RAPPORTS

Direction interdépartementale des routes Ouest

Direction Régionale de l'Écologie, de l'Aménagement et du Logement Bretagne

31 mars 2017

Évaluation de l'expérimentation d'une réduction de la limitation des vitesses sur la rocade de Rennes

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer

Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer

www-developpement-durable.gouv.fr

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0.1	20/03/17	Version 1
0.2	30/03/17	Prise en compte des remarques de la DIR Ouest et de la DREAL Bretagne
0.3	31/03/17	Version finale

Affaire suivie par

Daniel PICOUAYS – Direction Interdépartementale des Routes Ouest
Tél. : 02 99 33 47 86
direction.diro@developpement-durable.gouv.fr

Geneviève DAULNY – Direction Régionale de l'Écologie, de l'Aménagement et du Logement Bretagne
Tél. : 02 99 33 45 55
sceal.dreal-bretagne@developpement-durable.gouv.fr

Organismes prestataires

Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8ème étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

LEE Ingénierie
482 rue des Mercières, 69140 Rillieux-la-Pape
Tél : 04 37 85 04 44

Météo France - Direction interrégionale Ouest
27 rue Jules Vallès, 35136 Saint Jacques de la Lande
Tél : 02 99 31 01 44

Espace 9 - Siège Social
1140, rue Ampère - ACTIMART - bt 1B Entrée A 13851 Aix-En-Provence Cedex 3
Tél : 04 42 90 56 30 - Fax. 04 42 38 46 73

SOMMAIRE

1 - LE CONTEXTE ET L'OBJET DE L'EXPÉRIMENTATION....7
1.1 - Le contexte....7
1.2 - La mise en œuvre de la réduction des vitesses....7
1.2.1 -Localisation des changements de vitesse sur le réseau national et départemental....7
1.2.2 -Campagne d'information des usagers....9
1.3 - Le suivi de l'expérimentation....9

2 - LA QUALITÉ DE L'AIR, UN ENJEU DE SANTÉ PUBLIQUE À L'ÉCHELLE DE LA MÉTROPOLE DE RENNES....10
2.1 - Le cadre de l'action publique....10
2.2 - L'état de la qualité de l'air sur la métropole rennaise....10
2.3 - Un territoire mobilisé pour améliorer la qualité de son environnement....11

3 - LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION....13
3.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse....13
3.2 - L'impact sur les volumes de trafic....14
3.3 - L'impact sur les conditions de circulation....15
3.4 - L'impact sur la qualité de l'air....16
3.4.1 -Polluants étudiés....16
3.4.1.a - Les sources de pollution....17
3.4.1.b - Réglementation....18
3.4.2 -Matériel et méthode de mesures....18
3.4.2.a - Méthode de comparaison et d'interprétation des données....18
3.4.2.b - Choix des sites de mesures....26
3.4.2.c - Technique de mesures....30
3.4.2.d - Limites de l'étude....33
3.5 - L'impact sur le bruit....34
3.5.1 -Méthodologie....34
3.5.2 -Méthode d'analyse....35
3.6 - L'impact sur la sécurité routière....37
3.6.1 -Sources de données....37
3.6.2 -Méthodologie utilisée....38
3.7 - Synthèse des indicateurs....39

4 - LES RÉSULTATS CONSOLIDÉS DE L'ÉVALUATION....40
4.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse....40
4.1.1 -Étude de la vitesse libre....40
4.1.2 -Analyse du respect de la limitation de vitesse....41
4.1.2.a - Évolutions avant/après la baisse des vitesses....41

4.1.2.b - Évolutions mois par mois....42
4.2 - L'impact sur les volumes de trafic....43
4.2.1 -Étude des TMJ (Trafic Moyen Journalier)....43
4.2.1.a - Sur la rocade de Rennes....43
4.2.1.b - Sur les autres zones....43
4.2.2 -Zoom sur la rocade Ouest....44
4.2.2.a - Baisse du trafic....44
4.2.2.b - Reports de trafic....45
4.3 - L'impact sur les conditions de circulation....46
4.3.1 -Evolution du temps de parcours....46
4.3.1.a - Heure de pointe matin....47
4.3.1.b - Heure de pointe soir....48
4.3.2 -Phénomènes de congestion....49
4.3.2.a - Heure de pointe matin....49
4.3.2.b - Heure de pointe soir....51
4.3.2.c - Hypothèses pour expliquer la dégradation à l'ouest....52
4.4 - L'impact sur la qualité de l'air....53
4.4.1 -Résultats et interprétation des concentrations sur l'ensemble des campagnes....53
4.4.1.a - Evolution des concentrations en dioxyde d'azote et particules sur l'ensemble des campagnes....53
4.4.1.b - Synthèse et interprétation des tendances générales constatées sur l'ensemble des périodes de mesures....56
4.4.2 -Résultats et interprétation des concentrations par binôme....56
4.4.2.a - Dioxyde d'azote : évolution des concentrations pour les couples analogues....57
4.4.2.b - Particules PM10 : évolution des concentrations pour les couples analogues....73
4.4.2.c - Evolution des paramètres d'influence pour les couples analogues et corrélation avec les évolutions des concentrations....77
4.4.3 -Conclusions....83
4.5 - L'impact sur le bruit....85
4.5.1 -Récapitulatif des mesures brutes....85
4.5.2 -Récapitulatif des mesures recalées....85
4.5.3 -Conclusion....86
4.6 - L'impact sur la sécurité routière....88
4.6.1 -L'évolution de l'accidentalité corporelle....88
4.6.2 -Evolution de l'accidentalité matérielle et corporelle....89
5 - SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES RÉSULTATS D'ÉVALUATION....91
5.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse....91
5.2 - L'impact sur les volumes de trafic....91
5.3 - L'impact sur les conditions de circulation....92
5.3.1 -Evolution des temps de parcours....92
5.3.2 -Impacts sur la répartition des vitesses pratiquées en congestion....92
5.4 - L'impact sur la qualité de l'air....93
5.5 - L'impact sur le bruit....94

5.6 - L’impact sur la sécurité routière.....94
5.7 - Les principaux enseignements de l’expérimentation.....95

6 - CONCLUSIONS.....96
6.1 - Décisions prises suite à l’expérimentation.....96
6.2 - Valeurs des résultats.....96

7 - BIBLIOGRAPHIE – ÉTUDES ET DOSSIERS RÉALISÉS POUR CETTE ÉVALUATION.....97

8 - INDEX DES ILLUSTRATIONS.....98

9 - INDEX DES TABLEAUX.....101

10 - ANNEXES.....102
10.1 - Annexe 1 : Valeurs de temps de parcours.....102
10.1.1 -HPM.....102
10.1.2 -HPS.....102
10.2 - Annexe 2 : Données de calcul de l’indicateur de congestion.....103
10.3 - Annexe 3 : Évaluation de l’impact sur la qualité de l’air - Fiches synthétiques par couple..104

1 - Le contexte et l'objet de l'expérimentation

1.1 - Le contexte

Afin de contribuer à la lutte contre les nuisances (pollution atmosphérique et bruit), de renforcer la sécurité routière et d'améliorer la fluidité du trafic, le préfet de la région Bretagne, préfet d'Ille-et-Vilaine, en plein accord avec la députée-maire de Rennes, le président de Rennes Métropole et le président du conseil départemental d'Ille-et-Vilaine, a décidé, à titre expérimental, de réduire de 20 km/h les vitesses maximales autorisées sur la rocade de Rennes et ses principaux accès. L'expérimentation, d'une durée d'un an, a débuté le 1er octobre 2015 et s'est achevé le 30 septembre 2016.

La mesure emblématique de réduction des vitesses a permis de sensibiliser les habitants de l'agglomération aux enjeux de la qualité de l'air. Cette expérimentation s'inscrit dans un ensemble de mesures complémentaires et diversifiées visant à lutter contre la pollution atmosphérique. Le plan de protection de l'atmosphère de l'agglomération rennaise, adopté le 12 mai 2015, contribue aussi à une mise en œuvre coordonnée de l'ensemble de ces mesures.

Le présent rapport a pour objectif de présenter la démarche d'évaluation de l'impact de cette mesure qui a été mise en œuvre pendant la période d'expérimentation et ses résultats.

1.2 - La mise en œuvre de la réduction des vitesses

1.2.1 - Localisation des changements de vitesse sur le réseau national et départemental

Sur la rocade de Rennes, la vitesse maximale autorisée est passée pour les **véhicules légers** de 110 km/h à 90 km/h entre les portes de Beaulieu et de Saint-Malo (rocades Est et Nord) sur environ 14,6 km et de 90 km/h à 70 km/h sur les secteurs Sud et Ouest sur environ 16 km.

Situation en septembre 2015 **Situation au 1er octobre 2015**

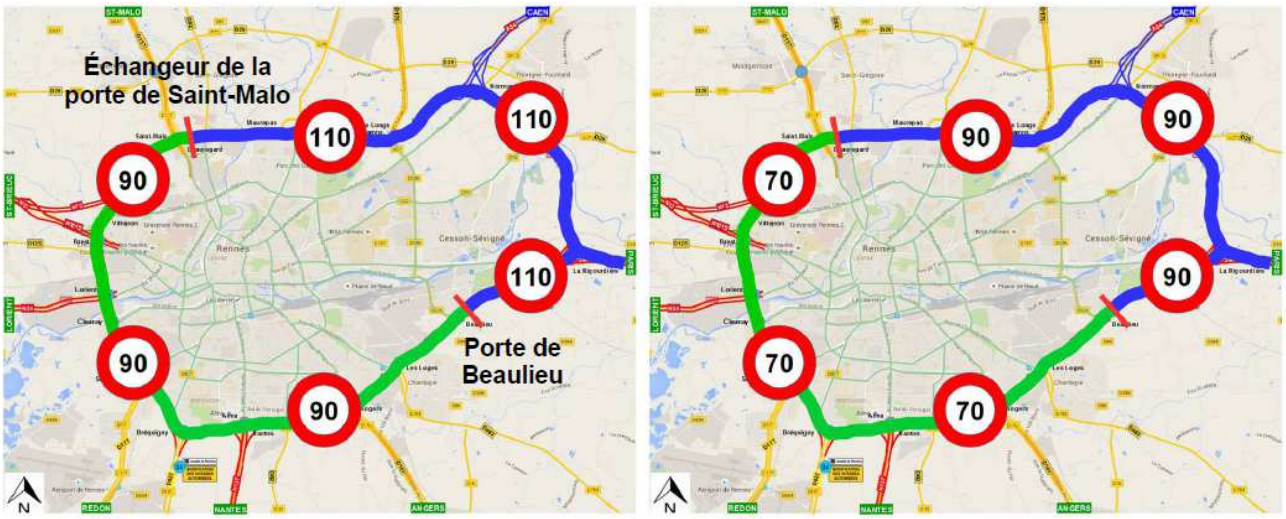


Illustration 1 : Cartographie de la réduction des limitations de vitesse pour les VL sur la rocade de Rennes

Sur la rocade de Rennes, pour les poids lourds (> 12 t), l'abaissement des vitesses s'est traduit par le passage de 80 km/h à 70 km/h sur les sections Sud et Ouest situées entre l'Ouest de l'échangeur de la porte de Saint-Malo et l'Ouest de la porte de Beaulieu. Sur les autres sections, la vitesse est restée limitée à 80 km/h.

Situation en septembre 2015 **Situation au 1er octobre 2015**

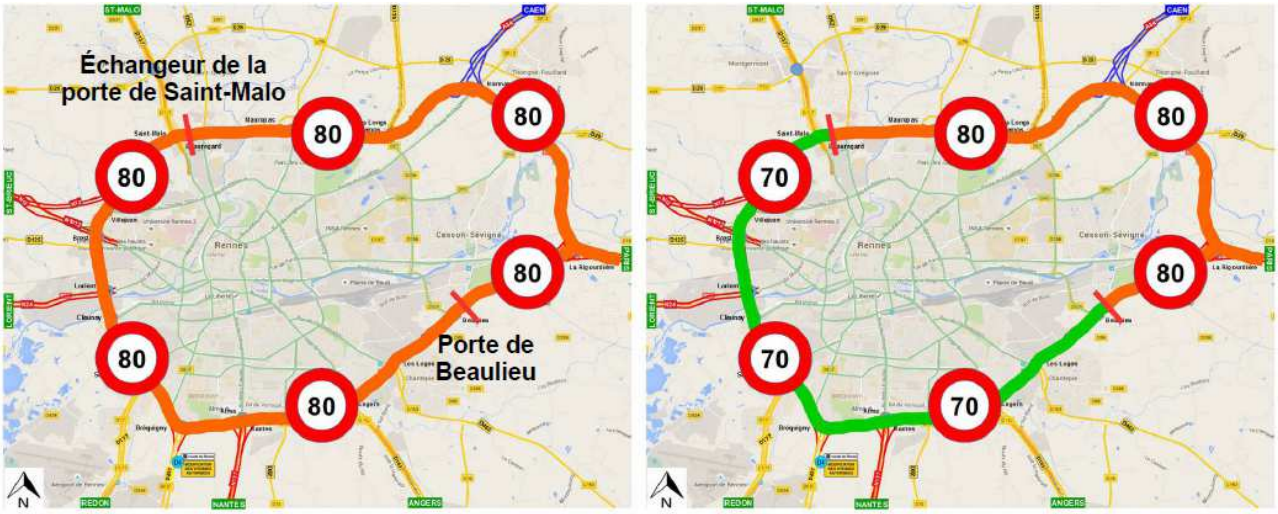


Illustration 2 : Cartographie de la réduction des limitations de vitesse pour les PL sur la rocade de Rennes

Sur les principales routes nationales et départementales menant à la rocade de Rennes, des réductions de vitesse ont également été mises en place (en particulier allongement des tronçons limités à 90 km/h et introduction de sections limitées à 70 km/h) sur les axes suivants :

