complémentaires de trafics sur le scénario retenu a permis de tirer quelques conclusions:

Les différents tests effectués sans écotaxe sur les scénarios référence, 2 et 2bis, avec différentes hypothèses sur le PIB et une évolution moyenne de trafic montrent que :

- le niveau des trafics prévisionnels sur la RN176 au droit du pont Chateaubriand croît régulièrement avec le scénario d'évolution considéré comme le montre le tableau suivant :

RN176 Pont Chateaubriand (TV/j MJA)	Situation de référence 2025	Situation de référence 2035
PIB 0 %	18 200	18 300
PIB 1 %	20 400	21 400
PIB 1,5 % et coût carburants + 30 %	21 500	23 000
PIB 1,5 %	21 800	23 300
PIB 1,9 %	23 200	25 200

Le scénario d'évolution du PIB à 1 % donne de manière tout à fait logique des résultats de trafics, tant TV que PL, intermédiaires entre ceux du scénario à PIB +1,5% et ceux du scénario à PIB 0%.

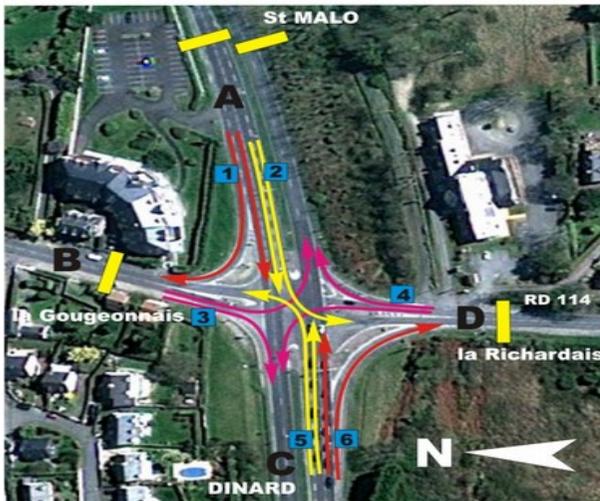
Hormis les scénarios PIB 1,5 % et coût carburants + 30 % et PIB 1,5 % qui donnent des trafics TV très proches, les scénarios d'évolution ci-dessus sont bien contrastés avec une variation de + 5 000 TV/j en 2025 et de 6 900 TV/j en 2035 entre le PIB 0 % et le PIB 1,9 %.

- Les scénarios de projet 2 (mise à 2 × 2 voies de la RN176 entre la Chênaie et le pont Chateaubriand) présentent des trafics peu contrastés par rapport à ceux des situations de référence correspondantes (environ 400TV/j de plus selon les cas).
- Les usagers VL et PL de moyenne et longue distance empruntant l'itinéraire par le pont barrage sur la Rance pour les uns, le pont Chateaubriand pour les autres, sont fortement captifs de leur itinéraire. Ils sont peu nombreux à se reporter sur la RN176 aménagée à 2 × 2 voies express dans le scénario de projet 2.
- Seul un effet de concurrence locale entre les itinéraires par le pont Chateaubriand (RN176) et par le pont Saint Hubert (RD366) est significativement modifié par la création du demi-échangeur Ouest de la Ville-ès-Nonais. Les reports sur la RN176 depuis la RD366 sont conséquents (de l'ordre 1 100 TV/j en 2025 et 2035 à 1 300TV/j en 2025 et 1 400TV/j en 2035 selon les scénarios d'évolution des trafics). Ceci indique qu'il est judicieux de ne prévoir cet aménagement d'échangeur qu'en complément de l'aménagement à 2x2 voies de la RN176 au droit de la Rance.
- L'aménagement de la RN176 présente un certain intérêt en termes de reports de trafic mais surtout de fiabilisation des parcours (notamment les temps de parcours) des usagers qui l'empruntent.
- L'accessibilité à St-Malo est améliorée pour les départements situés à l'Ouest de la Rance (Côtes d'Armor, Finistère, Morbihan).

9 - ANNEXES

9.1 - annexe 1 : Comptages directionnels par carrefour (secteur de Dinard) et la Ville ès Nonais

CARREFOUR A FEUX RD 114/RD168



Le recenseur 1 prendra le tourne à droite ainsi que la file de droite du tout droit

Le recenseur 2 prendra le tourne à gauche ainsi que la file de gauche du tout droit

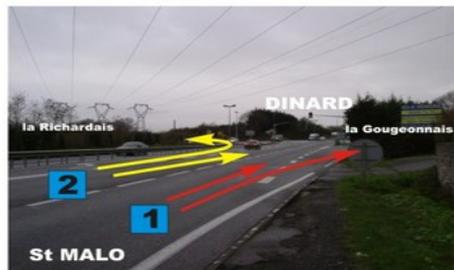
Le recenseur 3 prendra le tourne à droite ainsi que le tourne à gauche

Idem pour les recenseurs 4 5 et 6

Le tout droit de la RD 114 sera calculé par différence avec les compteurs automatiques

	nombre
■ Recenseur manuel	6*
■ Compteur automatique VL/PL/sens/heure	4

*susceptible d'augmenter pour l'été



Le recenseur s'éloignera au maximum de la voie et portera son baudrier homologué



ECHANGEUR RD 266/RD 168



Le recenseur se placera **OBLIGATOIREMENT** derrière les glissières de sécurité et portera son baudrier homologué



L'hypothèse sera prise, qu'il n'y a pas de demi tour. Les véhicules sur l'anneau viendront d'une entrée de la RD266, ceux allant sur l'anneau iront sur une sortie de la RD266. Les mouvements « tout droit » des RD 266 et RD 168 seront calculés par différence avec les compteurs automatiques et les comptages manuels.

PRINCIPE DU RELEVÉ

	A	B	C	D
A		3	2	
B	4		4	
C		3		2
D	1		1	

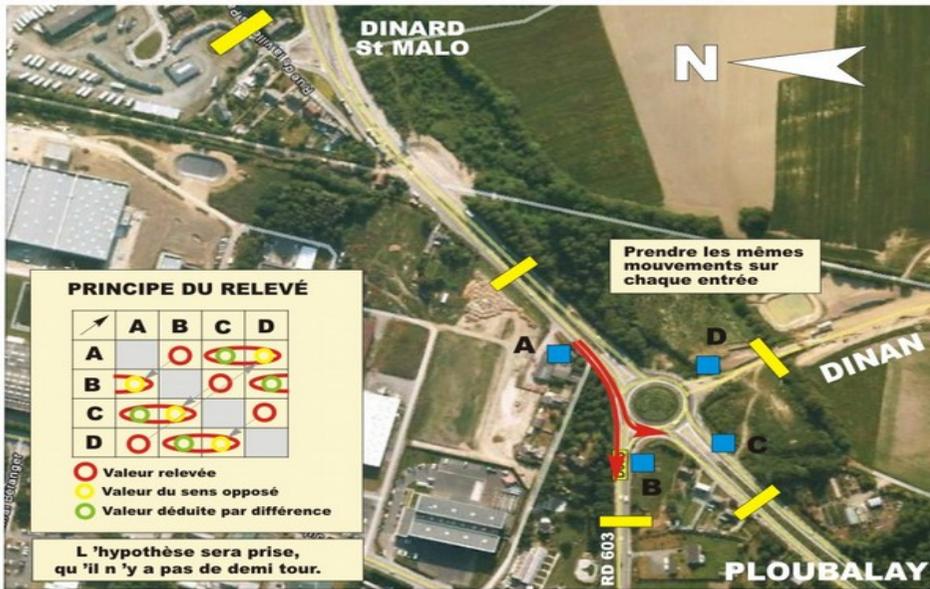
1 Valeur relevée
2 Valeur déduite par différence

	nombre
■ Recenseur manuel	4*
■ Compteur automatique VL/PL/sens/heure	6

*susceptible d'augmenter pour l'été



GIRATOIRE RD603/RD168



	nombre
■ Recenseur manuel	4*
■ Compteur automatique VL/PL/sens/heure	5

*susceptible d'augmenter pour l'été



Le recenseur s'éloignera au maximum de la voie et portera son baudrier homologué



1/2 ECHANGEUR DE LA VILLE-ES-NOAIS (RN176/RD366)



9.2 - Annexe 2 : Questionnaire d'enquête O/D

TYPE 1= VL 2= PL 2 essieux 3= PL 3 essieux 4= PL 4 essieux 5= PL 5 essieux 6= VL + carav 7= TL / VU 8= Bus, Autocar 9= Camping car	1 2 POSTE <input type="text"/> <input type="text"/> PERIODE HORAIRE 17= 8h00 à 8h30 18= 8h30 à 9h00 3 4 <input type="text"/> <input type="text"/>	VL PL	MOTIF VL ORI ET DEST 1= domicile 2= lieu de travail 3= école université 4= aff, professionnelles 5= aff, personnelles 6= lieu de w,e, 7= lieu de vacances 8= lieu de loisirs, tourisme 9= autres	LIEUX REF. PL Ori et Dest 1= Centre ville 2= Zone industrielle et Z.A 3= Plate forme logistique 4= Zone commerciale 5= chantiers, carrière 6= silos 7= M.I.N. 8= Aéroport 9= Port 10= Gare 0= Autres	ENQUETE DE CIRCULATION FREQUENCE 1= Tous les jours + W,E, 2= Du Lundi au Vendredi 3= 2 à 4 fois par semaine 4= Entre 1/semaine et 2/mois 5= Moins souvent	AUTRE MODE 0=aucun 1= train 2= car 1=horaires inadaptés 2=coût trop élevé 3=accès difficile 4=autres	PROFESSION 1= employé 2= ouvrier 3= agriculteur 4= artisan, commerçant, chef entreprise 5= profession libérale 6= cadre moyen, enseignant 7= cadre supérieur 8= étudiant 9= retraité 10= sans profession 11= autres
--	---	----------------------------	--	--	---	--	---