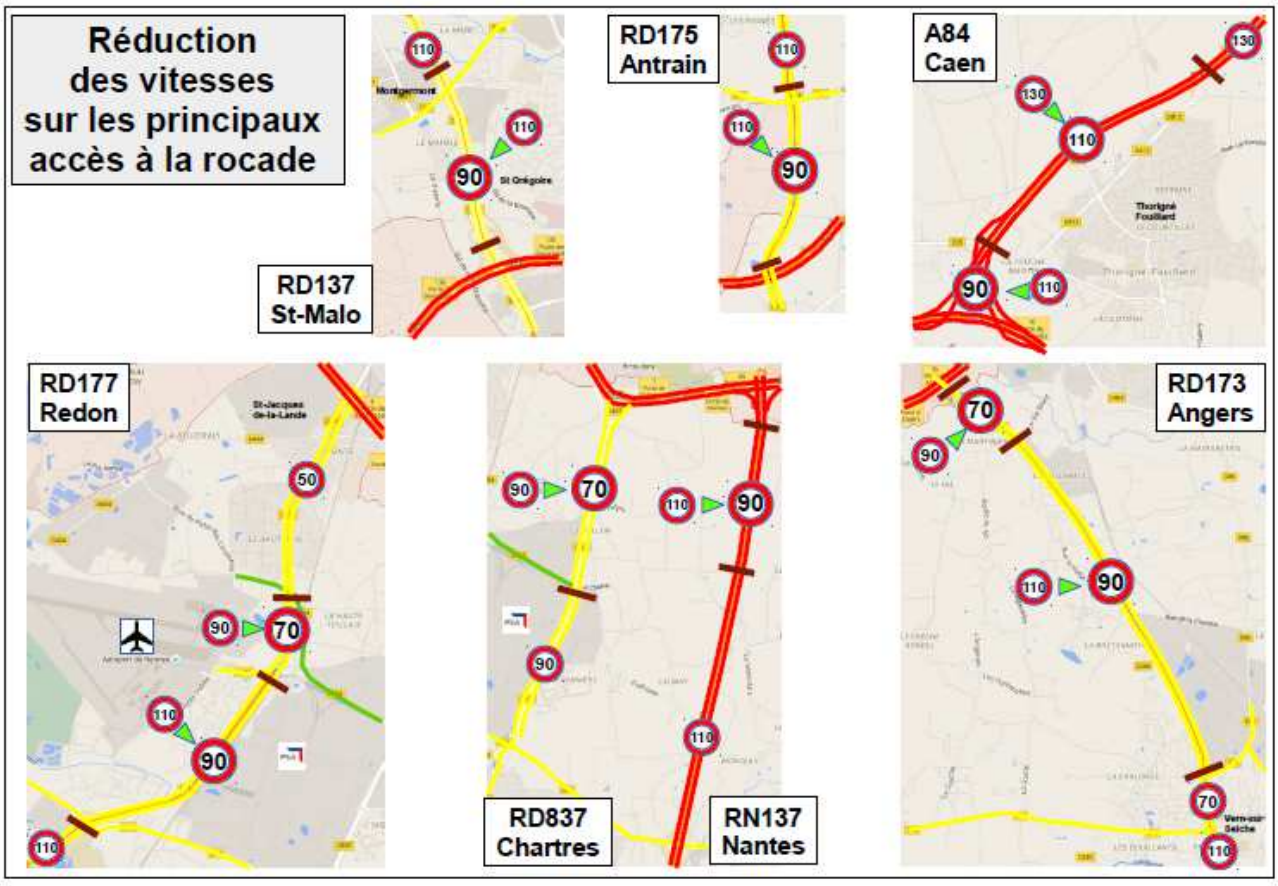


Illustration 3 : Réduction des vitesses sur les principaux accès à la rocade de Rennes

Les objectifs de la réduction sur ces axes étaient d'une part d'avoir une zone plus large de vitesses égales à celles de la rocade pour ne pas perturber les mesures et d'autre part d'assurer une transition entre les vitesses de la rase campagne et celles de la rocade dans un souci de sécurité routière.

1.2.2 - Campagne d'information des usagers

Afin d'accompagner la mise en œuvre de cette mesure expérimentale, une campagne d'information des usagers a été lancée sur le terrain début septembre 2015 par la direction interdépartementale des routes Ouest (DIR Ouest) et le conseil départemental d'Ille et Vilaine. Ainsi, les panneaux à messages variables (PMV) situés sur les routes nationales et départementales de l'agglomération ont diffusé un message annonçant la modification des vitesses autorisées le 1er octobre. Une quinzaine de panneaux d'information fixes ont également été installés le long des voies afin d'annoncer la modification des vitesses autorisées et de marquer en particulier les entrées dans les zones limitées à 70 km/h.

Illustration 5 : Exemple de message diffusé depuis le 9 septembre 2015 sur les panneaux à messages variables de l'agglomération rennaise

Illustration 4 : Exemples de panneaux d'information fixes installés le long de la rocade de Rennes et de ses accès

Préalablement à la mise en œuvre de la mesure expérimentale, deux conférences de presse ont eu lieu associant les décideurs et les gestionnaires.

1.3 - Le suivi de l'expérimentation

Un comité technique de suivi de l'abaissement des vitesses a été mis en place en juin 2015 pour définir la démarche d'évaluation de cette mesure expérimentale et pour évaluer les résultats de celle-ci. Il a rassemblé les services de l'État, du département d'Ille-et-Vilaine, de Rennes Métropole, de la Ville de Rennes et Air Breizh en tant qu'expert de la qualité de l'air.

Ce comité s'est attaché à suivre et évaluer l'ensemble des conséquences de la mise en œuvre de la réduction des vitesses :

- pollution atmosphérique (dioxyde d'azote et particules fines) ;
- bruit ;
- conditions de circulation (vitesses, congestion et reports de trafic) ;
- sécurité routière (accidentologie).

L'objectif de ce comité était de disposer d'analyses sur les différentes conséquences de l'abaissement des vitesses sur la rocade afin de pouvoir présenter un bilan de l'année d'expérimentation à l'automne 2016 et de proposer des scénarios au préfet de la région Bretagne à la fin de la période d'expérimentation.

2 - La qualité de l'air, un enjeu de santé publique à l'échelle de la métropole de Rennes

2.1 - Le cadre de l'action publique

Sujet majeur de santé publique, la protection de l'atmosphère est un enjeu porté aux niveaux européen et national, que ce soit par la réglementation (normes d'émission pour les véhicules, composition des produits, etc.) ou par des dispositifs incitatifs (prime à la casse pour les vieux véhicules diesel ou les vieux poêles à bois, aides à la rénovation thermique des bâtiments, etc.).

Au niveau régional, la thématique fait l'objet d'orientations fixées par le Schéma régional du climat, de l'air et de l'énergie (SRCAE). L'intérêt de ce document réside dans son approche intégrée des sujets : très souvent, ce qui est bon pour la qualité de l'air et donc pour la santé, l'est aussi pour la réduction des émissions de gaz à effets de serre et les économies d'énergie.

Le Plan de protection de l'atmosphère (PPA) de la métropole rennaise, conduit par l'État en association avec les collectivités locales, s'appuie sur un état des lieux de la qualité de l'air et une évaluation prospective à 2020 pour définir des objectifs de réduction et établir un programme d'actions. Un comité de pilotage associant les services de l'État, la Ville de Rennes, Rennes Métropole et l'Agence régionale de santé (ARS) s'assure de la bonne mise en œuvre de ce plan.

2.2 - L'état de la qualité de l'air sur la métropole rennaise

L'agglomération rennaise est aujourd'hui l'une des huit agglomérations françaises concernées par la mise en œuvre d'un plan de protection de l'atmosphère (PPA), car les émissions de polluants y sont plus fortes que sur d'autres territoires.

Selon les travaux de modélisation d'Air Breizh, 43 000 personnes dans l'agglomération vivraient dans des logements exposés à des niveaux de pollutions au dioxyde d'azote (NO_2) supérieurs aux valeurs limites.

À l'horizon 2020, en l'absence de mesures significatives, le nombre de personnes exposées à des concentrations supérieures aux limites réglementaires en dioxyde d'azote serait multiplié par deux.

La pollution aux particules fines est une pollution diffuse dont la source principale est l'automobile.

MODÉLISATION DES ÉMISSIONS DE NO_2

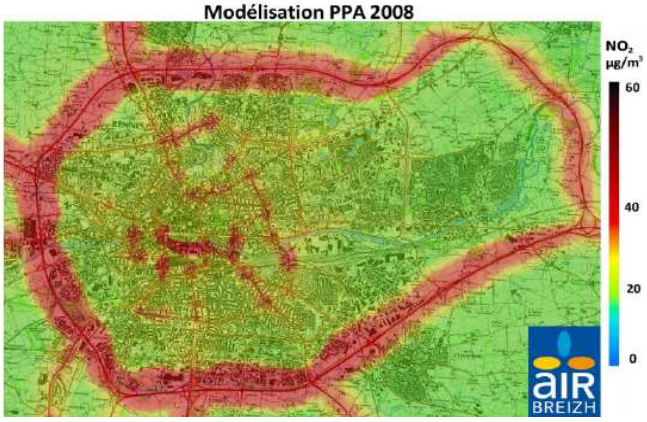


Illustration 6 : Modélisation PPA 2008

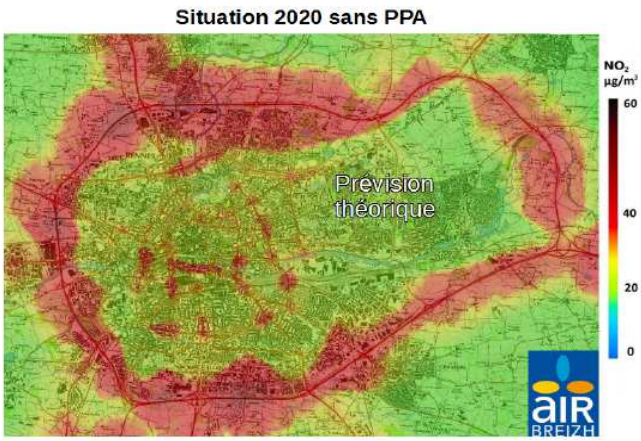


Illustration 7 : Situation 2020 sans PPA

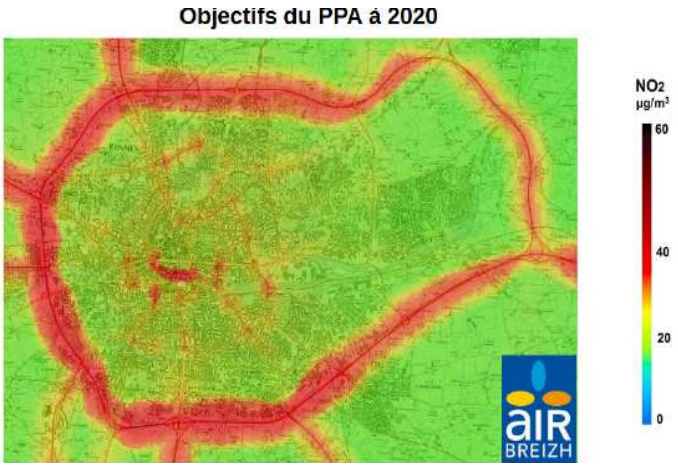


Illustration 8: Objectifs du PPA à 2020

Le PPA fixe un objectif de 10% pour la réduction des émissions de NO_2 sur la rocade à l'horizon 2020.

2.3 - Un territoire mobilisé pour améliorer la qualité de son environnement

À travers leur Plan climat énergie territorial (PCET) en vigueur, la Ville de Rennes et Rennes Métropole ont déjà engagé des actions ambitieuses en faveur de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

En mettant en place un réseau de transports en commun performant, une politique de circulation et de stationnement, un conseil aux entreprises et aux administrations en matière de déplacement des salariés, etc., la Ville de Rennes et Rennes Métropole ont permis de stabiliser les concentrations de polluants depuis plusieurs années dans le centre-ville, grâce à une politique concertée permettant de réduire l'usage de la voiture solo.

La mise en service de la seconde ligne de métro et la réorganisation du réseau de bus vont permettre d'augmenter significativement la part des transports en commun dans les déplacements du cœur de la métropole. Cette seconde ligne permettra à elle seule d'économiser plusieurs dizaines de milliers de tonnes de CO_2 chaque année et accompagnera le développement de la métropole en tissant un réseau alliant utilités sociale, économique et environnementale. En complément, la création d'aménagements favorisant la pratique du vélo, la promotion des vélos à assistance électrique et de la marche va se poursuivre. C'est tout l'enjeu de la révision, en cours du Plan de déplacement urbaine (PDU) de Rennes Métropole qui a pour but de mettre en œuvre toutes les actions qui permettent de trouver des alternatives à la voiture solo.

Rennes Métropole développe également une politique de l'habitat (PLH) et de l'aménagement du territoire (SCOT) qui s'attache à limiter l'étalement urbain et à favoriser la création de logements à proximité des réseaux de transports en commun. Elle travaille également avec ses partenaires sur les besoins de rénovation thermique du parc résidentiel, deuxième secteur pollueur sur la métropole. Sa contribution à l'émission de particules fines (PM10), liée très majoritairement au chauffage au bois peu performant, qui peut être très importante en période hivernale, combinée à des conditions météorologiques défavorables, peut être à l'origine d'épisodes de pollution.

L'objectif de « renforcer la dimension énergétique dans la politique de l'habitat » fait partie des 5 grands enjeux du Plan climat air énergie territorial (PCAET). Il se décline selon trois axes :

- renforcer les exigences énergétiques des logements aidés ;
- participer à la lutte contre la précarité énergétique ;
- accompagner la rénovation thermique des logements anciens privés.

Rennes Métropole a engagé l'élaboration d'un nouveau PCAET pour l'agglomération. La qualité de l'air étant désormais intégrée dans les plans climat énergie, le PCAET de Rennes Métropole devra notamment décliner les objectifs du Plan de protection de l'atmosphère.

Un des objectifs de la réduction de la limitation des vitesses sur la rocade de Rennes et de ses voies d'accès est l'amélioration de la qualité de l'air.

3 - La démarche d'évaluation

En raison des incertitudes relatives aux impacts réels de l'abaissement des vitesses, la mesure a été mise en œuvre dans le cadre d'une expérimentation pendant une année associée à un dispositif de suivi et d'évaluation.

Plusieurs thématiques ont été suivies, dont la qualité de l'air, le trafic (vitesses, congestions), le bruit et la sécurité routière. Le principe général de l'évaluation reposait sur des comparaisons entre l'état initial et l'état modifié.

Il s'agissait de comparer, thème par thème, les valeurs des indicateurs entre la situation avant l'expérimentation et la situation pendant, afin de déterminer de façon objective l'impact de la réduction des vitesses.

À l'exception de la sécurité routière, qui est traitée par l'État, les services de l'État et des collectivités ont sollicité des partenaires extérieurs spécialisés dans chacun des domaines afin de disposer de protocoles de mesure pertinents et d'analyses valides :

- LEE Ingénierie a assuré l'évaluation de l'impact de la mesure sur les conditions de circulation et sur le respect des nouvelles limitations de vitesse ;
- Air Breizh a effectué l'analyse de l'impact pour la qualité de l'air ;
- Météo-France a procédé aux recherches de jours semblables pour la qualité de l'air ;
- et Espace 9 pour le volet bruit.