TYPE VEH	Nb OCCUPANTS		N° DEP du domicile		ORIGINE ou dernier point d'arrêt obligé (chargement, déchargement)				MOTIF O ou LIEUX REF.		DESTINATION ou prochain point d'arrêt obligé (chargement, déchargement)				MOTIF D ou LIEUX REF.		FRE Q	autre mode de transport possible	si 1 ou 2, pourquoi ne pas l'avoir utilisé?	PROF ou CHARGE (tonnes)	MATIERE transportée PL							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>						
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>					

MATIERES TRANSPORTEES Produits agricoles et animaux vivants --01 Denrées alimentaires et fourra-----02 Combustibles minéraux solides-----03 Produits pétroliers bruts -----04	Produits pétroliers raffinés -----05 Minerais ferreux et déchets métallurgie 06 Minerais et déchets non ferreux -----07 Produits métallurgiques ferreux -----08 Produits métallurgiques non ferreux ----09	Minéraux bruts ou manufacturés et matériaux de construction-----10 Matières premières pour l'industrie chimique -11 Engrais -----12 Produits chimiques de base -----13 Pâte à papier et cellulose -----14	Autres produits chimiques -----15 Matériel de transport et matériel agricole ---16 Machines et articles métalliques -----17 Verre, faïence, porcelaine -----18 Autres articles manufacturés -----19
--	--	---	---

9.3 - Annexe 3 : Fermeture du pont Chateaubriand

OUEST FRANCE Mardi 19 Avril 2011

Sur la Rance, le pont Chateaubriand fermé cinq semaines pour travaux



Ces travaux de sécurisation seront prêts pour l'été, ils visent à réduire les

Surnommée la « route de la mort » en raison des accidents graves qui s'y produisent régulièrement, la portion de la RN 176 près du pont Chateaubriand va être en travaux pendant cinq semaines. Elle sera fermée à la circulation du 26 avril au 1er juin, entre le week-end de Pâques et le pont de l'Ascension.

Le chantier vise à réduire les risques de chocs frontaux., car cette route est très dangereuse. Elle se réduit et n'est plus en deux fois deux voies Un séparateur central, une sorte de barrière, sera installée au milieu de la chaussée sur environ 1,5 km, afin d'empêcher que les voitures ne se percutent de plein

9.4 - Annexe 4 : Compteurs permanents

9.4.1 - Évolution sur 10 ans

année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
TMJA Plouer/Rance	14 902	16 075	16 606	16 704	17 107	17 553	17 221	17 680	17 934	18 169
TMJA la Briantais	31 074	29 610	28 146	29 247	30 349	31 409	30 107	30 602	29 825	30 583

9.4.2 - Variation Mensuelles

Plouer/Rance

	TV vers Dinan	TV vers Dol de B	PL vers Dinan	PL vers Dol de B	TV 2 sens	PL 2 sens
janvier	7192	7513	918	1000	14705	1918
février	8015	8139	1015	1095	16154	2110
mars	8079	8353	1068	1169	16432	2237
avril	9926	9695	1083	1113	19621	2196
mai	9415	9715	1074	1117	19130	2191
juin	9314	9341	1100	1145	18655	2245
juillet	11244	10612	1217	1209	21856	2426
août	10857	11477	1124	1221	22334	2345
septembre	9033	9408	1123	1203	18441	2326
octobre	8920	8973	1078	1127	17893	2205
novembre	7881	8414	1037	1119	16295	2156

décembre	8132	8106	910	943	16238	1853
----------	------	------	-----	-----	-------	------

La Briantais

	TV vers St Malo	TV vers Dinard	PL vers St Malo	PL vers Dinard	TV 2 sens	PL 2 sens
janvier	12504	12336	500	440	24840	940
février	13821	13901	566	510	27722	1076
mars	13716	13759	621	564	27475	1185
avril	16274	16691	628	604	32965	1232
mai	15710	15802	634	605	31512	1239
juin	16102	16429	713	688	32531	1401
juillet	18181	18803	696	688	36984	1384
août	19299	19194	637	596	38493	1233
septembre	15643	15709	671	612	31352	1283
octobre	14386	14527	582	533	28913	1115
novembre	13647	13615	549	451	27262	1000
décembre	13272	13459	476	423	26731	899

9.4.3 - Variations Journalières

Plouer/Rance

	TV vers Dinan	TV vers Dol de B	PL vers Dinan	PL vers Dol de B	TV 2 sens	PL 2 sens
lundi	8877	9562	1213	1425	18439	2638
mardi	8770	9086	1332	1427	17856	2759
mercredi	9035	9211	1409	1498	18246	2907
jeudi	9284	9301	1370	1443	18585	2813
vendredi	11001	10488	1322	1294	21489	2616
samedi	8935	8419	494	420	17354	914
dimanche	7183	8024	306	359	15207	665

la Briantais

	TV vers St Malo	TV vers Dinard	PL vers St Malo	PL vers Dinard	TV 2 sens	PL 2 sens
lundi	15540	15189	703	646	30729	1349
mardi	15742	15826	743	694	31568	1437
mercredi	15752	16065	745	681	31817	1426
jeudi	15704	16067	691	627	31771	1318
vendredi	16202	16945	684	631	33147	1315
samedi	14744	15523	387	384	30267	771
dimanche	12878	11910	293	256	24788	549

9.4.4 - Variations Horaires

Plouer/R	TV vers Dinan	TV vers Dinan %	TV vers Dol de B	TV vers Dol de B %	TV été vers Dinan	TV été vers Dinan %	TV été vers Dol de B	TV été vers Dol de B %	TV hiver vers Dinan	TV hiver vers Dinan %	TV hiver vers Dol de B	TV hiver vers Dol de B %
0à1	65	0.721	45	0.492	100	0.905	68	0.616	57	0.663	40	0.456
1à2	38	0.422	27	0.295	57	0.516	38	0.344	34	0.396	25	0.285
2à3	24	0.266	20	0.219	33	0.299	28	0.253	22	0.256	18	0.205
3à4	25	0.277	21	0.230	30	0.271	26	0.235	24	0.279	20	0.228
4à5	33	0.366	36	0.393	36	0.326	39	0.353	32	0.372	35	0.399
5à6	61	0.677	66	0.721	64	0.579	71	0.643	60	0.698	65	0.742
6à7	131	1.454	147	1.607	129	1.167	152	1.376	132	1.536	146	1.666
7à8	403	4.472	425	4.645	332	3.004	375	3.395	417	4.852	436	4.974
8à9	522	5.792	617	6.743	467	4.225	582	5.269	533	6.202	625	7.131
9à10	503	5.581	544	5.945	590	5.338	654	5.921	485	5.643	521	5.944
10à11	546	6.059	638	6.973	733	6.632	888	8.039	508	5.911	587	6.697
11à12	573	6.358	710	7.760	799	7.229	1017	9.207	527	6.132	648	7.393
12à13	514	5.704	627	6.852	694	6.279	852	7.713	477	5.550	581	6.629
13à14	516	5.726	540	5.902	655	5.927	680	6.156	487	5.667	511	5.830
14à15	633	7.024	637	6.962	812	7.347	787	7.125	596	6.935	606	6.914
15à16	691	7.668	681	7.443	886	8.017	830	7.514	651	7.575	651	7.427
16à17	768	8.522	730	7.978	930	8.415	837	7.577	735	8.552	709	8.089
17à18	901	9.998	802	8.765	1023	9.256	859	7.777	877	10.205	790	9.013

18à19	799	8.866	740	8.087	965	8.731	828	7.496	766	8.913	723	8.249
19à20	541	6.003	503	5.497	701	6.343	615	5.568	509	5.923	480	5.476
20à21	298	3.307	266	2.907	397	3.592	342	3.096	277	3.223	251	2.864
21à22	190	2.108	151	1.650	261	2.362	213	1.928	175	2.036	138	1.574
22à23	137	1.520	108	1.180	205	1.855	159	1.439	124	1.443	97	1.107
23à24	100	1.110	69	0.754	153	1.384	106	0.960	89	1.036	62	0.707
Total	9012	100	9150	100	11052	100	11046	100	8594	100	8765	100

Briantais	TV vers St Malo	TV vers St Malo %	TV vers Dinard	TV vers Dinard %	TV été vers St Malo	TV été vers St Malo %	TV été vers Dinard	TV été vers Dinard %	TV hiver vers St Malo	TV hiver vers St Malo %	TV hiver vers Dinard	TV hiver vers Dinard %
0à1	102	0.671	125	0,813	186	0.992	205	1.079	85	0,588	109	0,744
1à2	64	0.418	69	0,446	94	0.502	108	0.569	58	0,396	61	0,417
2à3	42	0.275	39	1,255	64	0.341	56	0.295	37	0,258	36	0,245
3à4	33	0.217	27	0,178	46	0.245	39	0.205	30	0,209	25	0,171
4à5	53	0.345	31	0,205	65	0.347	45	0.237	50	0,345	29	0,196
5à6	90	0.589	66	0,429	107	0.571	81	0.426	86	0,593	63	0,429
6à7	201	1.318	121	0,785	226	1.206	157	0.826	196	1,347	113	0,775
7à8	759	4.987	490	3,193	651	3.474	454	2.390	781	5,378	498	3,401
8à9	1066	7.003	783	5,097	979	5.224	698	3.674	1083	7,462	800	5,466
9à10	880	5.781	677	4,404	1022	5.453	767	4.037	852	5,865	658	4,499
10à11	951	6.248	860	5,598	1262	6.734	1112	5.854	889	6,122	810	5,532
11à12	956	6.279	1065	6,931	1286	6.862	1423	7.491	890	6,128	993	6,785
12à13	903	5.931	1133	7,376	1145	6.110	1446	7.612	854	5,885	1070	7,314
13à14	1015	6.671	900	5,857	1136	6.062	1111	5.848	991	6,828	857	5,859
14à15	1200	7.885	1044	6,794	1426	7.609	1300	6.843	1155	7,957	992	6,781
15à16	1239	8.141	1206	7,854	1505	8.031	1508	7.938	1186	8,169	1146	7,832
16à17	1297	8.521	1375	8,948	1507	8.041	1630	8.580	1255	8,645	1323	9,044

17à18	1431	9.403	1562	10,171	1667	8.895	1775	9.344	1384	9,534	1520	10,386
18à19	1156	7.595	1425	9,274	1490	7.950	1749	9.207	1089	7,503	1360	9,291
19à20	751	4.934	1026	6,682	1106	5.901	1347	7.091	680	4,684	962	6,575
20à21	421	2.767	538	3,505	660	3.522	747	3.932	374	2,573	497	3,394
21à22	257	1.688	328	2,132	451	2.406	488	2.569	218	1,503	295	2,019
22à23	198	1.300	273	1,780	354	1.889	417	2.195	167	1,148	245	1,673
23à24	157	1.034	199	1,292	306	1.633	334	1.758	128	0,880	171	1,172
Total	15222	100	15361	100	18741	100	18997	100	14518	100	14634	100

DIMER

GIT

6.2 Etude de la congestion

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
1	24/09/13	Initialisation du document
2	02/10/13	Après relecture de Christophe PINEAU

Affaire suivie par

Christophe PINEAU - DIMER/Groupe environnement
Tél. : 02 40 12 83 47 / Fax : 02 40 12 84 44
Courriel : christophe.pineau@developpement-durable.gouv.fr

Rédacteur

Simon VRIGNEAU - DIMER/Groupe exploitation routière

Relecteur

Christophe PINEAU - DIMER/Groupe environnement

Au 1^{er} janvier 2014, les 8 CETE, le Certu, le Cetmef et le Sétra fusionnent pour donner naissance au Cerema : **centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement.**

CETE : Centre d'études techniques de l'équipement

Certu : Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Cetmef : Centre d'études techniques maritimes et fluviales

Sétra : Service d'études sur les transports, les routes et leurs aménagements

SOMMAIRE

1 - RAPPEL DU CONTEXTE.....	4
2 - RÉSULTATS DE L'ÉTUDE.....	5
2.1 - Retour à voies.....	5
2.2 - Fonctionnement de l'échangeur.....	5
2.3 - Fonctionnement du pont Chateaubriand.....	6
2.3.1 -Capacité.....	6
2.3.2 -Niveau de service.....	7
2.3.3 -Impacts du rabattement.....	9
2.3.4 -Courbes des véhicules cumulés.....	10
3 - CONCLUSION.....	11

1 - Rappel du contexte

La RN 176, dans le secteur du pont de Chateaubriand est actuellement en 2×2 voies à l'ouest du pont et à 2×1 voie sur 5,5 km à l'est du pont, puis redevient une 2×2 voies après l'échangeur de la Chênaie. Ce dernier est en restructuration et les travaux se termineront à la fin de cette année. La principale amélioration est la suppression des "stop", transformés par une voie d'affectation. À terme, l'infrastructure sera entièrement à 2×2 voies de part et d'autre du pont. La question qui se pose est de savoir si un doublement du pont Chateaubriand est nécessaire au bon fonctionnement (fluidité, sécurité, confort, ...) de l'infrastructure.

Pour répondre à cette problématique, une première étude de trafic a été effectuée par le CETE de l'Ouest sur la base des comptages des boucles SIREDO localisées au niveau de Plouer-sur-Rance et de Roz-land. Les données disponibles étaient les débits horaires pour chaque jour de l'année. La quantification des problèmes de congestion a été compliquée car suivant la capacité du pont, les résultats étaient plus ou moins pessimistes. De plus, la géométrie de l'échangeur de la Chênaie avant les travaux laissait à penser que les "stop" étaient bien plus problématiques que le pont.

C'est pourquoi une campagne de mesures des débits et des vitesses a été accomplie cet été (du 24 juillet au 13 août) afin de pouvoir déterminer avec plus de précision la capacité réelle du pont, mais aussi pour évaluer le fonctionnement de l'échangeur de la Chênaie dans sa configuration quasi-définitive (seule la bretelle Saint-Malo – Dol n'était pas terminée). Les comptages ont été réalisés dans le sens ouest – est à l'aide de radars posés par la DIR Ouest (cf. annexe 1 pour l'implantation). Ce sens a été choisi car la demande en amont du pont Chateaubriand ne subit pas de perturbation et permet donc de bien évaluer la capacité du pont et l'impact du rétrécissement.

2 - Résultats de l'étude

Dans un premier temps, les données de la station Siredo de Plouer-sur-Rance ont été examinées afin de déterminer la différence de trafic entre 2012 et 2013. On constate une augmentation globale de trafic de 3 % entre le 1^{er} juillet et le 18 août (période à disposition). Cependant, on n'observe pas de grande différence sur les samedis de cette période hormis pendant le week-end du 15 août où du 16 au 18 août, le trafic sur la journée est augmenté de 1600 véhicules en moyenne.

Les résultats seront présentés en commençant par le compteur (n°12) le plus à l'est, juste après le retour à 2×2 voies. Puis nous remontrons l'infrastructure vers l'ouest avec un premier point sur l'échangeur de la Chênaie et un deuxième point sur le pont Chateaubriand.

2.1 - Retour à 2×2 voies.

Dans ce secteur, les comptages (compteur n°12) n'indiquent aucun problème ce qui est normal et rassurant. Cependant le samedi 27 juillet, on remarque une légère baisse des vitesses (chute de 90 km/h à 65 km/h) pendant 18 minutes (16h48 à 17h06). Cette petite perturbation est due à une forte demande de la voie d'affectation Rennes – Dol (compteur n°9). En effet, de 16h24 à 17h00, le compteur indique des débits de 200 véh/6min en moyenne avec des pointes à 290 véh/6min. Ces forts débits s'accompagnent d'une chute des vitesses de 60 à 39 km/h en moyenne.

Même si ces valeurs de débits sont très élevées par rapport au valeur maximale que l'on peut observer pour une voie de circulation, ces résultats sont très intéressants. Ceci montre que l'infrastructure est capable d'absorber une forte demande de la bretelle d'affectation (nouvellement créée), chose qu'elle n'aurait pas pu faire avec l'ancienne configuration. Sur l'ensemble des jours étudiés, il n'y a pas d'autres perturbations à signaler dans ce secteur.

2.2 - Fonctionnement de l'échangeur

Les deux bretelles de sortie en direction de Saint-Malo (compteur n°8) et Rennes (compteur n°4) présentent la même caractéristique : les vitesses pratiquées sont inférieures à la vitesse limite réglementaire sur l'ensemble de la période de comptage. Pour la première, on observe une vitesse moyenne de 37 km/h avec peu de variation autour de cette valeur (écart-type de 2 km/h) alors que la vitesse réglementaire est de 50 km/h. On remarque aussi que la longueur de cette bretelle est courte et est suivie d'un virage très serré. Pour la deuxième, la vitesse des usagers est de 62 km/h avec une variance un peu plus forte (écart-type de 5km/h).

Les débits observés lors des samedis révèlent que sur la période de congestion, 30 % (environ 430 véh/h) du flux présent entre le pont et l'échangeur prend l'une de ces deux sorties. Cette part est donc non négligeable. Et lorsque l'on observe les perturbations existantes sur le compteur n°13 (entre le pont et l'échangeur), elles sont toutes corrélées avec une hausse du débit des deux bretelles de sortie. De plus, les vitesses observées varient entre 40 et 60 km/h, valeurs proches de celles des bretelles de sortie.

On peut en conclure que la configuration des bretelles (géométrie, visibilité, lisibilité, etc) de sortie (principalement Dinan vers Saint-Malo) génère des perturbations sur la section courante liées au comportement des usagers qui exécutent très probablement une partie de leur phase de décélération sur la section courante. Cet élément pourrait servir lors de la mise à 2×2 voies futures (phase 2 des travaux).