Ce rapport synthétise la description des différents protocoles d'évaluations, ainsi que les résultats des évaluations à l'issue de l'année d'expérimentation.

Initialement, il avait été envisagé d'analyser les reports de trafic vers les transports en commun pendant l'expérimentation. Cependant, cette évaluation n'a pu être engagée car aucun donnée consolidée n'était disponible, les facteurs d'évolution extérieurs à prendre en compte étant très nombreux.

3.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse

Avant de considérer les résultats obtenus pendant l'expérimentation comme des conséquences de l'abaissement des vitesses, il convient de mesurer l'effectivité de la baisse des vitesses. Les mesures de vitesses obtenues par les stations de comptage implantées sur la rocade de Rennes et gérées par la DIR Ouest permettent de calculer un taux de respect moyen des nouvelles limitations de vitesse.

La base de données trafic utilisée s'appuie sur les données de 76 points de comptages du périmètre d'étude. Ces données ont été croisées avec les mains courantes des gestionnaires routiers (DIR Ouest, Conseil Départemental d'Ille et Vilaine) afin de filtrer les jours où des événements extérieurs ont pu perturber le trafic (accidents, travaux…). Les données des week-ends et les périodes de vacances scolaires ont également été retirées afin de concentrer l'analyse sur la situation courante. Les jours suivants ont donc été écartés des analyses, ou ont fait l'objet de comparaisons entre eux :

- week-ends (samedis et dimanches) ;
- vacances scolaires ;
- jours fériés et ponts ;
- jours perturbés par un événement extérieur, à partir de l'heure de survenue de l'événement et uniquement sur les tronçons susceptibles d'être impactés.

Les indicateurs retenus sont la vitesse libre (hors congestion) avec le calcul de la variation par rapport au mois précédent et le taux de non-respect de la limitation de vitesse (calculé à partir des vitesses mesurées en dehors des périodes de pointes du matin et du soir). Lee Ingénierie a procédé à un état

de référence en septembre 2015, puis à une analyse mensuelle sur la période d'octobre 2015 à juin 2016.

Pour ces deux indicateurs, comme pour les suivants en lien avec le trafic, les mois d'expérimentation (octobre 2015 à juin 2016) sont comparés aux mêmes mois de l'année précédente (octobre 2014 à juin 2015) afin de déterminer les évolutions entre ces deux périodes.

3.2 - L'impact sur les volumes de trafic

L'objectif est de quantifier les évolutions de volume de trafic afin de déterminer si la mise en œuvre de la réduction des limitations de vitesse sur la rocade de Rennes a eu pour impact un report de trafic sur d'autres itinéraires secondaires et de s'assurer que les effets sur l'air, le bruit ou la congestion sont vraiment liées à la mesure et non à une réduction ou à une hausse du trafic.

L'évaluation des volumes de trafic s'effectue sur les jours ouvrés, principaux concernés par le phénomène de congestion. Les données utilisées sont issues des mesures en continu des stations de comptage du réseau Dor Breizh, regroupant les données de la DIR Ouest, du Département d'Ille-et-Vilaine et de Rennes Métropole. Ces données sont disponibles sur une grande période et à haute fréquence (entre 6 et 15 min).

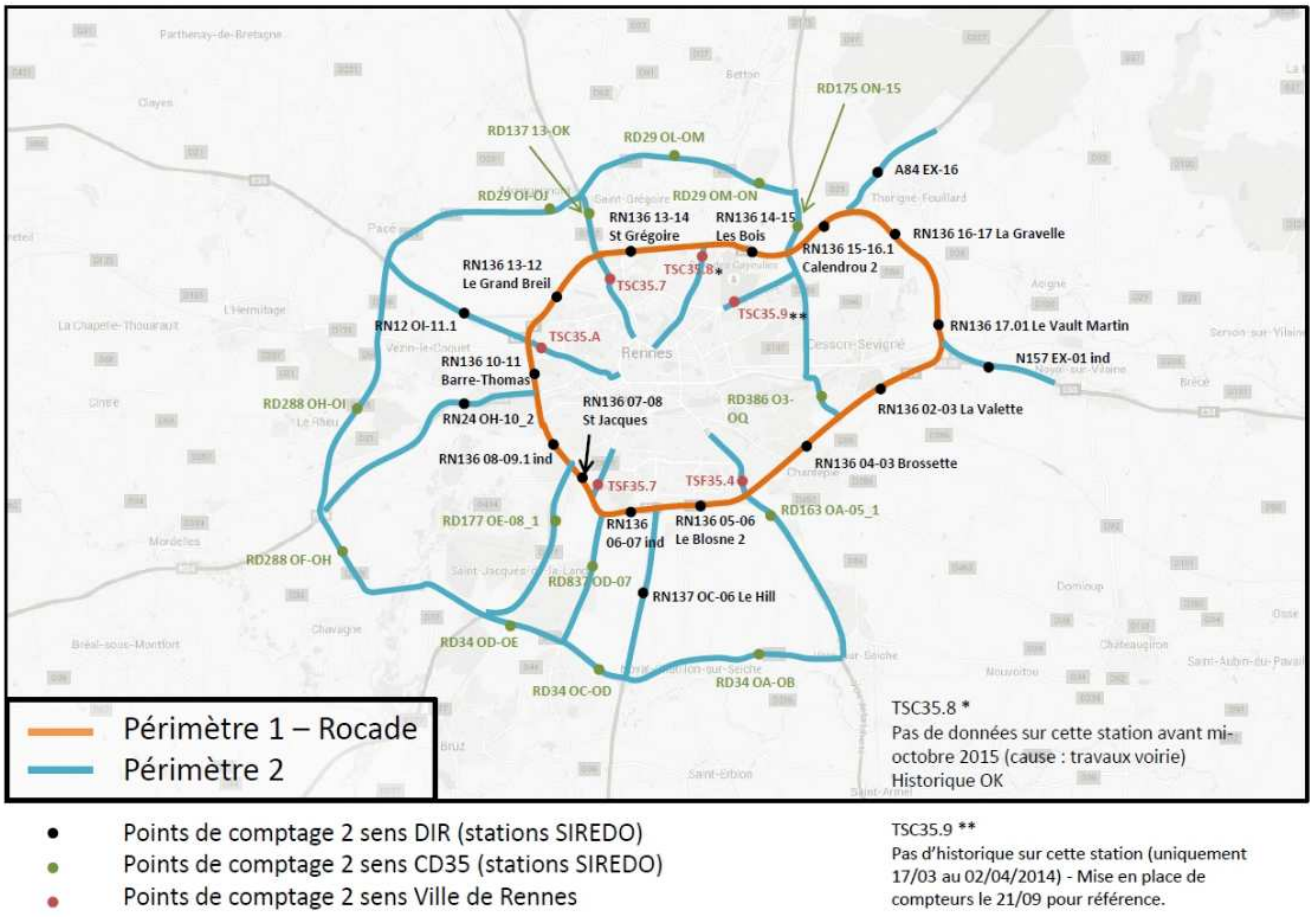


Illustration 9 : Stations de comptage utilisées mensuellement pour les analyses trafic – source DIR Ouest

Les données de trafic de jours atypiques ont été également écartées de la base afin de ne conserver que des données de trafic correspondant à des jours ouvrés « classiques », de la même manière que pour le calcul de la vitesse libre.

Ces données ont été complétées par une campagne de mesure basée sur des compteurs temporaires disposés sur 10 routes départementales du 21 septembre au 07 décembre 2015 pour analyser les reports de trafics sur des axes secondaires.

Les variations de trafic sont multifactorielles : modification des itinéraires, prix des carburants, facteurs économiques, mouvement sociaux, climat ou même pénurie d'essence ont des impacts notables sur le nombre de véhicules fréquentant l'axe. Par conséquent, les journées perturbées par des événements extérieurs (manifestations, coupure d'axes, etc.) n'ont pas été prises en compte dans l'analyse.

Pour distinguer une évolution de fond, liée à des phénomènes externes à l'expérimentation, de celle proprement liée à l'expérimentation, les évolutions de trafic sont analysées au regard d'un réseau « témoin », peu impacté par la diminution des vitesses maximales, ici le réseau départemental d'Ille-et-Vilaine.

L'indicateur retenu est le TMJM (Trafic Moyen Journalier Mensuel) calculé sur le réseau impacté par la réduction des limitations de vitesse en analysant les variations par rapport au mois précédent et à l'année précédente.

3.3 - L'impact sur les conditions de circulation

Pour évaluer la qualité de la circulation, un premier indicateur est analysé : l'évolution du temps de parcours au pire matin et soir et sa variation par rapport au temps de parcours fluide en certains points de la rocade.

Pour l'étude de ces temps de parcours, les jours atypiques (week-end, vacances scolaires, jours perturbés par événements particuliers) n'ont pas été pris en compte. Les périodes d'heure de pointes retenues sont : 7h-9h pour le matin et 17h-19h pour le soir.

Plusieurs éléments vont également interagir au niveau de la formation des congestions :
• les effets liés à la vitesse de circulation et le comportement de conduite des usagers en lien avec cette vitesse,
• le volume de véhicules en circulation,
• les capacités des voies et les caractéristiques des échangeurs. Aucun chantier n'impactant directement les caractéristiques géométriques des voies n'a eu lieu pendant la durée de l'expérimentation.

Les congestions ont par ailleurs été analysées en les croisant avec les informations de trafic. En complément de ces données numériques, la DIR Ouest, par l'intermédiaire de ses services d'exploitation routière, a suivi l'évolution des comportements de conduite des différents usagers avec pour objectif de recueillir des éléments plus qualitatifs.

Afin d'étudier de manière plus générale les phénomènes de congestion et de disposer d'un indicateur simple retranscrivant le ressenti des usagers, un indicateur supplémentaire a été analysé : le pourcentage de véhicules circulant en dessous de 50km/h. Cet indicateur est calculé à l'heure où le trafic est le plus chargé :

- le matin : de 8h à 9h, ;
- le soir : de 17h30 à 18h30.

Les données de 10 stations ont servis pour cette analyse :

- Au Nord : G. De Gaulle et Gayeule ;
- À l'Est : Le Ruisseau ;
- Au Sud : Bellangeraie, Chantepie, Le Blosne et Bréquigny ;
- À l'Ouest : St Jacques, Cleunay et Champeau.

3.4 - L'impact sur la qualité de l'air

La DREAL Bretagne a sollicité Air Breizh afin de réaliser deux campagnes de mesures de la qualité de l'air, avant et pendant la mise en place de la réduction de vitesse, en vue d'évaluer l'impact de cette mesure sur la qualité de l'air à proximité de cette voie de circulation.

Après avoir réalisé un état initial de la qualité de l'air avant la mise en place de la réduction de vitesse de juin à septembre 2015, Air Breizh a engagé une nouvelle campagne de mesures en 2016, selon un protocole identique, de mai à septembre 2016. Deux points ont été suivis lors de ces deux campagnes : l'un sur un tronçon limité à 70 km/h (précédemment limité à 90 km/h) et l'autre sur un tronçon limité à 90 km/h (précédemment limité à 110 km/h).

Principalement axé sur le dioxyde d'azote, considéré comme traceur de la pollution atmosphérique émise par le trafic routier, l'étude a pour objectif de comparer les niveaux mesurés en 2016 à ceux de l'état initial en 2015, tout en considérant les variations des conditions de trafic et les différences météorologiques, afin de conclure sur l'impact ou non de la mise en œuvre expérimentale de cette réduction de vitesse.

3.4.1 - Polluants étudiés

Les travaux d'inventaire et de modélisation menés par Air Breizh, notamment dans le cadre de la mise à jour du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) sur l'agglomération rennaise en 2014, montrent que le trafic routier est responsable de 75% des émissions de NO_2 et 39% des émissions de particules fines (PM10). Sur ce volume de polluants générés par les véhicules routiers circulant dans toute l'agglomération, environ 30 % provient de ceux roulant sur la rocade[1].

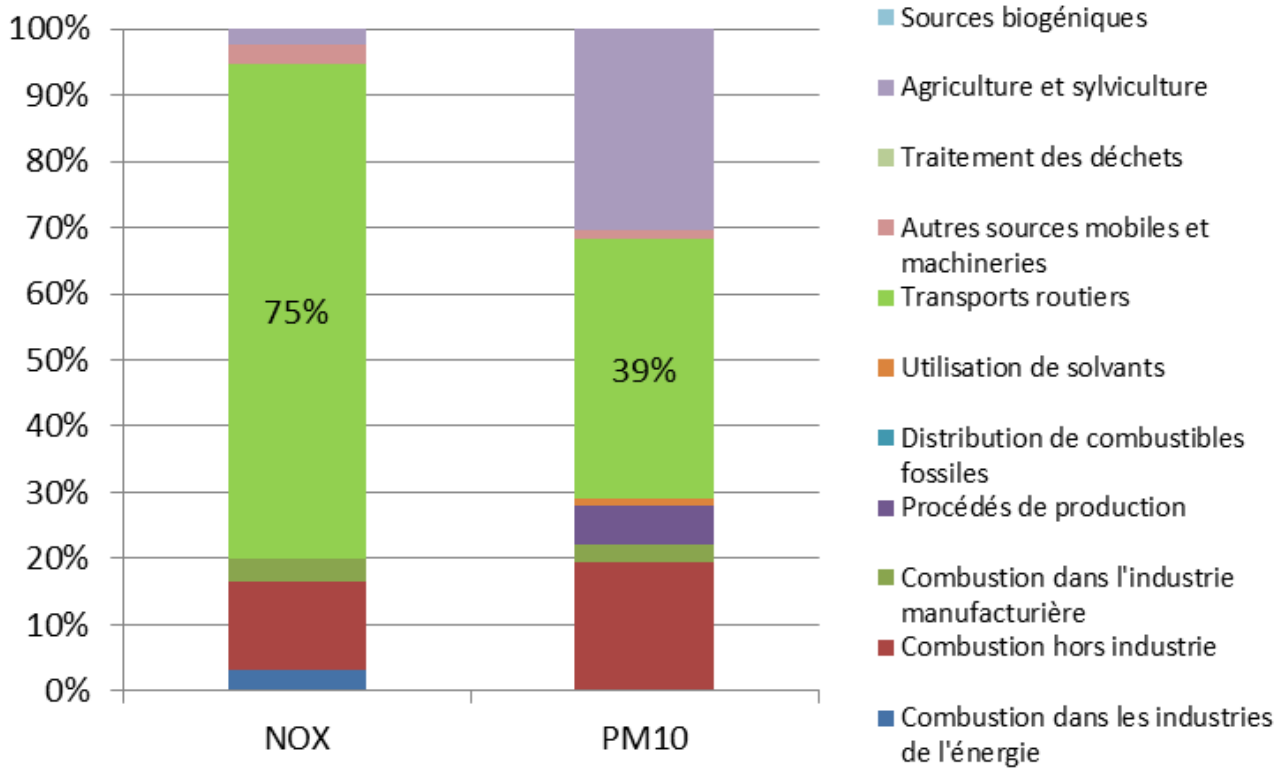


Illustration 10 : Répartition des sources d'émissions d'oxydes d'azote et de particules PM10 sur le territoire de Rennes Métropole [source : Inventaire des émissions de l'année 2010 Air Breizh – V1]

1 Cf. Bilan annuel d'activités d'Air Breizh, 2015

Deux polluants ont donc été mesurés prioritairement dans le cadre de l'évaluation de l'impact de la réduction des vitesses sur la rocade de Rennes, à savoir :

- le dioxyde d'azote, polluant en dépassement de la valeur limite européenne fixée à 40 µg/m3 en moyenne annuelle (dépassement constaté sur l'agglomération rennaise) ;
- les particules fines (PM10), polluant pour lequel on constate plusieurs jours par an, en période hivernale ou printanière, des dépassements des seuils d'alerte à la pollution.

Les sources de pollution et les valeurs réglementaires pour ces deux polluants sont détaillées dans les chapitres suivants.

Les mesures ayant été réalisées en période estivale (de mai à septembre), il est possible que la contribution des émissions du trafic routier soit différente (probablement supérieure notamment pour le NO_2) durant ces mois d'été, du fait notamment de la réduction des émissions du secteur résidentiel et tertiaire. En effet, du fait de l'effacement des autres sources émettrices de NO_2 à cette période de l'année, la responsabilité du secteur routier est sans doute proche des 95%. Les valeurs mesurées dans le cadre de cette étude auraient donc été sans doute plus importantes si les observations avaient été réalisées en hiver (période d'utilisation des équipements de chauffage).

3.4.1.a - Les sources de pollution

La majorité des polluants atmosphériques connaît un cycle saisonnier très marqué.

Les polluants primaires se distinguent habituellement des polluants secondaires. Les premiers sont émis par une source directement dans l'atmosphère, alors que les seconds proviennent de la transformation des polluants primaires suite à différentes réactions chimiques.

Certains polluants primaires (dont notamment les oxydes d'azote et les particules fines en suspension) présentent des concentrations hivernales plus importantes qu'en été, en raison notamment de conditions de stabilité de l'atmosphère plus fortes.

Les oxydes d'azote
Le monoxyde d'azote (NO) anthropique est formé lors d'une combustion à haute température (moteurs thermiques ou chaudières). Plus la température de combustion est élevée et plus la quantité de NO générée est importante. Au contact de l'air, le NO est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO_2).

Toute combustion génère donc du NO et du NO_2, c'est pourquoi ces deux polluants sont habituellement regroupés sous le terme de NOx.

En présence de certains constituants atmosphériques et sous l'effet du rayonnement solaire, les NOx sont également, en tant que précurseurs, une source importante de pollution photochimique.

Les particules fines (PM 10)
D'origine naturelle (érosion des sols, pollens, feux de biomasse, ….) ou anthropique, les particules ont une gamme de taille qui varie de quelques microns à quelques dixièmes de millimètres.

Les particules actuellement réglementées sont celles dont le diamètre aérodynamique médian est inférieur ou égal à 10 µm (PM10).

Les particules fines d'origine anthropique sont principalement libérées par la combustion incomplète des combustibles fossiles (moteurs à explosion, chaudières ou procédés industriels) ou de la biomasse (feux de cheminée, brûlages de déchets verts, ...). Elles peuvent être associées à d'autres polluants comme le dioxyde de soufre, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux lourds, les pollens, ...

3.4.1.b - Réglementation

Lors de cette étude, les niveaux estimés de concentrations de polluants dans l'air sont comparés aux valeurs réglementaires que constituent les objectifs de qualité de l'air, les valeurs limites et les niveaux de recommandation et d'alerte.

Les valeurs de références pour les polluants mesurés sont synthétisées dans le tableau suivant.

Composés	Valeurs limites	Objectifs qualité	Seuil de recommandations et d'informations	Seuil d'alerte
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³. **En moyenne horaire :** 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an.	**En moyenne annuelle** : 40 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 200 µg/m³.	**En moyenne horaire :** 400 µg/m³ dépassé sur 3 heures consécutives. 200 µg/m³ si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.
Particules fines de diamètre médian 10 micromètres (PM10)	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³. **En moyenne journalière :** 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	**En moyenne annuelle :** 30 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 50 µg/m³.	**En moyenne journalière :** 80 µg/m³.

Tableau 1 : Valeurs de référence réglementaires pour les polluants mesurés [Source rapport Air Breizh]

3.4.2 - Matériel et méthode de mesures

3.4.2.a - Méthode de comparaison et d'interprétation des données

1) Principe

Les teneurs en polluants mesurées dans l'atmosphère dépendent essentiellement de deux facteurs : les sources de pollution (à savoir ici le trafic routier) et les conditions météorologiques (caractérisées par les paramètres dispersifs).

Même en s'affranchissant des émissions de chauffage (du fait de campagnes réalisées en période estivale), la variation permanente d'autres facteurs (trafic routier, météorologie) implique que la simple comparaison des niveaux mesurés sur l'ensemble des périodes 2015 et 2016 n'aurait pas été suffisante et surtout pertinente.
Pour cette raison, le principe de l'analyse comparative des données enregistrées en 2015 et 2016 repose ici sur la sélection préalable de couples de journées jugées semblables, tant d'un point de vue des conditions météorologiques que de la circulation (à l'exception évidemment de l'abaissement des vitesses maximales autorisées).

Le protocole de sélection des jours jugés semblables, déterminé en concertation avec les services de la DREAL, de la DIR Ouest et de Météo France, est le suivant. Il comprend deux étapes clés successives : l'une basée sur le trafic routier puis l'autre sur les conditions météorologiques.

➔ Sélection des jours comparables d'après le trafic routier (travail effectué par la DIR Ouest)

Dans un premier temps, les services de la DIR Ouest ont constitué une classification du trafic routier sur la rocade rennaise en fonction de la période de l'année, entre mai et septembre, du jour de la semaine et des événements qui se sont produits sur la rocade.

Ce travail a permis de définir une série de jours comparables entre eux d'un point de vue trafic uniquement. Ainsi différentes périodes ont été considérées par la DIR Ouest à savoir :

Année	Période de trafic normal	Période de trafic estival
2015	du 12/06 au 12/07 et du 04/09 au 18/09	du 13/07 au 03/09
2016	du 02/05 au 13/07 et du 04/09 au 30/09	du 14/07 au 03/09

Tableau 2 : Différentes périodes considérées pour l'analyse du trafic routier par la DIR Ouest [source rapport Météo France]

Ainsi un jour de la période de trafic estival 2016 (respectivement de la période de trafic normal 2016) n'a pu être couplé qu'à un jour de la période de trafic estival 2015 (respectivement de la période de trafic normal 2015).

Ensuite au sein d'une même période, les vendredis n'ont été couplés qu'avec des vendredis, les samedis qu'avec des samedis, les dimanches qu'avec des dimanches et les jours de la semaine du lundi au jeudi qu'avec un jour de la semaine du lundi au jeudi.

Enfin, la DIR Ouest a identifié pour une période et un jour de la semaine donnée, quelques dates dont le trafic est vraiment atypique vis-à-vis de la classe à laquelle il est supposé appartenir et les a exclues.

➔ Expertise Météo France pour le choix des jours comparables

Sur la base de cet échantillon de jours jugés semblables d'un point de vue trafic, les services de Météo-France ont été chargés de l'analyse des données météorologiques sur cette sélection, afin d'identifier des couples de journées « météorologiquement analogues ».

Dans un premier temps, les jours ayant présenté plus deux heures de précipitations (pas nécessairement consécutives) sur la base des mesures au niveau de la station Météo France de Rennes St Jacques, ont été exclus en raison de l'influence de ces épisodes sur les niveaux de pollution.

Dans un second temps, les paramètres caractérisant au mieux le pouvoir dispersif de l'atmosphère sur les premiers 1500 mètres ont été étudiés par Météo France, afin de sélectionner les jours analogues.

Ces paramètres dont les résultats ont été tirés du modèle météorologique AROME sont les suivants :

Près du sol	Sur les 19 niveaux du modèle de 10 à 1500 m
la pression au niveau de la mer la température de l'air à 2 mètres l'humidité à 2 mètres la température du point de rosée à 2 mètres	la température de l'air l'humidité la température du point de rosée la direction et la force du vent ou les deux composantes zonale et méridienne du vent

Tableau 3 : Sélection des paramètres dispersifs considérés par Météo France pour la détermination des jours analogues

D'après cette pré-sélection de journées jugées analogues sur la base de ces paramètres, une expertise a été réalisée par Météo France pour vérifier la cohérence de ces couples.

À l'issue de cette phase, 15 couples de jours ont été sélectionnés (couples B1 à B15).

Toutefois, cette méthode n'ayant pas permis d'obtenir des couples analogues pour les dates ultérieures au 1er août 2016, une recherche plus fine a été réalisée par Météo France afin de dégager quelques couples analogues supplémentaires.

Au total, 19 couples jugés analogues du point de vue de la météorologie et du trafic ont été communiqués à Air Breizh.

Le rapport « Recherche de couples analogues en amont de l'étude d'Air Breizh sur la rocade de Rennes » réalisé par Météo France [version octobre 2016] détaille cette méthodologie et présente les résultats pour chaque couple de journées analogues retenu.

À partir de ces couples identifiés, la comparaison des niveaux de concentration en polluants entre les deux périodes de mesures a été réalisée par Air Breizh en faisant abstraction des facteurs d'influence météorologiques et de trafic, variables particulièrement sensibles et déterminantes sur l'évolution des concentrations ambiantes.

Synthèse des couples de journées analogues 2015/2016

Les 19 couples de jours analogues, appelés également binômes dans la suite de l'étude, sont présentés dans le tableau ci-après avec les conclusions établies par Météo France.

Ils serviront à réaliser l'analyse comparative des données de mesures de la qualité de l'air des campagnes 2015 et 2016.

Couples météorologiquement analogues entre 2015 et 2016	*Conclusions sur l'analogie des couples [source : Rapport Météo-France]*
B1 : Dimanche 06/09/2015 & Dimanche 19/06/2016	Cycles diurnes très voisins. Bons analogues avec toutefois des directions de vents différentes et plus de vent dans la matinée en 2016, par rapport en 2015 favorisant la dispersion.
B2 : Lundi 15/06/2015 & Mardi 03/05/2016	Cycles diurnes identiques. Directions de vents voisines. Bon couple analogue.
B3 : Mardi 08/09/2015 & Lundi 02/05/2016	Cycles diurnes comparables. A noter toutefois en 2016, un pic de vent en soirée, inexistant en 2015. Journées globalement similaires mais quelques différences en termes de direction de vent et d'inversions thermiques
B4 : Mardi 01/09/2015 & Mercredi 01/06/2016	Cycles diurnes très comparables. Journées similaires excepté à partir de 22 h en 2015, où le vent devient bien plus faible qu'en 2016 et où apparait une inversion dans les très basses couches. Conditions de dispersion différentes.
B5 : Samedi 05/09/2015 & Samedi 04/06/2016	Cycles diurnes très comparables A noter un petit pic de vent survenu vers 20h en 2015 et des profils différents (inversion) entre 8h et 10h le matin en 2015, susceptible d'influer sur la dispersion en début de matinée.
B6 : Lundi 15/06/2015 & Lundi 30/05/2016	Contexte météorologique global semblable pour ces 2 journées mais vent un peu plus fort et inversion dans les basses couches susceptibles d'interférer sur la dispersion de la pollution en 2016.
B7 : Jeudi 18 juin 2015 & Mardi 21/06/2016	Cycles diurnes comparables avec un vent plus fort en milieu d'après-midi, en 2015.
B8 : Mercredi 17 juin 2015 & Mercredi 08 juin 2016	Cycles diurnes très comparables. Vents très ressemblants en termes de force et de pression. Quelques différences et disparités en périodes nocturnes liées aux inversions.
B9 : Lundi 14/09/2015 & Mardi 31/05/2016	Vent plus soutenu en 2016 qu'en 2015 mais atmosphère très dispersive sur les 2 journées. Seule différence notable : quelques épisodes pluvieux sur la journée du 14/09/2015.
B10 : jeudi 9/07/2015 & Mercredi 06/07/2016	Avec des conditions anticycloniques similaires générant un faible flux variable en direction d'ouest à nord, les journées sont très ressemblantes en termes de dispersion. Il faut quand même garder à l'esprit les conséquences éventuelles sur la pollution du décalage dans la chronologie de l'évolution de la masse d'air, le matin et le soir, et du brassage légèrement plus présent dans la matinée en 2015.
B11 : vendredi 7/08/2015 & vendredi 22/07/2016	Analogie surtout intéressante jusqu'à 18 UTC (inversion sans vent puis dispersion avec brassage, de sud-ouest en 2015 et de nord-nord-ouest en 2016). Après 19 UTC, l'évolution dans les très basses couches est un peu différente.
B12 : jeudi 23/07/2015 & mardi 26/07/2016	Couple d'analogues satisfaisant. Les différences entre les vents se produisent plutôt lorsque les sondages sont les plus dispersifs : cela ne devrait pas, a priori, avoir trop d'influence sur la comparaison des concentrations des polluants étudiés.
B13 : lundi 20/07/2015 & jeudi 28/07/2016	Les situations météorologiques de ces deux dates ne sont peut-être pas très propices à l'accumulation de la pollution dans les basses couches (brassages horizontal et vertical).