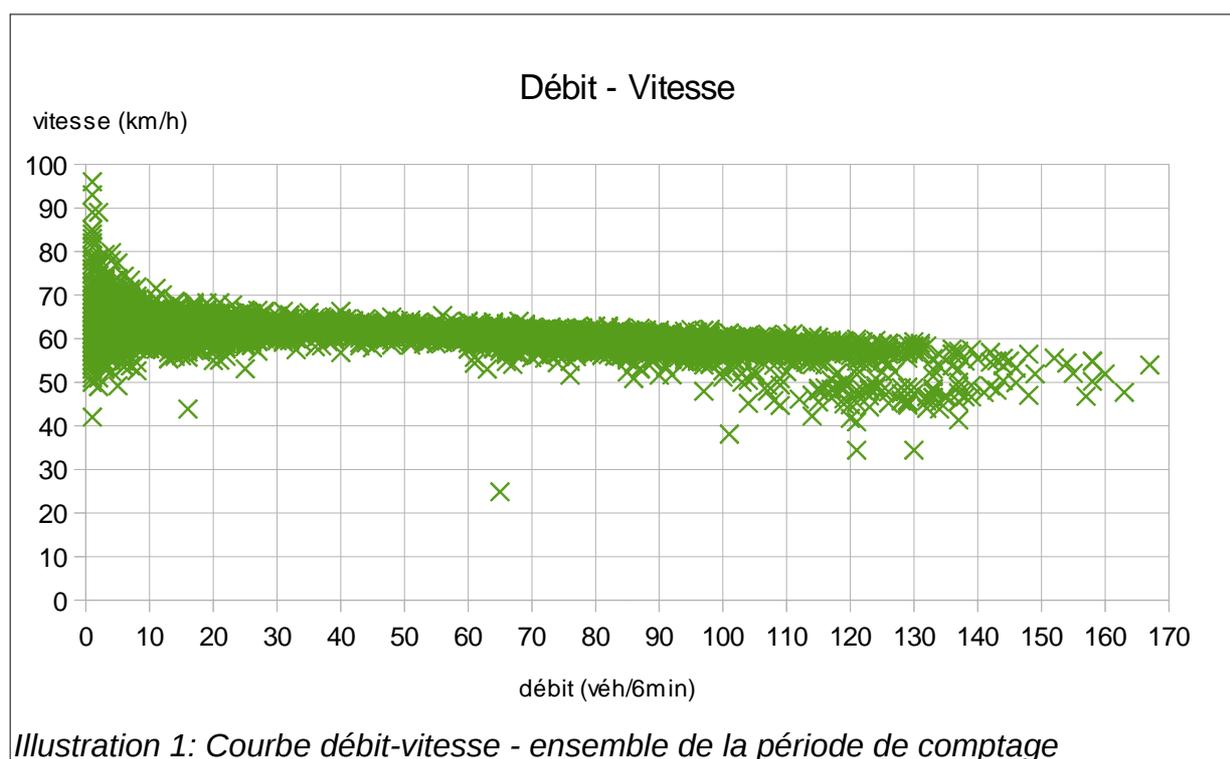
2.3 - Fonctionnement du pont Chateaubriand

Pour ce secteur de la RN 176, nous allons analyser la capacité du pont et les conséquences du rabattement en amont du pont.

2.3.1 - Capacité

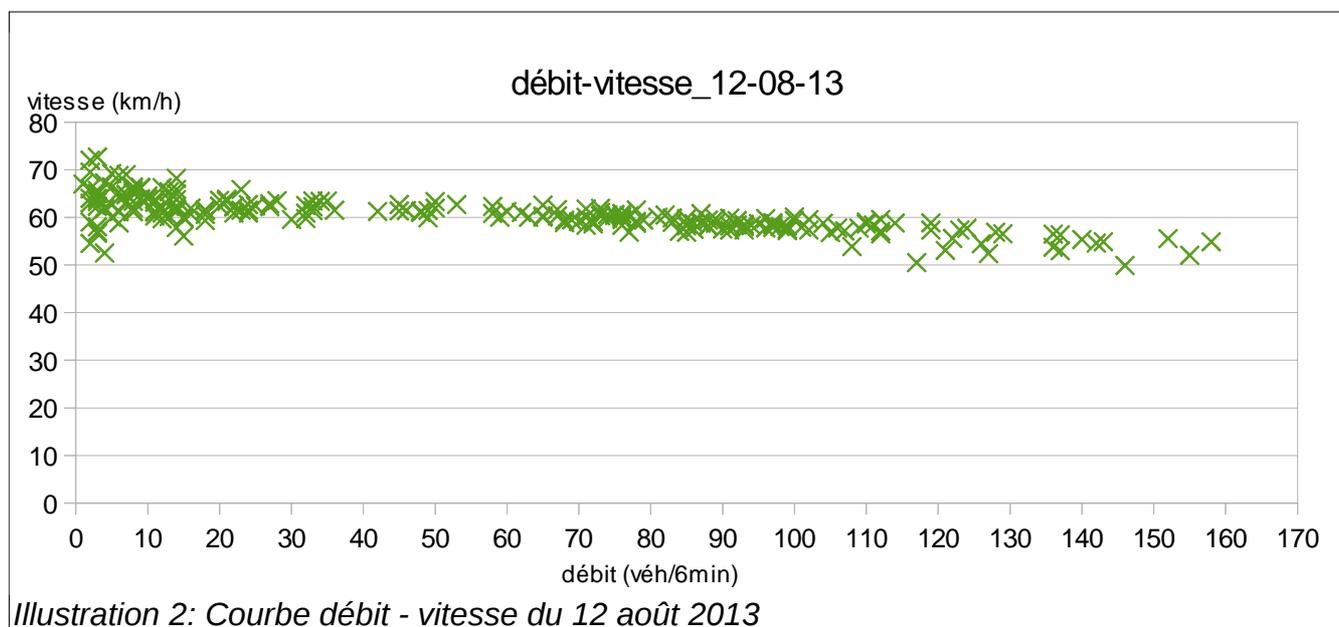
Pour obtenir la capacité du pont de Chateaubriand, il nous faut utiliser le compteur situé juste en aval de ce dernier (compteur n°10). Les compteurs en amont serviront à quantifier les bouchons.

La méthode utilisée pour évaluer la capacité consiste à tracer la vitesse en fonction du débit que l'on nomme courbe débit-vitesse (cf. illustration 1). En fait, cette courbe débit-vitesse nous renseigne sur deux points.



Le premier est que la vitesse pratiquée par les usagers est très nettement en dessous de la vitesse réglementaire (65 km/h en moyenne, sans congestion au lieu de 90 km/h). Cette vitesse plus faible indique que la capacité maximale possible de l'infrastructure n'est jamais atteinte et qu'un ou des phénomènes perturbent les conducteurs et les empêchent de rouler à la vitesse maximale autorisée. Il est donc recommandé approfondir cet élément pour optimiser l'écoulement (sentiment d'insécurité, trafic Poids-lourds, vue sur la Rance, etc).

Le deuxième point est la capacité du pont. Les points situés les plus à droite dans ce graphique permettent d'évaluer la capacité. Avec les comportements actuels des usagers, on peut estimer la capacité entre 1500 et 1600 véh/h. Si on observe la courbe débit vitesse du 12 août (cf. illustration 2), on constate que malgré les points ayant un débit supérieur à 1500 véh/h, aucune congestion apparaît. Il est donc très probable que la capacité actuelle du pont soit de 1600 véh/h.



Cependant, sur l'illustration 1, on remarque un grand nombre de points dont leur vitesse est inférieure à 50 km/h et leur débit compris entre 1100 et 1400 véh/h (cf. annexe 2 pour le détail par jours congestionnés). Ceci indique que lorsque la congestion est installée, le débit est plus faible. Ceci est normal car le fonctionnement d'une infrastructure est dégradée une fois que la congestion est présente.

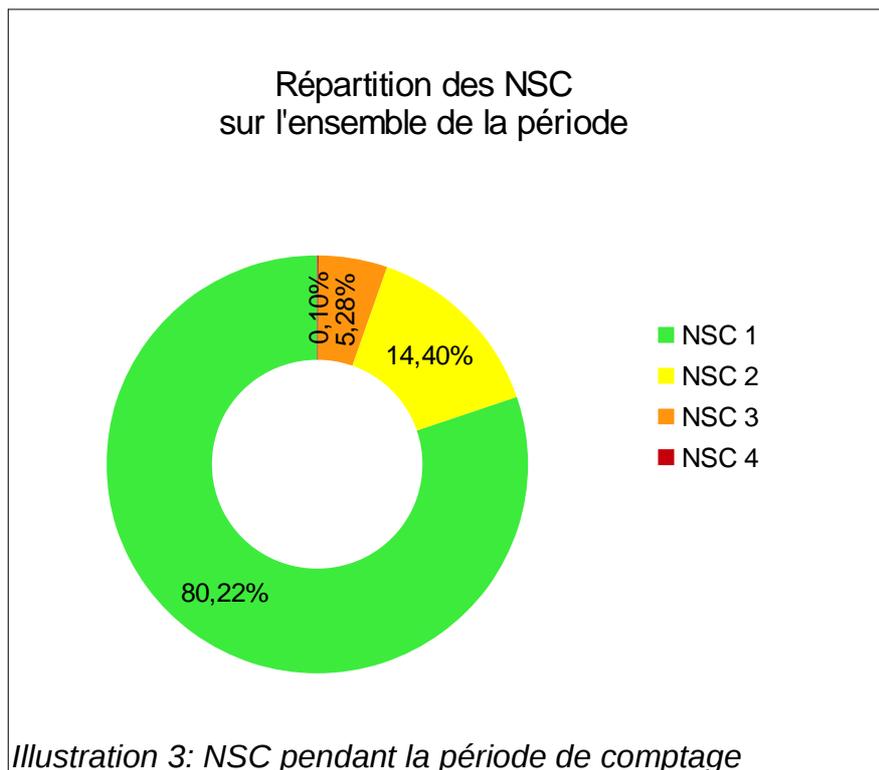
Pour résumer, avant l'apparition de la congestion, la capacité du pont est de 1600 véh/h. Mais dès que la congestion est présente, le fonctionnement est dégradé et le débit moyen écoulé est de 1250 véh/h.