Illustration 11 : 19 couples de jours analogues d'un point de vue météorologique et trafic [Source Air Breizh]

Couples météorologiquement analogues entre 2015 et 2016	Conclusions sur l'analogie des couples [source : Rapport Météo-France]
B14 : jeudi 30/07/2/015 & lundi 01/08/2016	C'est surtout en toute fin de journée que la différence entre les contextes généraux météorologiques (d'où par exemple des directions du vent distinctes) a une incidence sur les pouvoirs dispersifs de l'atmosphère en 2015 vs 2016 (force du vent et sondages). Sinon, les conditions locales sont très approchantes, si ce n'est un tout petit peu plus de vent dans la matinée en 2015 (et des directions différentes).
B15 : mercredi 19/08/2015 & lundi 01/08/2016	Beaucoup de points communs pour ces deux dates qui constituent un couple d'analogues très satisfaisant, d'autant que, contrairement au couple précédent, les directions du vent sont identiques. Néanmoins, il est possible qu'en toute fin de journée des différences soient sensibles en termes de dispersion.
B16 : lundi 6/07/2015 & mardi 6/09/2016	Ces deux dates ont beaucoup de points communs et constituent un couple d'analogues très satisfaisant. Quelques petites réserves peuvent toutefois être formulées : s'agissant des mois (juillet comparé à septembre) et au sujet du vent.
B17 : mercredi 9/09/2015 et mercredi 7/09/2016	Ce couple d'analogues est intéressant, avec toutefois quelques différences sur la dispersion verticale à prendre en compte entre 00 et 05 UTC. Un atout de ce couple est d'être constitué de deux mercredis situés à peu près à la même période de septembre, ce qui devrait impliquer un trafic routier très comparable en termes de comportement des usagers.
B18 : vendredi 4/09/2015 et vendredi 9/09/16	Malgré des conditions générales assez différentes, ces deux journées sont similaires d'un point de vue du pouvoir dispersif de l'atmosphère (sauf après 19 UTC, où la dispersion est a priori possible en 2016 mais pas en 2015). Comme pour le couple précédent, le fait d'avoir deux vendredis de début septembre peut être un point positif au regard du trafic routier.
B19 : jeudi 25/06/2015 & jeudi 22/09/2016	En termes de dispersion verticale, ces deux jeudis sont très ressemblants, à la chronologie près de l'évolution des inversions des basses couches, le matin et le soir. Le vent, un peu plus soutenu en 2015, peut avoir un impact sur l'éventuelle pollution en soirée.

Illustration 12 : 19 couples de jours analogues d'un point de vue météorologique et trafic (suite) [Source Air Breizh]

À partir de la sélection de ces 19 couples de journées identiques du point de vue de la météorologie et du trafic, l'objectif est de comparer les résultats de mesures de concentrations dans l'air relevés en 2015 et en 2016.

L'analyse comparative de ces données à ce stade aurait pu suffire à conclure. Cependant, Air Breizh a souhaité aller un peu plus loin en y intégrant l'influence possible d'autres facteurs externes.

En effet, à cette interprétation basée sur les données de qualité de l'air afin d'en déduire l'impact de la réduction de la vitesse sur les niveaux mesurés, Air Breizh a également souhaité associer quelques paramètres jugés d'influence sur ces niveaux de concentrations. Il s'agit notamment des données de caractérisation fine du trafic pour chaque journée des couples.

L'objectif de cette analyse complémentaire n'est donc pas de remettre en cause la comparaison des journées jugées analogues, mais d'essayer de corréler (ou non) les tendances observées sur les concentrations avec d'éventuelles légères évolutions du trafic (proportion de poids lourds, baisse de vitesse plus importante sur un couple que sur l'autre, …) ou de la météorologie (inversion ponctuelle, force du vent légèrement plus importante, …).

Ces différents paramètres d'influence sont explicités dans le paragraphe suivant.

2) Facteurs d'influence au sein des couples de journées comparables

- Taux de fonctionnement des analyseurs de NO2 :

Pour être représentatif d'une période de mesures définie, le nombre de données de mesures exploitables sur cette même période doit être suffisamment élevé.
Ainsi d'après la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air, un taux de fonctionnement minimal de 90% doit être respecté afin de garantir une bonne représentativité des mesures sur une période retenue.
Toutefois, un taux de fonctionnement de 85% est toléré par le LCSQA, tenant compte des opérations techniques d'étalonnage et de maintenance sur les analyseurs.

Dans le cadre de cette étude, les taux de fonctionnement des analyseurs ont pu varier selon les journées préalablement sélectionnées. Ils se situent majoritairement entre 80 et 100 %, exception faite de quelques journées ayant présenté un taux de fonctionnement inférieur à ce minima dont il faudra tenir compte lors de l'analyse des profils journaliers.

- Les concentrations de fond :

➔ Dioxyde d'azote

Même si le dioxyde d'azote mesuré en proximité de la rocade est issu, en très grande majorité des véhicules qui y circulent, une fraction provient de la pollution dite « de fond » générée par l'agglomération.
Or ce niveau de fond varie en fonction de l'intensité des sources présentes sur l'agglomération et des conditions météorologiques. Si on n'en tenait pas compte, cela pourrait conduire à interpréter des variations de concentrations mesurées de manière erronée.

Afin de s'affranchir de ce biais, les données de la station « urbaine de fond » de Rennes St-Yves (station fixe du réseau de surveillance d'Air Breizh pour le suivi de la qualité de l'air de l'agglomération) ont été utilisées pour corriger les écarts de concentrations calculés entre les deux années.

➔ Particules PM10

Le principe est identique pour les particules PM10. Or l'agglomération de Rennes ne dispose pas de mesures en configuration « urbaine de fond ».
Les écarts des concentrations entre les journées ont été calculés mais une réserve sera émise concernant les conclusions de ces variations, en raison de l'absence de prise en compte des variations de fond entre les journées.

Rappelons toutefois que les particules PM10, dont la contribution du trafic routier dans les émissions est de 39%, sont considérées comme un paramètre supplémentaire dans l'analyse, mais non décisif en termes d'effet de la réduction de vitesse contrairement au dioxyde d'azote.

- Spécificités météorologiques de chaque journée retenue :

Les interprétations de Météo France, dont les conclusions sont synthétisées dans les tableaux 11 et 12, ont été, pour chaque couple analysé, étudiées afin d'interpréter plus en détail leurs éventuelles relations avec les concentrations mesurées (différence sur la direction des vents, horaire de changement d'inversion, etc.).

- Les données du trafic routier :

– *Le trafic journalier* :

Le trafic journalier correspond au nombre de véhicules/jour enregistré par les stations de comptage situées au droit de chaque point de mesure.

C’est un paramètre important à considérer en termes d’émission de polluants puisque, toutes choses étant égales par ailleurs, plus les véhicules seront nombreux sur un tronçon, plus les émissions de gaz d’échappement cumulées, seront fortes.

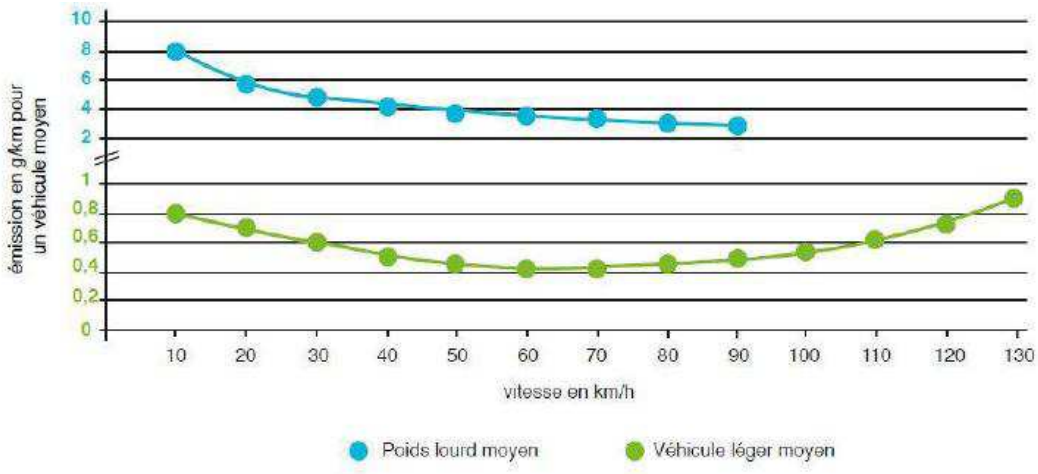
Les données fournies par la DIR Ouest permettent d’obtenir, avec un pas de temps de 6 minutes, le nombre de véhicules pour chaque sens de circulation et pour les deux points de comptage situés à proximité immédiate des stations de mesures de la qualité de l’air.

En termes d’analyses des données, il a été considéré qu’une différence supérieure à ±5% entre les journées 2015 et 2016 traduisait une évolution dite significative (tant en augmentation qu’en diminution), du trafic journalier cumulé.

En deçà de cette valeur, le trafic a été considéré comme constant.

- La vitesse de circulation :

La vitesse de circulation est également un paramètre influant puisqu’il conditionne les facteurs d’émissions (c’est-à-dire la quantité de polluant émise par un véhicule pour chaque kilomètre parcouru).
Des études montrent, pour les véhicules légers, qu’un abaissement de la vitesse maximale de 90 à 70 km/h, ne contribue qu’à de faibles diminutions voire, parfois, à des augmentations des émissions polluantes. En revanche, lors d’une diminution de vitesse de 130 à 110 km/h, la baisse des émissions se révèle plus constante et plus importante. Cette différence peut être illustrée par la courbe des émissions en oxydes d’azote, en fonction de la vitesse et du véhicule.



Evolution des facteurs d’émissions d’oxydes d’azote en fonction de la vitesse et du véhicule,
extrait du rapport : Réduction de vitesse et qualité de l’air - Etude relative à l’autoroute A9 au droit de Montpellier Air Languedoc Roussillon – Janvier 2012, étudié par l’ADEME
Illustration 13 : Evolution des émissions en fonction de la vitesse par type de véhicule

Ce graphique illustre que plus la vitesse d’un véhicule poids lourd diminue, plus il émet des oxydes d’azote.

En revanche, dans le cas des Véhicules Légers (VL), plus la vitesse du véhicule diminue (de 130 à 70 km/h environ), moins il émet des oxydes d’azote. En deçà de 70 km/h, la diminution de vitesse entraînera, par contre, une émission plus importante des oxydes d’azotes.
Dans le cadre de cette étude, les vitesses moyennes ont été transmises par la DIR Ouest, à l’instar des données relatives au nombre de véhicules, sur un pas de temps de 6 minutes, pour chacune des journées étudiées sur 2015 et 2016.

Ces données ont permis de comparer l’écart à la vitesse (en km/h) pour chacun des binômes étudiés et sur les deux points de mesures.

- La répartition PL/VL :

Comme évoqué précédemment, la caractérisation du trafic aux deux points de mesures entre 2015 et 2016 est également à considérer puisque, d'après les courbes d'émissions, les poids lourds circulant à 70 km/h émettent environ 10 fois plus que les véhicules légers.
La connaissance de la part des poids lourds dans le trafic du tronçon étudié est donc un élément à ne pas négliger, le taux de poids lourds étant susceptible d'influencer l'efficacité d'une réduction de la vitesse sur la qualité de l'air.

En effet, le gain d'émission d'oxydes d'azote dû à la réduction de vitesse des véhicules légers pourrait être compensée par la surémission des poids lourds. Ainsi, plus la proportion de poids lourds sera importante sur un axe routier, moins il paraît probable que la mesure de réduction de vitesse soit efficace (*Source : Atmo Nord - Pas de Calais, juin 2015*).

Les données concernant la proportion de poids-lourds parmi l'ensemble des véhicules empruntant les deux axes étudiés permettent d'évaluer l'évolution de la composition du trafic et donc les évolutions des émissions.

Lors de l'analyse et de la comparaison des binômes entre eux, pour ce facteur d'influence, la variation du taux de poids lourds a été considérée comme significative au-delà d'une variation de l'ordre +/- 2% du trafic total.

- L'indicateur d'encombrement des voies (ou de congestion) :
Révélateur d'une densité de trafic particulièrement élevée (dite saturée) et d'une réduction de vitesse particulièrement marquée, l'encombrement, saturation ou encore congestion des voies de circulation, contribue à une surémission des polluants. L'étude du niveau d'encombrement d'un axe est un élément pertinent qui permet une évaluation plus réaliste des émissions.

Dans le cadre de cette étude, il est important de préciser que Air Breizh s'est référé, en termes d'analyse des données, aux indices de congestion (ou « Roadway Congestion Index ») tel que définis dans l'étude Ademe4, par le rapport du débit total quotidien sur la capacité de la voie.

Le phénomène d'encombrement ou de congestion peut être le résultat d'une inadéquation entre le nombre de véhicules circulant sur une voie et la capacité de celle-ci à les accueillir.

Dans le cadre de l'analyse comparative, 2 critères caractérisant le niveau d'encombrement ont été utilisés :

- l'indice de congestion moyen journalier qui est défini par le rapport du débit (nombre de véhicules enregistrés sur un jour) sur la capacité théorique de la voie, comme spécifié précédemment ;
- l'évolution de l'indice de congestion calculé à partir des données trafic communiquées sur un pas de temps de 6 minutes, permettant de définir la répartition des différents régimes de trafics ci-après tout au long d'une journée.

Indices de congestion	
≥ 1	trafic saturé
>0,9 - <1	trafic dense
≤ 0,9	trafic fluide à dense

Illustration 14 : Niveaux de congestion utilisés en France
Source : Impact des limitations de vitesse sur la qualité de l'air, le climat, l'énergie et le bruit – ADEME février 2014

3) Synthèse des paramètres d'influence

Le tableau ci-après synthétise les paramètres d'influence utilisés pour l'interprétation fine des évolutions des concentrations dans l'air de chaque binôme ainsi que les critères de variations de ces paramètres jugés significatifs ou non vis-à-vis des mesures de la qualité de l'air.

Paramètres	Critères de significativité	Commentaires
Taux de fonctionnement journalier des analyseurs	> 85%	*En deçà de ce taux de fonctionnement, les mesures ne sont pas considérées comme représentatives de la journée choisie (une analyse partielle pourra être réalisée si l'absence de mesure est constatée en dehors des périodes de circulation)*
Concentrations de fond	< 5 µg/m^3	*Bien que retranchées systémiquement aux écarts calculés entre les jours d'un binôme (pour le NO_2), une évolution du niveau de fond < à 5 µg/m^3 entre deux journées d'un même binôme est considérée non significative.*
Données météorologiques	/	*Seules les interprétations qualitatives des conditions météorologiques ont été utilisées pour la comparaison des jours (direction des vents, forces, inversion, etc.)*
Données de trafic Trafic journalier Vitesse de circulation Répartition de PL/VL Indicateur d'encombrement des voies	 < ± 5% / < ± 2% < ± 5%	*Des variations du trafic inférieures à ces critères sont jugées non significatives pour expliquer des évolutions des concentrations dans l'air.*

Tableau 4 : Synthèse des facteurs d'influence pour l'interprétation des données de la qualité de l'air

Bien qu'à considérer comme des ordres de grandeur, ces critères de significativité, définis d'après l'expérience d'Air Breizh, permettent d'avoir une base commune pour l'interprétation de chaque binôme.

L'ensemble des résultats de ces paramètres ainsi que des données de la qualité de l'air pour chaque jour des 19 binômes, sont synthétisés dans une fiche reprise en annexe 3.

3.4.2.b - Choix des sites de mesures

Les sites de mesure retenus pour les campagnes 2015 et 2016 sont strictement identiques.

La localisation des stations mobiles relève de critères prédéfinis, identiques à ceux utilisés pour les stations fixes, et décrits dans le document de référence nationale « Classification, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA - Avril 2015) ».

Ce guide détaille notamment les différentes typologies de stations en fonction de leur environnement (urbain, rural) et le type d'influence des sources d'émissions à proximité (fond, industrielle et trafic).

Dans le cas de cette étude et au vu de l'objectif, le choix a été fait de retenir une station urbaine de proximité automobile (trafic) afin de caractériser au mieux les concentrations liées à cette source d'émission.

Deux critères sont notamment prescrits pour ce type de station, à savoir :

- L'éloignement de la voie de circulation des véhicules motorisés la plus proche, qui ne doit pas excéder 10 mètres ;
- L'éloignement des grands carrefours qui doit être supérieur à 25 mètres.

Commentaire : Un grand carrefour désigne, d'après le guide du LCSQA, un point de croisement entre la voie de circulation considérée comme principale source d'influence et d'autres voies de circulation susceptibles d'interrompre le trafic (ou de modifier sa vitesse) et en conséquence d'induire des variations des émissions de la route.

La proximité d'une station de comptage du trafic a également été prise en compte. En plus de ces prescriptions, il a fallu considérer d'autres contraintes comme l'alimentation électrique, la sécurité des utilisateurs de la rocade ainsi que du personnel d'Air Breizh lors des opérations techniques. En intégrant l'ensemble de ces critères, deux sites ont été retenus lors d'une visite le 5 juin 2015 avec les services de la DIR Ouest.

Les deux sites ont été choisis sur des tronçons présentant des vitesses différentes, à savoir :

- « Point nord » : tronçon limité à 110 km/h puis abaissé à 90 km/h ;
- « Point sud » : tronçon limité à 90 km/h puis abaissé à 70 km/h.

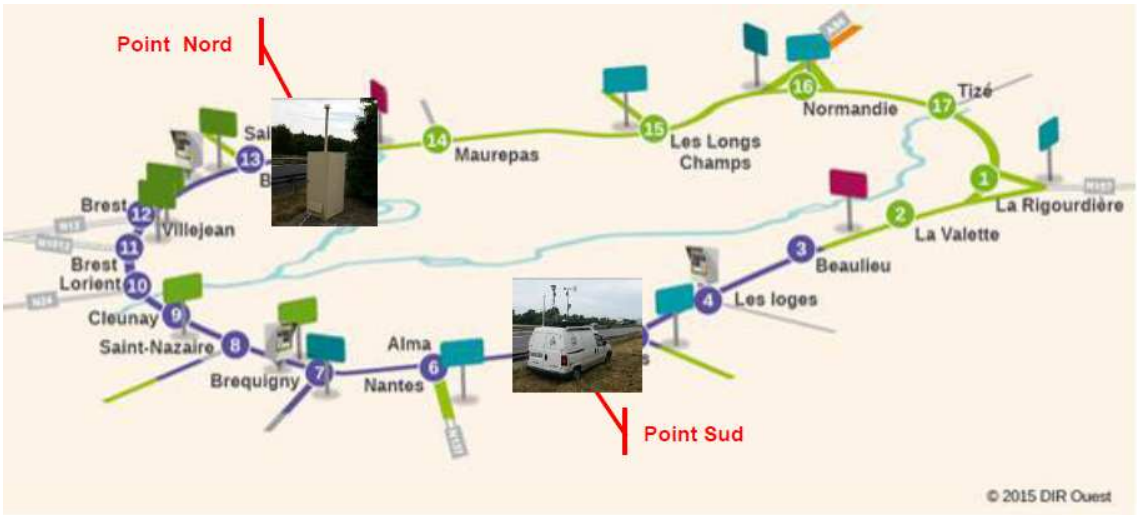


Illustration 15 : Localisation des points de mesures sur la rocade de Rennes [fond de carte DIR Ouest]

1) Point Nord

Le point nord a été retenu sur un tronçon limité à 110 km/h et qui a été abaissé à 90 km/h. Le changement de vitesse a lieu à 700 mètres du point de mesure (rocade intérieure). Ce point, situé à proximité d'une station de comptage trafic de la DIR Ouest (rocade intérieure), se trouve sur la commune de St Grégoire, entre le centre commercial Leclerc et la rocade.

Ce site se trouve sur une portion présentant une vitesse de trafic relativement constante. L'échangeur le plus proche est celui de la Porte de St Malo, dont la bretelle d'entrée sur la rocade intérieure débute à environ 300 mètres du point de mesure.

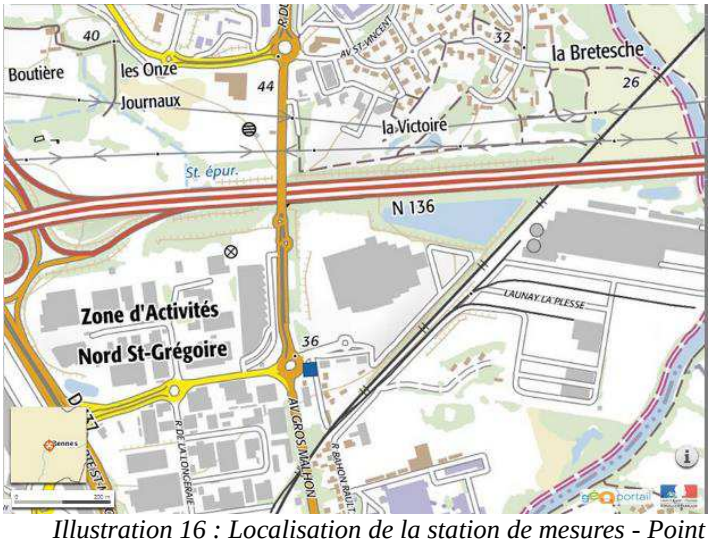


Illustration 16 : Localisation de la station de mesures - Point Nord [Géoportail]

	Caractéristiques	Préconisation du guide LCSQA - Station Trafic
Distance de la voirie	< 5 m	< 10 m
Distances échangeur le plus proche	> 150 m	> 25 m
Hauteur des têtes de prélèvement	2,5 à 3m	< 4 m
Station DIR Ouest à proximité	SIR N136 13-14	/
Tronçon routier	RN136 PR19+390 (intérieur)	/
Coordonnées géographiques		
Longitude	1°41'02.9"O	/
Latitude	48°08'26.8"N	

Tableau 5 : Références du site de mesures – Point Nord

Ce point est éloigné de tout obstacle (structure porteuse, végétation, …) pouvant affecter la mesure ou sa qualité par rapport à l'objectif défini.

Il n'y a pas eu d'évolution significative du micro-environnement du site entre les deux campagnes de mesure (végétation, travaux, etc.).

2) Point Sud

Le point Sud a été retenu sur un tronçon limité à 90 km/h et qui a été abaissé à 70 km/h. Ce point, situé également à proximité d'une station de comptage de la DIR Ouest (rocade intérieure), se trouve entre la voie d'accès Sud de l'Hôpital Sud et la rocade.

Ce site se trouve sur une portion présentant une vitesse de trafic relativement constante. L'échangeur le plus proche est celui de la Porte d'Angers, dont la bretelle d'entrée sur la rocade intérieure débute à environ 300 mètres du point de mesure.

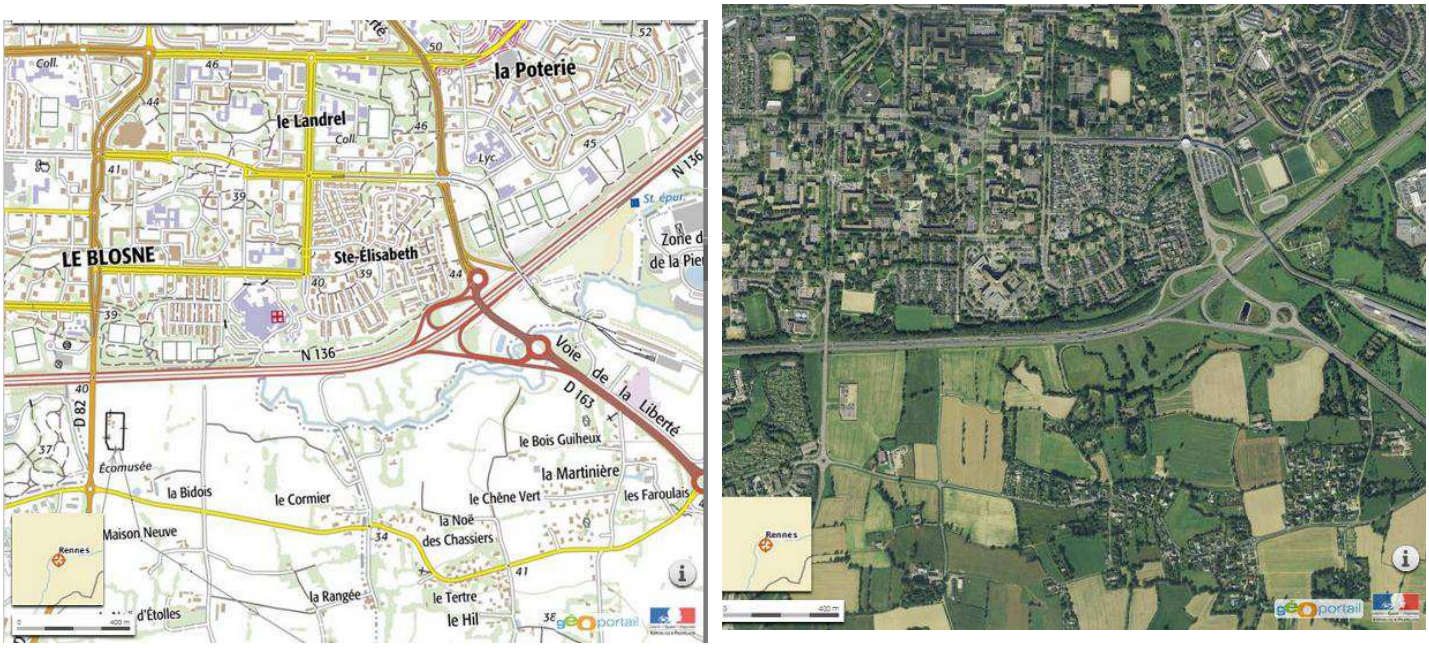


Illustration 17 : Localisation de la station de mesures - Point Sud [Géoportail]

	Caractéristiques	Préconisation du guide LCSQA Station Trafic
Distance de la voirie	< 5 mètres	< 10 m
Distances échangeur le plus proche	> 150 mètres	> 25 m
Hauteur des têtes de prélèvement	3 à 3,5 m	< 4 m
Station DIR Ouest à proximité	SIR N136-05-06-1	/
Tronçon routier	PR 7+262 (intérieur)	/
Coordonnées géographiques		
Longitude	1° 39' 01.9" O	/
Latitude	48° 04' 54.1" N	

Tableau 6 : Références du site de mesures – Point Sud

Ce point est éloigné de tout obstacle (structure porteuse, végétation, …) pouvant affecter la mesure ou sa qualité par rapport à l'objectif défini.

Il n'y a pas eu d'évolution significative du micro-environnement du site entre les deux campagnes de mesure (végétation, travaux, etc.).

3) Dispositif mis en place

Le dispositif mis en place sur chacun des points de mesures est le suivant :

	Point Nord	Point Sud
Analyseur $NO_x/NO/NO_2$	Oui	Oui
Analyseur particules	Non	Oui
Station météorologique (direction et vitesse du vent)	Non	Oui

Tableau 7 : Dispositif mis en place sur les deux points de mesure

En été, le NO2 est jugé traceur du trafic routier contrairement aux particules, pour lesquelles les sources sont plus diversifiées, ce qui explique la raison pour laquelle un seul point de mesure « particules » a été mis en place pour ce paramètre.

4) Dates des campagnes de mesure considérées en 2015 et en 2016

➔ Campagne 2015 (état initial) :
La campagne de mesure réalisée en 2015, lors de l'état initial, couvrait la période estivale, allant du 11 juin 2015 au 8 octobre 2015.
Pour la comparaison des résultats, la période du 12 juin au 18 septembre 2015 a été retenue, soit 99 jours.
La dernière semaine de mesure du mois de septembre 2015 a été exclue en raison d'un changement suspecté du comportement des automobilistes du fait de l'installation des panneaux indiquant les nouvelles limitations de vitesse.
Les limitations de vitesse dans le cadre de l'année d'expérimentation ont été mises en œuvre le 1er octobre 2015.

➔ Campagne 2016 :
Pour la campagne de mesures 2016, la campagne s'est étendue du 2 mai au 12 octobre 2016. Les dates retenues pour la comparaison des données sont du **2 mai au 25 septembre 2016, soit 146 jours.**

Les 5 derniers jours de septembre n'ont pas été considérés en raison de l'annonce par le préfet des conclusions de l'expérimentation effectuée le 26 septembre qui a probablement entraîné des modifications du comportement des automobilistes.

Les nouvelles limitations de vitesse ont été mises en œuvre le 1er octobre 2016.

3.4.2.c - Technique de mesures

Les oxydes d'azote et les particules ont été mesurés en continu sur l'ensemble de la période à l'aide d'analyseurs installés dans des unités mobiles.

Notons que le choix du type d'appareil de mesure a été effectué d'après une pré-sélection réalisée et mise à jour régulièrement par le LCSQA2.
Afin de figurer sur cette liste de matériels « approuvés type », les appareils doivent être homologués pour la mesure des polluants de l'air ambiant réglementés, sur la base de tests de conformité stipulés dans les normes EN correspondantes, désignées comme méthode de référence dans la réglementation européenne.