2.3.2 - Niveau de service

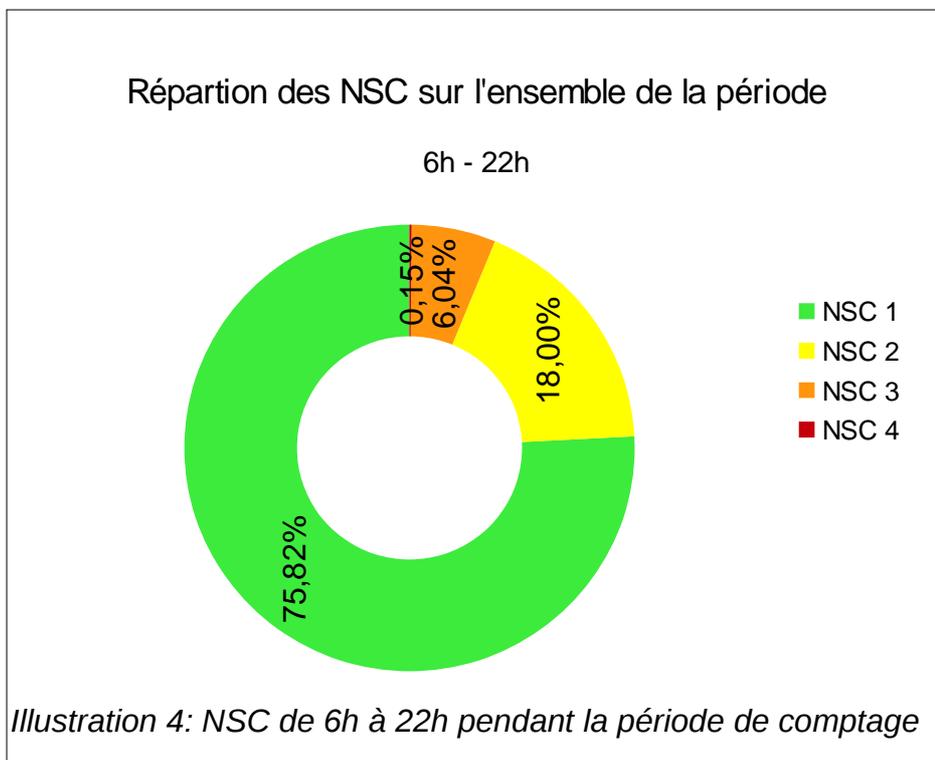
Pour évaluer le fonctionnement général d'une infrastructure, on utilise la méthode des niveaux de service de circulation (NSC). Cette méthode permet de classer les conditions de circulation rencontrées par les usagers d'un sens de circulation. Les NSC sont souvent caractérisés par la vitesse et le débit écoulé et sont aux nombres de quatre :

- NSC 1 : trafic fluide
- NSC 2 : trafic de fluide à dense
- NSC 3 : trafic dense
- NSC 4 : trafic saturé

L'illustration 3 présente les NSC juste en aval du pont. On constate que dans la très grande majorité du temps (94%), le niveau de service est bon.



L'illustration ci-dessous présente les NSC en ne conservant pour chaque jour la tranche horaire 6h – 22h. Ceci permet d'éviter les biais du trafic de nuit qui est toujours fluide. On constate que le trafic reste majoritairement fluide (93 %).

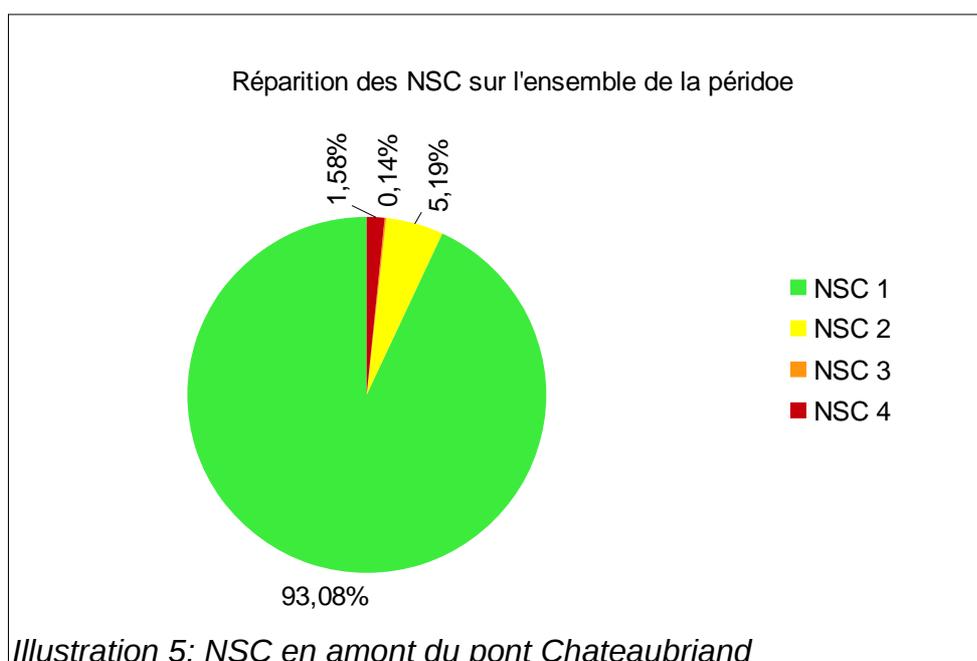


2.3.3 - Impacts du rabattement

Sur l'ensemble de la période observée (compteur n°11 + Siredo de Plouer-sur-Rance), seuls trois jours ont connu une période de congestion. Il s'agit des trois samedis présents dans la période (27 juillet, 3 et 10 août). Le tableau suivant résume les caractéristiques de la congestion.

congestion	27 juillet	3 août	10 août
durée	de 10h48 à 13h18 = 2h30	de 11h18 à 13h06 = 1h48	de 10h36 à 14h12 = 3h36
remonté de files maximale	presque 2,5 km	inférieur à 2,5 km	presque 2,5 km
Vitesse moyenne	14 km/h, variance : 3,5 km/h	14 km/h, variance : 3 km/h	14 km/h, variance : 3,5 km/h
Temps perdu maximum (pour un usager)	9-10 minutes	7-8 minutes	9-10 minutes

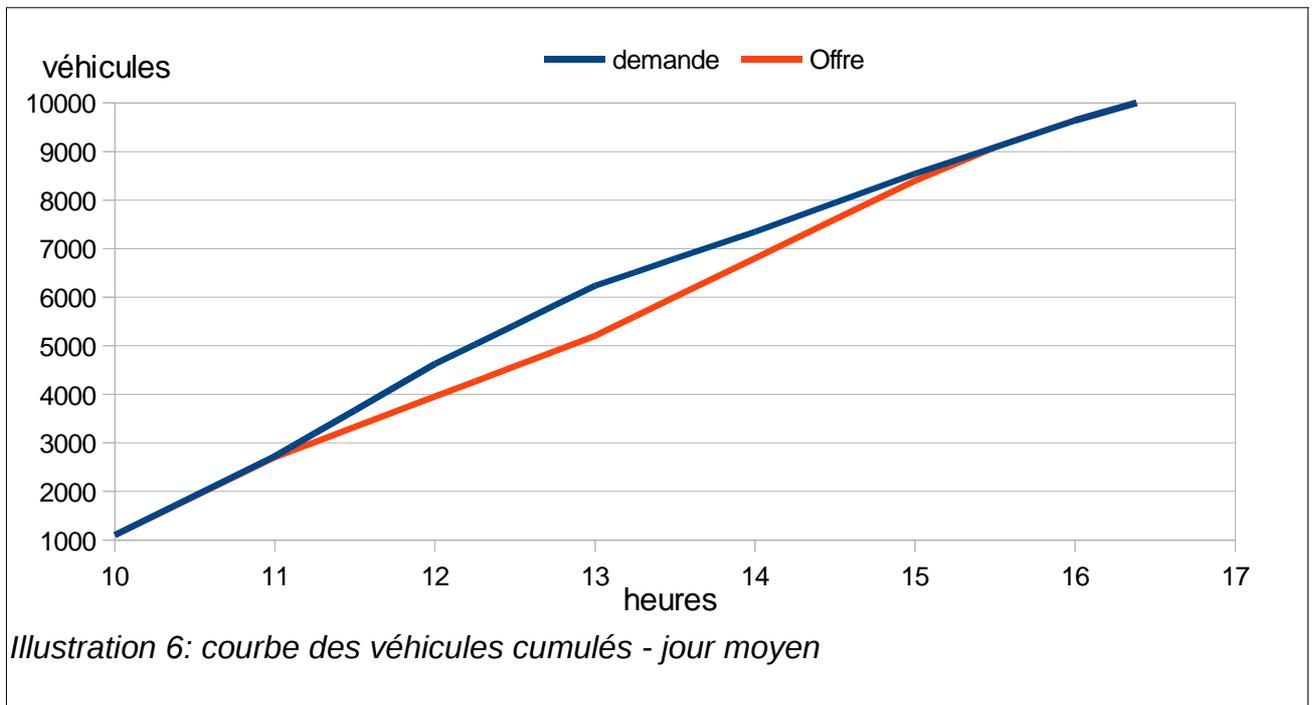
La durée cumulée de la congestion représente 474 minutes. Sur l'ensemble de la période étudiée, si on ne s'intéresse qu'à la période entre 6h et 22h, l'infrastructure est saturée 2,5% du temps, 1,6 % du temps sur l'ensemble des jours entiers. L'illustration suivante présente les NSC en amont du pont (compteur n°11) sur l'ensemble de la période de comptage.



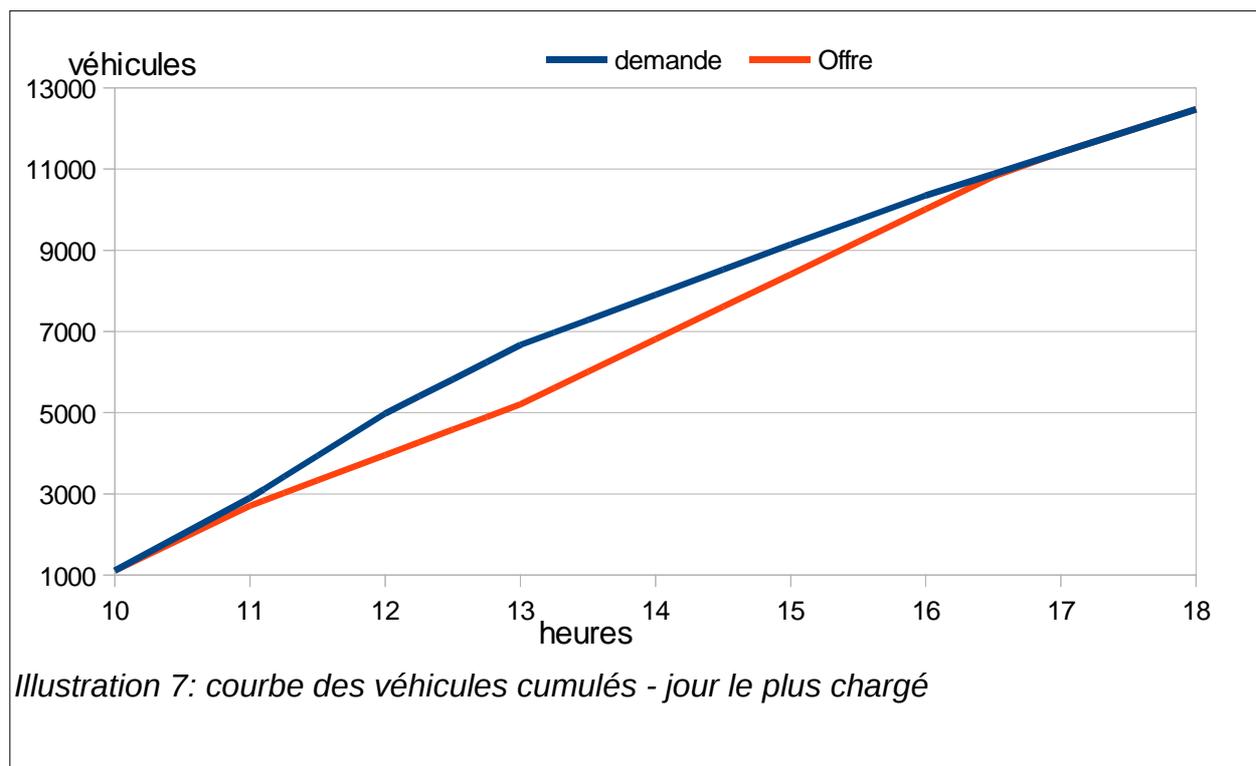
Si on étudie le fonctionnement de l'échangeur de Plouer-sur-Rance (compteur n°2 et n°7), on constate que les jours où la congestion est la plus forte (27 juillet et 10 août), on observe un nombre plus important de sortie que d'entrée alors que le reste du temps, il y a un peu plus d'entré que de sortie. Le nombre de véhicules qui sortent pendant la période congestionnée est d'environ 400 véhicules. On peut donc penser que les locaux évitent le pont de Chateaubriand pour utiliser le pont parallèle de Saint-Hubert (RD 366) par la commune de la Ville-és-Nonais.

2.3.4 - Courbes des véhicules cumulés

Dans cette partie, nous reprenons le travail sur la prospective à 2025, avec les données de 2012. Nous avons utilisé les valeurs de capacité calculée précédemment pour obtenir les courbes suivantes :



La durée du bouchon est de 4h, avec un retard maximal pour l'utilisateur de 39 minutes.



La durée du bouchon est de 5h30, avec un retard maximal pour l'utilisateur de 55 minutes.

3 - Conclusion

Les comptages effectués du 24 juillet au 13 août ont permis de mesurer la principale donnée attendue : la capacité du pont Chateaubriand. Cette capacité a été évaluée à 1600 véh/h. Néanmoins, cette valeur n'est pas optimale car la vitesse moyenne en régime fluide est de 65 km/h (25 km/h en dessous de la vitesse réglementaire). Il n'est pas possible de déterminer pourquoi la vitesse est réduite. Mais, si on suppose que le compteur n'était pas défectueux, nous pouvons proposer les hypothèses suivantes : taux de Poids-lourds (12 % du TMJA¹), vue sur la Rance (tourisme), sentiment d'insécurité (effet tunnel de part et d'autre du pont, vent).

Les comptages ont aussi permis de constater que dans le sens ouest – est, le pont Chateaubriand ne génère de la congestion que les samedis de la période estivale (mi-juillet à début septembre) et de certains week-ends prolongés. Ceci représente donc environ 10 jours par an de perturbation, soit 2,74 % des jours sur une année. En aval du pont, les données observées indiquent que l'échangeur de la Chênaie a une fonction d'échange très importante et que la suppression des « stop » a été très bénéfique pour le bon fonctionnement de l'infrastructure. Les prochains travaux devraient encore améliorer son fonctionnement.

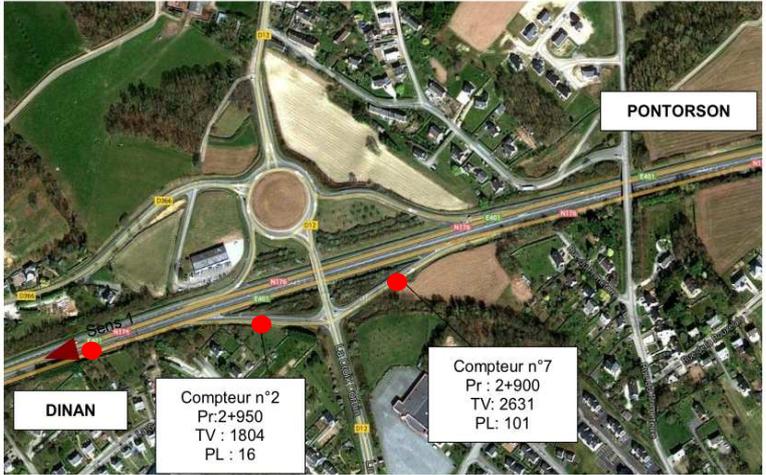
La prospective à 2025 révèle que les bouchons pourraient durer 4 à 5 heures avec un retard maximal quatre fois plus important (40 minutes) pendant la période estivale. Cependant, le reste de l'année, on ne constate pas de bouchon. De plus, une configuration avec le pont Chateaubriand en bidirectionnel et une 2×2 voies de part et d'autre du pont peut améliorer la capacité du pont.

1 TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel

Annexe 1

Pose compteurs sur la RN176

ST N176
 PLOUER
 Pr:03+500
 TV : 11514
 PL : 1292



Compteur n°2
 Pr:2+950
 TV : 1804
 PL : 16

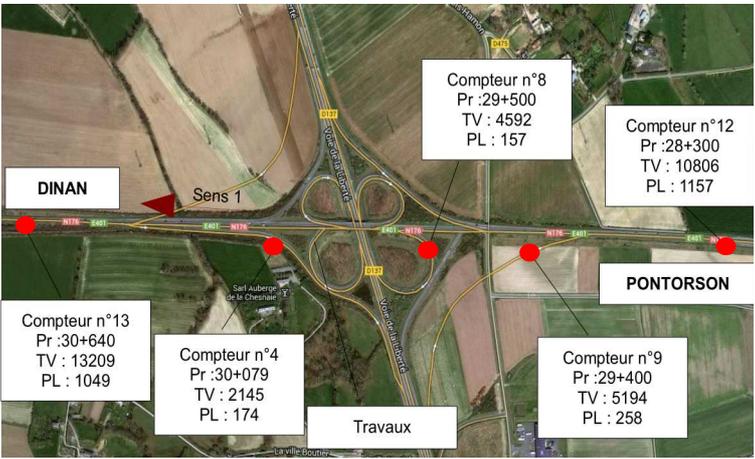
Compteur n°7
 Pr : 2+900
 TV : 2631
 PL : 101