1) Analyseur d'oxydes d'azote

L'analyseur utilisé pour mesurer les concentrations en oxydes d'azote est basé sur la chimiluminescence, norme NF EN 14211. La chimiluminescence est une émission d'énergie lumineuse résultant de la réaction chimique suivante :

$$NO + O3 \rightarrow NO2^* + O2 \text{ puis } NO2^* \rightarrow NO2 + h\nu$$

NO2* = NO à l'état excité
hν = source lumineuse

Lors de cette réaction, le NO réagit avec de l'ozone (O_3) pour former du NO_2 à l'état excité, noté NO_2*. Le NO_2* instable revient à son état fondamental en perdant de l'énergie par l'émission d'un photon hν : c'est le phénomène de chimiluminescence. Son intensité est proportionnelle à la quantité de NOx présent dans l'air prélevé.

À partir de ce principe de base, un fonctionnement cyclique de l'analyseur permet d'accéder à deux modes de fonctionnement : le mode NOx et le mode NO.

Dans un premier temps, l'appareil mesure la concentration en mode NOx ($NO+NO_2$). Le NO_2 doit être tout d'abord converti en NO avant de pouvoir être mesuré. Ceci est réalisé par un convertisseur au molybdène chauffé à 325°C environ. L'échantillon arrive dans la chambre de réaction, avec le NO initial et réagit avec l'ozone. Ceci représente la concentration en NOx.

Dans un deuxième temps, en mode NO, l'appareil mesure la concentration uniquement en NO de l'échantillon sans passer par le convertisseur.

Dans une troisième étape, un calcul est effectué pour déterminer la concentration en NO_2. Cette dernière est déterminée en retranchant le signal obtenu en mode NO du signal obtenu en mode NOx. Cette mesure par différence correspond au principe du mode cyclique avec un seul détecteur et un seul photomultiplicateur. Ce mode de mesure par différence est effectué sur deux échantillons espacés dans le temps d'environ 5 à 10 secondes selon les modèles.
Les données brutes sont des données quart-horaires.

Les caractéristiques des analyseurs utilisés sont reprises dans le tableau ci-après.

	Point Nord	Point Sud
Modèle	AC32M-Env SA	42i-TEI
Gamme de mesure	0-1000 ppb	0-1000 ppb
Limite de détection	0,4 ppb	0,4 ppb

Tableau 8 : Caractéristiques principales des analyseurs NOx utilisés

Les appareils de mesures utilisés en 2015 et 2016 sont les mêmes.

2) Analyseur de particules fines

Pour les mesures des particules de type PM10, la méthode de référence (norme EN12341) ne permet pas de répondre totalement aux exigences de la directive européenne 99/30/CE concernant l'information du public, car elle est basée sur une méthode par prélèvement journalier suivi d'une analyse différée en laboratoire.
Les États-Membres se sont donc tournés vers des analyseurs automatiques comme la micro-balance à variation de fréquence (TEOM). Cet appareil fournit en continu les niveaux moyens horaires de particules de type PM10 et permet une actualisation quotidienne des informations vers le public en continu. Cette technique de mesures utilisée en France est une équivalence à la méthode de référence et a été validée par le LCSQA.

À partir de 2000, des articles scientifiques ont montré que les particules mesurées de façon automatique en France et dans d'autres pays européens pouvaient parfois, sous certaines conditions, être sous-estimées, du fait, en particulier, de ce que la part volatile des particules pouvait être mal appréhendée.
Suite à cela, des améliorations techniques ont été mises au point par les constructeurs des appareils automatiques. Un module adapté sur l'appareil, appelé FDMS, permet ainsi de mieux prendre en compte la fraction volatile des particules.
D'autres appareils ont été développés par la suite intégrant directement ce module pour la quantification de la fraction volatile. Il s'agit notamment des jauges radiométriques BAM également utilisé dans le dispositif de surveillance d'Air Breizh.

Pour l'ensemble de ces appareils, les données brutes sont des données quart-horaires. Les caractéristiques de l'analyseur utilisé lors de cette étude sont les suivantes :

Modèle	TEOM1400 – Thermo Scientific
Gamme de mesure	0 - 1000 mg/m^3
Limite de détection	0.1 µg/m^3
Mesure de la fraction volatile	Non* (sans module FDMS, valeurs ajustées d'après mesures sur un autre site)

* L'unité mobile d'Air Breizh ne peut être équipée à ce jour d'un appareil de mesure réglementaire des particules

Tableau 9 : Caractéristiques principales de l'analyseur de particules

L'appareil de mesures utilisé en 2015 et 2016 est identique.

Notons qu'une station météorologique permettant la mesure de la direction et de la vitesse du vent a également été installée sur l'une des unités mobiles (Point sud) comme visible sur les figures suivantes.

Illustration 19 : Unité mobile installée sur le point Nord

Illustration 18 : Unité mobile installée sur le point Sud

3) Contrôle de la qualité des mesures

En 2015 comme en 2016, les analyseurs en continu ont fait l'objet d'opérations de maintenance, vérification et étalonnage à fréquence régulière durant la campagne, afin de garantir la qualité des mesures effectuées.

Pour les oxydes d'azote, les opérations de vérification et d'étalonnage sont réalisées à partir d'un gaz étalon.

Les analyseurs n'ont pas présenté de dysfonctionnement notable durant la campagne de mesure 2015 et 2016 comme en témoignent les taux de fonctionnement respectifs des appareils indiqués ci-après.

	Point Nord	Point Sud
Analyseur NOX	99.5%	99.3%
Analyseur particules	/	99.1%

Tableau 10 : Taux de fonctionnement des analyseurs en 2016 (du 2 mai au 10 juillet)

	Point Nord	Point Sud
Analyseur NOX	95.7%	94.4%
Analyseur particules	/	93.3%

Tableau 11 : Taux de fonctionnement des analyseurs en 2015 (du 12 juin au 18 septembre)

Notons que sur un site de mesure fixe, la Directive 2008/50/CE prescrit une saisie minimale des données de 90% pour ces deux paramètres afin d'assurer une bonne représentativité des données.

Ce critère a été respecté pour les deux sites de mesures en 2015 et en 2016 et pour les deux paramètres analysés.

3.4.2.d - Limites de l'étude

Les campagnes de mesure ne sont représentatives que des périodes étudiées. En effet, les résultats sont tributaires des conditions météorologiques ainsi que de la circulation automobile. En aucun cas, ils ne peuvent être assimilés à une autre période ou à un autre point.

L'étude se limite aux deux sites de prélèvement Nord et Sud de la rocade, comme précédemment définis, ce qui n'exclut pas des concentrations plus élevées dans des zones non étudiées. La comparaison des concentrations relevées en 2015 et en 2016, au niveau des deux sites de référence, est basée sur l'identification de journées comparables d'un point de vue météorologique (profils verticaux et force du vent notamment) mais également analogues du fait des conditions habituelles de trafic (cumul journalier enregistré).

Il est rappelé que ces résultats sont propres à la rocade rennaise et que toute généralisation à tous types de voies serait abusive. Toutefois pour des configurations analogues de périphérique ou rocades d'agglomération avec de nombreux échanges rapprochés, il est possible que des tendances similaires pourraient être observées.

3.5 - L'impact sur le bruit

3.5.1 - Méthodologie

Les impacts de la réduction des vitesses en termes de bruit ont été évalués à partir des mesures faites par des sonomètres sur des façades d'habitations. Les résultats reposent sur la comparaison de deux campagnes de mesures réalisées du 25 au 30 juin 2015 (état initial) et du 20 avril au 1er mai 2016 (état modifié), hors périodes scolaires.

Le choix des mesures en façade des habitations a été fait afin de refléter l'impact au niveau des zones d'habitat et non en bordure stricte de la rocade où personne ne demeure en permanence.

Un appel à volontaire a été effectué par la DIR Ouest parmi les riverains. Cinq emplacements ont été sélectionnés pour leur proximité avec la rocade (comprise entre 70 et 150m) et leur situation géographique. Ces sites sont situés en bordure de sections représentatives du trafic sur la rocade. Deux sont situés sur la rocade Nord intérieure précédemment limitée à 110 km/h, les autres sur la rocade sud et ouest intérieure précédemment limitée à 90km/h.

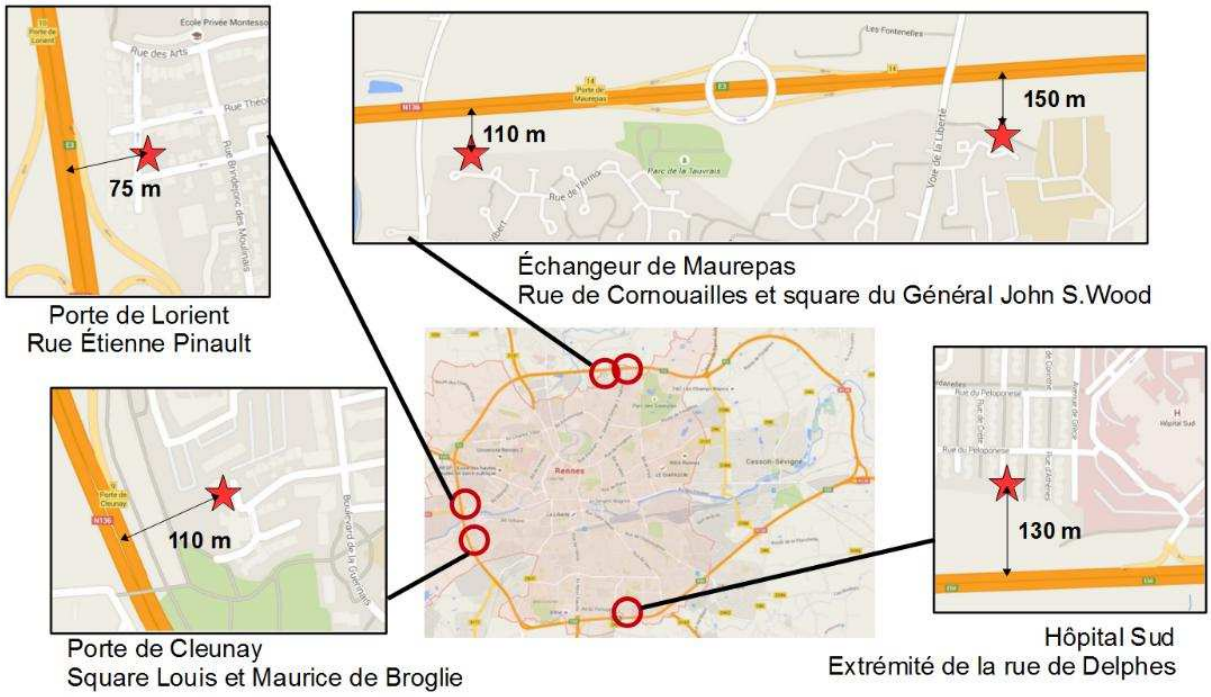


Illustration 20 : Sites de mesure de bruit [source DIR Ouest]

Les campagnes de mesures de bruit routier sont encadrées par la norme AFNOR NFS 31-085, qui impose plusieurs conditions de validité des mesures concernant :

- les emplacements de mesurage, et notamment la distance à la source de bruit ;
- la géométrie du site en termes de propagation acoustique (forme de la rue, description du sol et des chaussées…) ;
- et les conditions météorologiques.

Les façades des habitations particulières ont été équipées de sonomètres qui mesurent la pression acoustique en continu. La pression acoustique correspond à la variation de pression engendrée par l'onde acoustique autour de la pression atmosphérique.

Certains sonomètres sont équipés d'enregistreurs audio se déclenchant au-delà d'un certain seuil pour faciliter l'analyse des bruits enregistrés.

Les incertitudes liées à la mesure sont relativement faibles, en lien avec l'utilisation d'appareils de haute précision. Les appareils sont calibrés avant la campagne de mesure et le calibrage est vérifié après pour s'assurer qu'il n'y a pas eu de dérive en cours de campagne. La norme Afnor NFS 31-085 impose que les écarts de calibrage mesurés de la sorte soient inférieurs à 0,5 dB pour que les mesures soient valides.

3.5.2 - Méthode d'analyse

L'indicateur de référence pour la comparaison des mesures de bruit est le niveau sonore continu équivalent pondéré A sur une période donnée : Laeq

Le niveau sonore continu équivalent est défini comme le niveau sonore d'un bruit permanent qui transporterait la même énergie pendant le même temps. On l'obtient ici en intégrant les pressions sonores mesurées sur la période considérée.

Pour obtenir des mesures correspondant au spectre de l'oreille humaine, on applique à chaque bande de fréquence une pondération spécifique, appelée A, obtenant ainsi le niveau sonore continu équivalent pondéré A. Les périodes utilisées pour les concaténations sont 15 minutes et 1 heure.

Plusieurs phénomènes vont impacter les mesures effectuées :

- le bruit de la circulation, que l'on cherche à mesurer ;
- le bruit des activités humaines autres que la circulation (tondeuses, chiens, etc.) ;
- les conditions météorologiques qui vont perturber ou non la propagation du son ;
- le trafic (vitesses et nombre de véhicule).

La distinction entre les bruits liés au trafic et les bruits liés aux activités humaines autres se font par l'analyse statistique des données Laeq 15 minutes : la distribution des Laeq15 va en effet permettre de définir si la nature des sources sonores retenues peut être considérée comme caractéristique d'un bruit routier et non de sources autres. Dans le cas contraire, la mesure est invalidée. Une autre méthode consiste à analyser les enregistrements audio, si le sonomètre dispose d'un enregistreur, pour identifier et éliminer les périodes parasitées par des bruits de voisinage.

Les figures ci-après illustrent les matériels utilisés pour les deux campagnes de mesure :

Illustration 21 : Sonomètre intégrateur de classe 1

Illustration 22 : Calibreur de sonomètre

Illustration 24 : Boule anti-pluie protégeant les micros de la pluie et des oiseaux

Illustration 23 : Système de fixation en tableau de fenêtre pour acquisition de mesure acoustique en façade

Normalement, seules les mesures réalisées dans des conditions météorologiques favorables ou homogènes sont valides et comparables entre elles. La vitesse du vent est un aspect prépondérant dans la validité de la mesure.