Compteur n°11
 Pr : 1+500
 TV : 11588
 PL : 872

Compteur n°10
 Pr :33+350
 TV : 12262
 PL : 706

Compteur n°14
 Pr :32+630
 TV : 900
 PL : 26



Compteur n°8
 Pr :29+500
 TV : 4592
 PL : 157

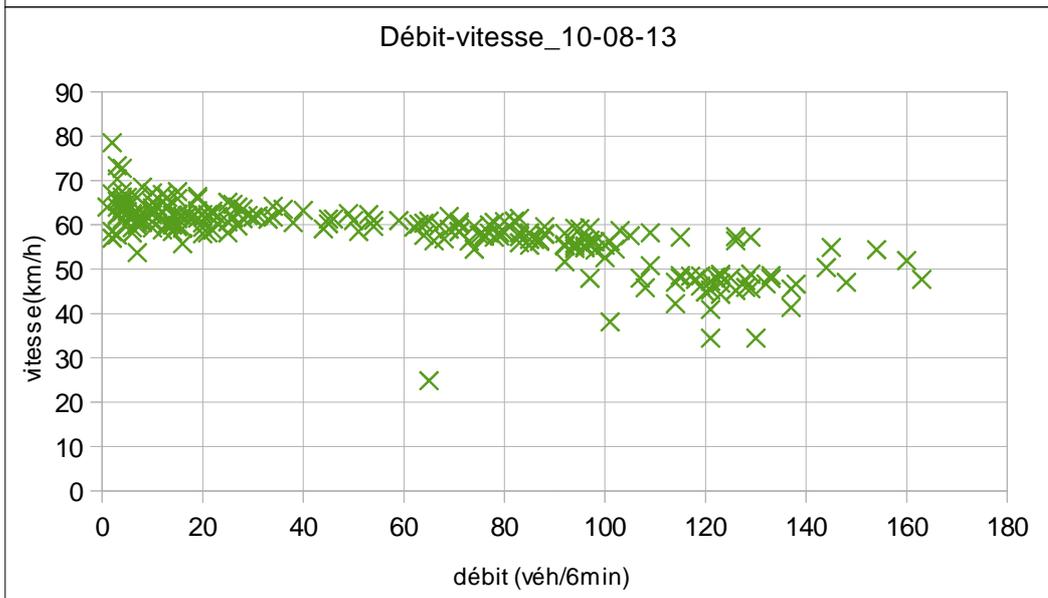
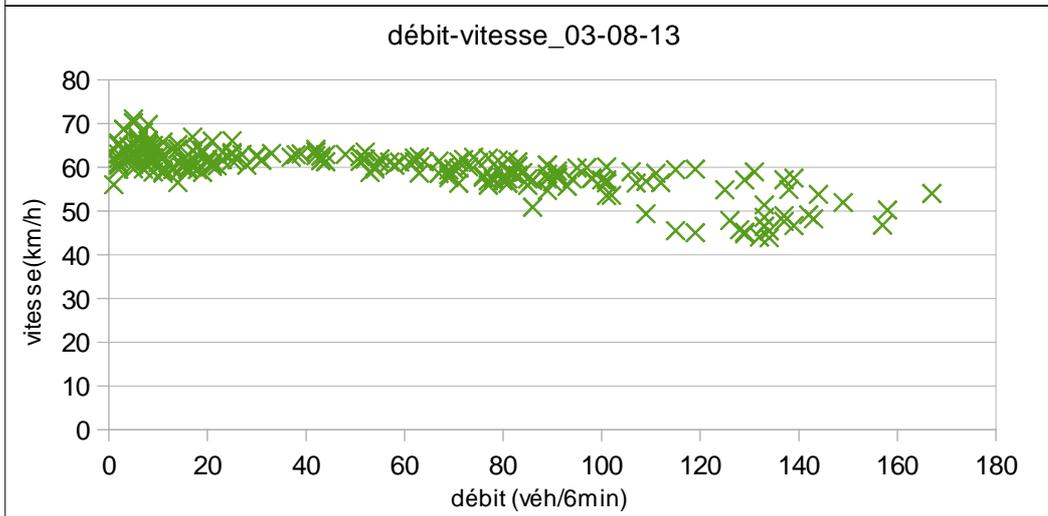
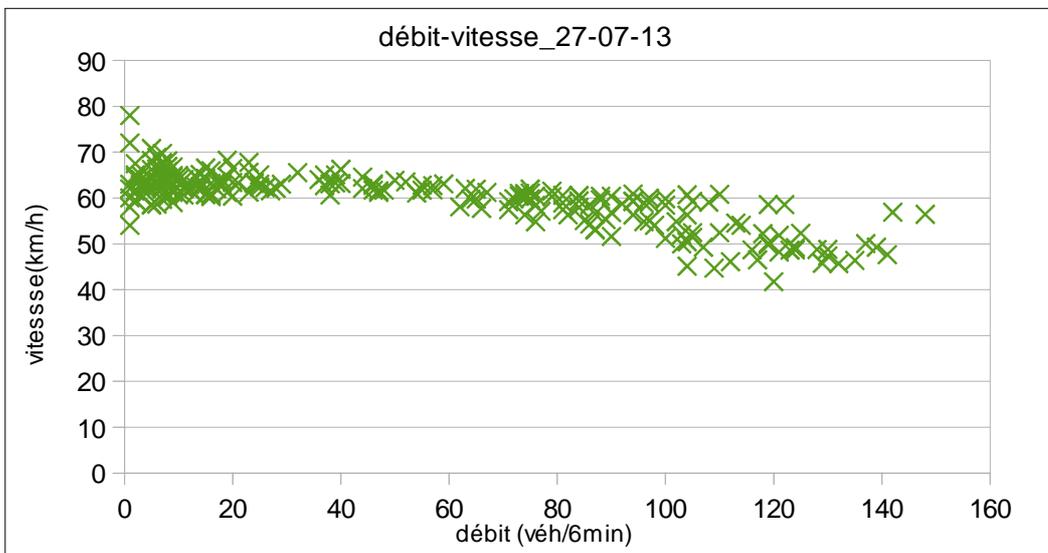
Compteur n°12
 Pr :28+300
 TV : 10806
 PL : 1157

Compteur n°13
 Pr :30+640
 TV : 13209
 PL : 1049

Compteur n°4
 Pr :30+079
 TV : 2145
 PL : 174

Compteur n°9
 Pr :29+400
 TV : 5194
 PL : 258

Annexe 2



Annexe 3

Débits horaires tous véhicules – station de plouer – 01/07/13 au 18/08/13

Heures et Jours	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Total du jour
01/07/13	40	16	20	16	59	115	249	705	859	667	693	736	626	569	671	700	695	813	732	462	216	148	84	57	9948
02/07/13	22	11	18	21	47	78	175	614	858	666	672	760	582	528	605	663	758	954	764	478	211	134	103	66	9788
03/07/13	25	12	11	13	31	91	164	562	734	567	664	713	633	541	655	670	745	969	839	545	250	146	107	60	9747
04/07/13	36	20	9	15	35	92	201	601	806	639	629	743	628	580	665	693	760	971	836	543	249	158	111	81	10101
05/07/13	53	18	11	21	39	82	193	594	790	720	819	872	684	586	813	847	857	1019	886	698	411	212	148	119	11492
06/07/13	103	76	32	27	43	69	121	222	458	688	967	1146	857	627	671	706	569	660	585	502	263	172	114	124	9802
07/07/13	109	88	60	39	28	38	89	143	261	429	647	887	766	535	585	685	750	915	1028	845	631	390	255	113	10316
08/07/13	52	29	10	23	62	134	264	642	877	754	823	856	714	658	712	763	880	857	853	542	299	215	115	69	11203
09/07/13	30	12	11	14	42	99	187	558	755	637	734	756	663	606	564	526	665	1019	894	518	294	186	122	78	9970
10/07/13	37	21	11	15	48	124	308	764	948	830	889	848	739	618	682	665	725	894	773	491	248	162	118	79	11037
11/07/13	34	20	15	15	30	91	192	582	882	698	760	879	704	617	764	751	808	911	875	590	263	169	108	92	10850
12/07/13	49	23	13	21	47	79	175	574	719	664	875	915	738	646	758	880	907	983	952	772	455	268	167	125	11805
13/07/13	79	35	18	21	28	59	142	251	478	671	1021	1312	1002	682	770	757	645	622	609	506	286	155	129	153	10431
14/07/13	161	104	77	39	31	47	104	153	207	401	548	774	689	438	533	620	728	833	991	917	689	538	372	124	10118
15/07/13	71	48	17	20	59	137	231	646	791	804	944	958	743	629	778	757	827	892	860	553	288	157	103	68	11381
16/07/13	23	21	16	23	42	84	192	556	780	714	814	838	736	656	732	734	775	1002	883	564	250	164	135	77	10811
17/07/13	55	12	24	19	39	78	199	520	721	691	781	830	714	648	747	677	759	875	880	592	253	192	130	101	10537
18/07/13	50	21	11	20	47	83	194	563	813	702	823	855	722	687	769	736	782	906	875	543	306	182	143	99	10932
19/07/13	63	28	82	46	59	108	184	581	762	692	849	966	827	700	791	894	811	930	903	746	449	256	197	113	12037
20/07/13	107	85	41	27	44	86	161	294	526	736	1136	1392	1102	732	772	809	738	693	678	564	302	171	158	119	11473
21/07/13	83	66	77	64	36	49	93	123	222	460	711	941	770	521	570	661	815	925	1093	898	590	401	283	167	10619
22/07/13	94	56	38	45	60	132	278	616	829	771	934	919	858	798	821	843	884	1004	914	575	326	163	152	52	12162
23/07/13	<u>23</u>	<u>10</u>	<u>12</u>	<u>19</u>	<u>41</u>	<u>89</u>	<u>180</u>	<u>655</u>	<u>889</u>	<u>664</u>	<u>690</u>	<u>674</u>	<u>589</u>	<u>544</u>	<u>626</u>	<u>651</u>	<u>751</u>	<u>947</u>	854	511	264	144	132	94	10053
24/07/13	35	17	15	20	37	90	177	536	760	678	909	923	744	612	772	713	749	855	830	538	269	170	136	100	10685
25/07/13	53	24	15	23	36	81	196	512	766	673	854	914	872	710	811	790	848	912	864	576	304	194	144	120	11292
26/07/13	44	28	19	23	38	92	163	562	747	737	904	969	902	732	858	862	1033	959	936	719	424	281	212	152	12396
27/07/13	95	51	31	28	36	71	150	290	491	801	1323	1537	1198	815	869	906	893	766	606	465	254	170	135	99	12080
28/07/13	90	75	40	39	16	27	88	151	271	490	771	1021	818	597	684	918	884	904	935	752	504	342	229	128	10774
29/07/13	45	29	11	30	53	108	250	599	803	772	889	927	860	891	895	938	883	930	881	534	285	137	119	90	11959
30/07/13	33	20	14	20	34	80	170	494	752	640	831	918	773	673	851	823	947	893	876	539	277	140	125	72	10995
31/07/13	44	22	14	21	29	72	156	482	676	711	889	948	791	626	760	820	762	909	864	574	299	160	152	101	10882
01/08/13	52	33	14	20	34	76	174	493	722	714	913	878	789	633	781	778	681	856	816	561	300	212	179	110	10819
02/08/13	47	37	31	27	40	111	156	465	678	754	930	1027	822	672	841	972	913	986	909	681	399	256	200	114	12068
03/08/13	83	58	38	27	55	110	200	340	609	857	1311	1546	1209	761	920	867	818	661	678	535	337	171	183	137	12511
04/08/13	78	52	44	22	25	56	92	154	301	484	793	987	817	528	620	788	815	795	950	761	425	321	265	134	10307
05/08/13	66	41	15	27	50	104	219	429	653	710	981	1071	867	694	879	934	862	921	849	557	241	181	133	81	11565
06/08/13	50	26	16	21	35	74	154	388	628	655	954	1001	821	639	764	784	850	918	776	528	254	196	121	98	10751
07/08/13	57	29	24	21	23	76	142	359	579	688	920	1156	944	691	884	852	907	977	914	609	293	198	195	91	11629
08/08/13	74	36	15	14	33	76	151	362	597	710	949	1122	925	686	875	865	910	888	832	631	354	218	163	130	11616
09/08/13	51	27	20	22	38	83	156	387	628	709	1014	1129	976	803	958	1002	1012	978	1014	699	383	289	199	134	12711
10/08/13	101	52	33	37	52	100	180	325	640	959	1412	1575	1373	968	898	941	863	772	707	636	317	209	164	134	13448
11/08/13	121	70	35	32	40	43	100	133	310	522	856	1055	910	640	728	867	839	879	893	712	442	291	254	145	10917
12/08/13	109	59	27	35	50	100	201	377	649	724	1153	1237	952	768	921	947	937	908	770	536	308	194	139	94	12195
13/08/13	56	16	15	17	37	72	166	338	671	771	1115	1118	936	700	790	882	877	875	841	575	317	201	180	104	11670
14/08/13	68	21	21	24	37	61	145	292	601	752	1027	1213	882	704	824	932	934	982	910	707	426	225	182	152	12122
15/08/13	63	39	26	16	20	37	121	148	299	531	803	1096	926	675	802	849	783	836	859	741	385	247	247	151	10700
16/08/13	104	55	29	24	31	84	160	312	567	796	1119	1447	1191	881	1072	1310	1315	1141	1104	773	394	287	235	143	14574
17/08/13	106	60	32	22	53	84	166	343	599	1028	1581	1647	1349	1123	1260	1304	1045	1105	900	640	368	261	181	158	15415
18/08/13	168	82	55	36	27	47	116	154	352	625	1079	1454	1178	837	949	1161	1181	1157	1096	825	598	391	282	134	13984

total : 556 678 véhicules

Débits horaires tous véhicules – station de plouer – 01/07/12 au 18/08/12

Heures et Jours	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	Total du jour
01/07/12	121	86	42	42	23	34	61	117	216	381	576	659	613	453	570	780	948	1056	1014	718	394	275	173	107	9459
02/07/12	36	15	10	31	56	140	222	462	670	593	681	677	600	539	581	594	641	758	775	468	227	135	91	49	9051
03/07/12	28	15	17	13	31	53	154	409	621	568	575	637	513	484	502	537	632	728	734	441	240	179	113	60	8284
04/07/12	47	23	14	19	27	50	136	327	535	547	555	613	472	491	544	582	597	744	735	452	254	151	96	48	8059
05/07/12	36	22	12	18	24	61	153	395	578	636	591	622	552	548	650	599	712	835	771	501	303	179	139	87	9024
06/07/12	44	21	17	27	37	50	134	361	607	562	713	634	675	588	698	849	818	858	785	667	376	221	163	110	10015
07/07/12	85	45	46	32	31	60	79	208	402	628	1019	1032	834	610	653	616	592	545	534	550	289	180	180	127	9377
08/07/12	170	77	72	45	19	28	51	121	181	368	593	755	620	483	617	838	935	1075	1200	887	530	351	248	121	10385
09/07/12	50	29	20	29	49	141	227	434	564	618	742	751	643	553	616	774	693	827	779	485	256	176	105	61	9622
10/07/12	37	20	12	23	25	62	134	355	543	582	674	694	589	551	603	670	670	787	787	525	287	144	106	66	8946
11/07/12	36	19	17	21	16	68	144	332	521	607	690	729	535	501	637	648	686	855	809	515	254	204	115	85	9044
12/07/12	41	10	18	19	23	53	147	363	552	557	688	718	629	588	680	679	731	864	796	499	245	179	111	71	9261
13/07/12	46	19	23	31	23	54	105	302	508	594	728	809	752	630	745	782	870	927	903	644	390	227	155	121	10388
14/07/12	75	40	33	27	26	59	87	178	348	647	1138	1298	896	638	660	716	577	626	591	433	223	170	132	167	9785
15/07/12	524	289	78	50	29	29	42	85	223	380	662	814	689	565	747	993	1070	1187	1172	988	698	458	272	125	12169
16/07/12	192	125	29	27	61	132	226	417	661	688	864	898	839	627	731	788	803	798	841	625	339	226	121	83	11141
17/07/12	48	19	25	9	21	59	140	320	537	619	764	743	689	508	628	649	749	849	765	616	285	215	118	83	9458
18/07/12	35	27	24	18	17	63	143	305	527	644	763	780	607	523	609	675	701	902	834	587	329	209	135	93	9550
19/07/12	69	21	20	23	32	52	138	362	593	586	772	868	716	641	718	733	764	897	833	538	308	234	157	110	10185
20/07/12	44	27	21	29	24	48	104	281	529	588	864	963	780	647	838	849	926	902	881	722	360	240	185	137	10989
21/07/12	92	55	36	49	39	61	108	224	454	836	1256	1372	1038	842	868	762	775	745	727	603	378	261	172	191	11944
22/07/12	143	83	53	43	36	43	53	108	214	459	791	865	744	602	721	910	1055	1183	1174	1073	864	509	436	348	12510
23/07/12	157	220	271	92	70	128	262	467	680	680	987	943	869	613	735	776	770	922	866	602	395	359	198	193	12255
24/07/12	68	59	102	238	221	115	143	417	580	684	765	741	622	520	576	667	673	846	836	590	407	245	215	248	10578
25/07/12	83	52	19	43	27	57	137	305	528	557	683	714	567	536	629	594	704	848	812	517	344	271	196	141	9364
26/07/12	69	59	24	27	27	74	127	377	538	537	735	689	590	486	572	807	773	834	831	546	344	221	189	136	9612
27/07/12	68	42	30	33	28	55	141	325	501	577	775	764	791	648	806	960	886	852	914	635	379	288	240	160	10898
28/07/12	103	55	44	32	41	84	157	320	553	1025	1431	1471	1447	953	900	849	779	758	766	702	340	317	246	193	13566
29/07/12	127	97	61	42	28	35	66	130	236	481	864	1080	842	663	769	964	941	998	915	928	645	397	290	160	11759
30/07/12	71	30	22	31	41	142	221	412	559	690	899	1029	754	597	647	708	723	851	804	544	339	208	154	92	10568
31/07/12	47	19	19	23	27	70	137	349	551	618	786	863	658	563	633	698	734	863	812	605	358	227	172	85	9917
01/08/12	69	36	19	29	28	60	149	304	478	593	772	824	683	633	663	692	723	838	827	538	290	224	150	100	9722
02/08/12	50	21	21	16	26	62	102	308	489	630	831	808	711	664	670	779	769	821	811	628	317	194	176	132	10036
03/08/12	65	24	22	42	27	60	146	326	541	651	788	946	815	668	868	921	865	880	849	718	393	291	261	155	11322
04/08/12	99	52	28	40	49	68	164	282	506	932	1291	1398	1287	817	839	839	786	644	673	532	338	209	177	161	12211
05/08/12	118	65	41	34	37	40	84	138	278	523	810	981	748	498	660	926	918	906	962	876	490	397	259	199	10988
06/08/12	67	35	32	24	55	109	160	327	480	705	956	1030	785	604	786	768	821	853	800	606	331	215	147	89	10785
07/08/12	52	21	14	20	25	47	103	275	531	698	876	950	733	509	653	671	721	774	804	657	329	220	169	124	9976
08/08/12	67	22	25	18	28	48	99	218	442	724	889	922	675	553	601	621	732	841	858	699	372	297	266	215	10232
09/08/12	87	38	26	23	20	53	109	251	509	642	849	866	667	533	658	711	762	833	888	642	450	308	268	177	10370
10/08/12	106	51	29	33	30	46	94	254	490	721	872	927	888	588	823	867	867	912	971	779	477	356	325	224	11730
11/08/12	148	65	44	35	49	102	141	308	577	1057	1413	1441	1325	1226	1042	892	848	837	789	682	457	308	310	246	14342
12/08/12	159	105	58	46	40	48	80	173	331	651	1049	1189	1014	691	790	950	1085	1062	915	907	605	444	318	167	12877
13/08/12	94	51	34	32	52	101	160	314	517	781	1024	1235	1035	751	800	881	861	838	749	601	351	242	167	137	11808
14/08/12	66	30	21	26	20	57	89	231	430	654	870	1009	887	660	775	879	893	901	804	648	358	226	194	206	10934
15/08/12	325	144	29	20	14	36	51	136	229	519	802	937	804	579	662	805	732	831	872	719	420	355	277	225	10523
16/08/12	90	37	31	21	25	80	144	287	586	833	1056	1198	941	739	871	977	931	966	859	637	367	244	219	150	12289
17/08/12	88	40	34	28	31	67	123	269	490	706	996	1060	946	658	806	928	984	982	974	805	535	429	330	223	12532
18/08/12	101	60	44	47	43	90	188	330	632	1099	1410	1468	1304	1229	1063	997	921	868	862	706	495	357	317	236	14867

total : 524 707 véhicules

Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Ouest
MAN – 9 rue René Viviani
BP 46223
44262 NANTES cedex 2
Tél. : 02 40 12 83 01
Fax : 02 40 12 84 44
CETE-Ouest@developpement-durable.gouv.fr

www.cete-ouest.developpement-durable.gouv.fr