Dans le cadre des mesures de bruit routier et concernant principalement les aspects météorologiques, 2 normes cohabitent. La norme NF S 31 085 de caractérisation du bruit dû au trafic routier et la NF S 31 010 qui concerne de façon plus générale les mesures de bruit dans l'environnement. Cette dernière norme considère qu'une mesure de bruit ne devrait pas être effectuée lorsque la vitesse du vent est supérieure à 5m/s ou lors d'une pluie marquée, alors que la NF S 31 010 est plus précise et donne des valeurs de vitesse du vent en fonction du niveau mesuré (voir tableau ci-dessous).

Niveaux sonores mesurés $L_{Aeq,T}$ (dB(A))	**Vitesse du vent maximale admissible** (m/s)
< 60	3
60 à 70	5
> 70	7
Les valeurs de ce tableau sont valables pour l'utilisation d'un microphone avec une boule anti-vent.	

Tableau 12 : vitesses du vent maximales admissibles

La vitesse du vent relevée par Météo France est prélevée à 10m du sol. Or toutes les mesures sonores sont prises entre 2 et 4m du sol et on sait que la vitesse du vent croît avec l'altitude. Pour tenir compte de ce phénomène, ont tout de même été considérées comme valides dans les analyses les mesures qui a priori sont invalides au sens de la NF S 31 085, car la vitesse du vent est inférieure à 5m/s et le niveau mesuré inférieur à 60dB, mais qui le sont au sens de la NF S 31 010.

La norme NF S 31 085 considère une marge d'erreur de 10 % sur les conditions de propagation. Ainsi, sur 8h de 22h à 6h, le LAeq 22-6 est valide s'il y a une période d'1h au maximum dont les conditions sont défavorables. 2 périodes sont autorisées pour la période de 6h à 22h.

Les conditions météorologiques sont identifiées à partir des données de la station météorologique de Rennes Saint Jacques.

La distance entre les stations de comptage et les points de mesure de bruit peut induire un biais de mesurage en lien avec l'évolution des vitesses entre la station de comptage et le capteur de bruit. La norme Afnor NFS 31-085 impose des tests statistiques pour vérifier la cohérence des mesures de Laeq avec des Laeq théoriques déterminés par calcul à partir des données trafic. En cas d'écart significatif, les données horaires incriminées sont également invalidées.

La carte ci-après indique la position des stations de comptage de la DIR Ouest qui ont servi pour ce contrôle de cohérence des mesures. Il a été pris en considération pour chaque habitation la station la plus proche.

Illustration 25 : Stations de comptage [Source DIR Ouest]

Une fois cette sélection des données effectuée, les comparaisons de niveau de bruit peuvent être effectuées sur des périodes où les conditions météorologiques et de trafic sont équivalentes.

Les indicateurs réglementaires pour la caractérisation du bruit routier sont les Laeq6-22h qui couvre la période diurne et le Laeq22-6h sur la période nocturne.

3.6 - L'impact sur la sécurité routière

3.6.1 - Sources de données

Les données disponibles sont issues de deux sources distinctes : le fichier national des accidents corporels de la circulation dit « fichier BAAC » et les données d'interventions des services d'exploitation de la DIR Ouest.

Le fichier BAAC regroupe les informations saisies par l'unité des forces de l'ordre (police, gendarmerie, etc.) qui est intervenue sur le lieu du sinistre. Les accidents y sont classés en fonction de l'événement à l'origine de l'accident, le nombre de véhicules impliqués, le nombre de victimes et la gravité des blessures. La localisation et l'heure de l'événement sont également précisées. Ces données sont accessibles deux mois après les événements, le temps de valider la gravité des dommages corporels. Ce fichier ne comprend pas les données relatives aux accidents matériels.

En complément de ces données, les mains courantes du CIGT[2] et du centre d'exploitation et d'intervention (CEI) de Rennes de la DIR Ouest relèvent l'ensemble des accidents (y compris matériels) identifiés sur le réseau faisant l'objet d'une intervention des services d'exploitation. La main courante du CIGT, issu de TIPI (le système d'information routière du ministère), note les événements signalés sur le réseau (signalements téléphoniques, surveillance des caméras de trafic…). La main courante du CEI intègre quant à elle également les accidents matériels non identifiés ayant occasionné un dommage sur le domaine public.

3.6.2 - Méthodologie utilisée

L'accidentologie corporelle est analysée mensuellement. Le nombre d'accidents est comparé à celui des années précédentes et les conflits d'usages sont analysés. Ces données ont pu être analysées sur une période d'une année avant et d'une autre année après l'expérimentation Cependant, l'échantillon est trop faible pour pouvoir affiner davantage l'analyse à cette échelle temporelle et pour en tirer des conclusions. Cette analyse permettra d'en tirer des tendances sur l'impact de la réduction des vitesses sur la sécurité routière.

En portant l'analyse sur une période plus grande (cinq ans avant et après mise en œuvre de la mesure), il serait intéressant de vérifier l'impact qu'elle a eu sur la répartition des causes d'accidents corporels et éventuellement leur gravité si l'échantillon est suffisamment important.

L'utilisation des mains courantes des services d'exploitation permet un analyse plus fine portant sur les accidents matériels. Toutefois, comme tout travail sur une base de données, un traitement des données est nécessaire pour nettoyer la base : les (rares) éléments partiellement renseignés et les quelques événements redondants sont éliminés, tout comme les interventions sur signalement d'accidents non avérés.

À partir de cette base de données, le nombre d'accidents matériels mensuels est comparé à celui de l'année précédente mais également à la moyenne sur les 5 dernières années des accidents relevés sur le mois correspondant en identifiant l'intervalle de variation.

En cumulant les informations sur des périodes plus longues, la répartition de l'accidentologie sur des pas de temps hebdomadaires ou horaires permet d'affiner les diagnostics.

L'indicateur principal pour l'évaluation de l'accidentologie sur la période de l'expérimentation est l'évolution du nombre d'accidents corporels. La comparaison doit s'effectuer en cherchant si les écarts relevés sont statistiquement représentatifs. Cette analyse est complétée par des éléments sur les conflits et les causes à l'origine de ces accidents pour vérifier l'impact sur la typologie de l'accidentologie. Les évolutions constatées devront être analysées en regard des évolutions sur un réseau « témoin », peu impacté par la diminution des vitesses maximales, comme le réseau départemental d'Ille-et-Vilaine.

Dans un deuxième temps, les indicateurs secondaires, issus des mains courantes, sont venus étayer l'analyse :

- évolution mensuelle du nombre d'accidents (par rapport aux moyennes des 5 dernières années et écart-types) ;
- part d'accidents impliquant des Poids-Lourds sur des périodes de 6, 9 et 12 mois (par rapports aux mêmes périodes des années précédentes) ;
- nombre moyen de véhicules impliqués par accident sur des périodes de 6, 9 et 12 mois depuis le début de l'expérimentation.

2 CIGT : Centre d'Ingénierie et de Gestion du Trafic

3.7 - Synthèse des indicateurs

Le tableau ci-après détaille pour chaque thème de l'évaluation, le ou les indicateurs retenus, ainsi que la période de recueil des données.

Thème de l'évaluation	Indicateurs retenus	Source de données	Période de recueil
Respect des vitesses	- Vitesse libre (hors congestion) - Taux de non-respect de la limitation de vitesse	76 stations de comptage de la DIR Ouest – rocade de Rennes	Octobre 2014 à juin 2016
Volume de trafic	TMJ (véh/j)	- Stations de comptages permanentes de la DIR Ouest, du Département d'Ille et Vilaine et de Rennes Métropole. - une campagne de mesures basée sur des compteurs temporaires disposés sur 10 routes départementales	Octobre 2014 à juin 2016 du 21 septembre au 07 décembre 2015
Conditions de déplacement	- Temps de parcours au pire matin et soir - % véhicules circulant en dessous de 50km/h	10 stations de comptage situées sur la rocade de Rennes	Octobre 2014 à juin 2016
Qualité de l'air	NOx PM140	2 points de mesure	Avant : juin à septembre 2015 Après : mai à septembre 2016
Bruit	- Laeq6-22h - Laeq22-6h	5 points de mesure	Avant : 25 au 30 juin 2015 Après : 20 avril au 1er mai 2016
Accidentologie	- Nombre d'accidents corporels - Nombre des accidents recensés par la DIR Ouest	Fichier BAAC des accidents corporels Mains courantes de la DIR Ouest	Octobre 2014 à juin 2016 Octobre 2014 à juin 2016

Tableau 13 : Récapitulatif de l'ensemble des indicateurs de l'évaluation

4 - Les résultats consolidés de l'évaluation

Les résultats des évaluations ont été analysés en deux temps par le comité de suivi :

- tout d'abord, en comparant l'évolution des différents indicateurs entre la période ex-ante et la période ex-post jusqu'à mi-juillet 2016 pour pouvoir présenter des résultats provisoires et proposer des scénarios à l'issue de la période d'expérimentation ;
- puis en analysant leur évolution en s'appuyant sur l'ensemble des données pour la période ex-post.

Ce rapport présente les résultats agrégés pour l'ensemble des périodes de recueil des données.

4.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse

4.1.1 - Étude de la vitesse libre

Suite à la baisse de la limitation des vitesses sur la rocade en septembre 2015, la vitesse libre a beaucoup diminué en octobre 2015. Cependant, depuis novembre, chaque mois la vitesse libre a augmenté à certains endroits de la rocade (au Nord-Ouest principalement).

Les vitesses libres sont au-dessus de la limitation depuis novembre alors, qu'avant la baisse des limitations, les vitesses étaient globalement bien respectées.

Les cartes ci-dessous représentent la différence de respect des limitations de vitesse entre septembre 2015 (état de référence) et juin 2016 (après 8 mois de baisse des limitations de vitesse).

Septembre 2015 Juin 2016

Illustration 26 : Vitesse libre avant et après la baisse des limitations de vitesse

Vitesse libre sur la carte :
en rouge : vitesse libre au-dessus de la limitation
en orange : vitesse libre au niveau de la limitation
en vert : vitesse libre en dessous de la limitation de vitesse

Délimitation des vitesses réglementaires sur la rocade :
70km/h sur secteur Ouest, 90km/h sur secteur Est

4.1.2 - Analyse du respect de la limitation de vitesse

4.1.2.a - Évolutions avant/après la baisse des vitesses

Le respect des limitations de vitesses s'est dégradé suite à la mise en œuvre de la nouvelle limitation, comme le montrent les cartes suivantes. En avril 2016, le taux de non-respect est en moyenne de 52,8% sur l'ensemble de la rocade alors qu'il n'était de 29,8 % en avril 2015.

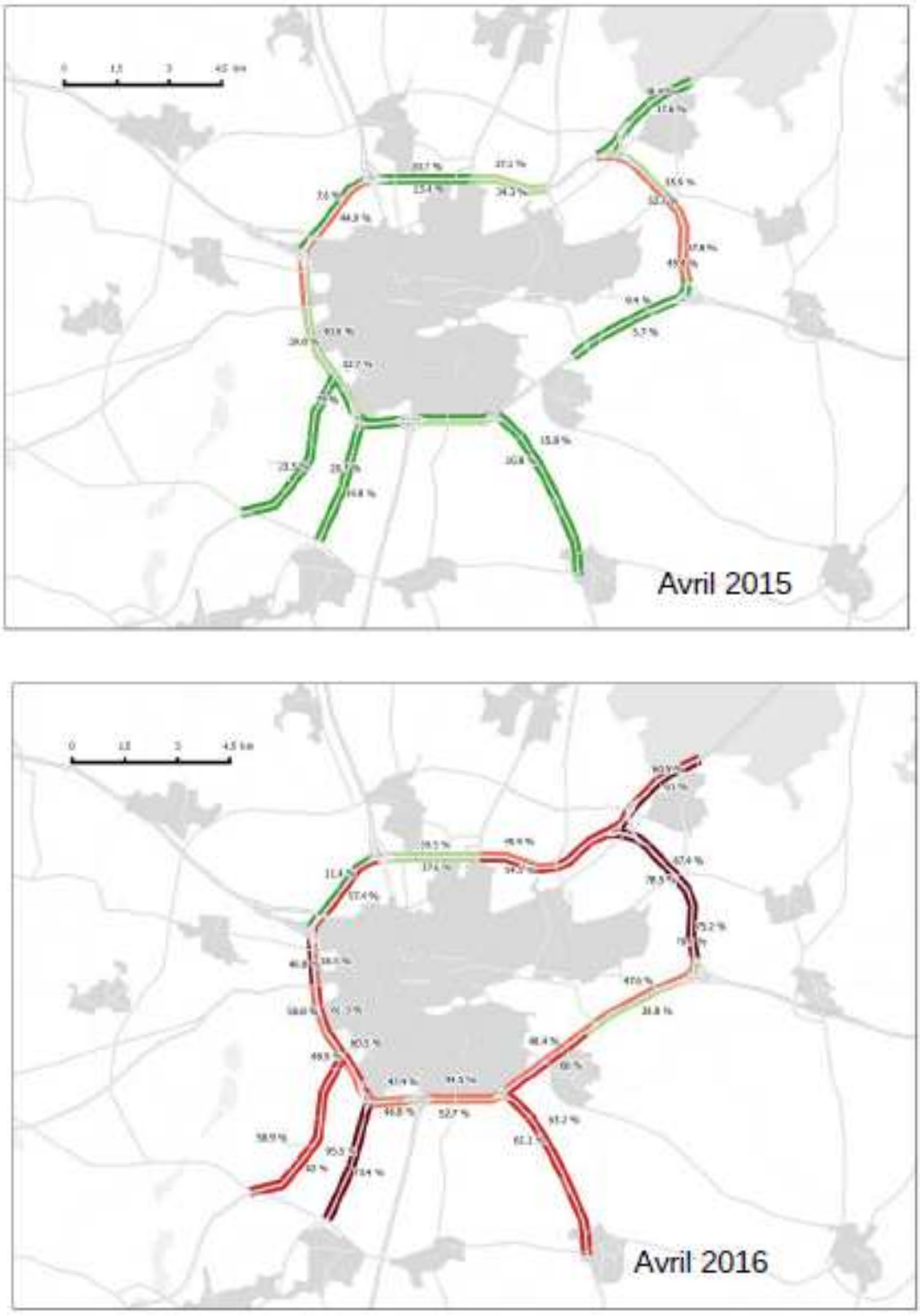


Illustration 27 : Pourcentage de non-respect de la limitation de vitesse en avril 2015 et 2016 (mois représentatifs)

4.1.2.b - Évolutions mois par mois

On constate également que le respect de la nouvelle limitation de vitesse a évolué au fil des mois et est variable suivant les stations. Le non-respect des vitesses a tendance à se stabiliser depuis le mois de mai.

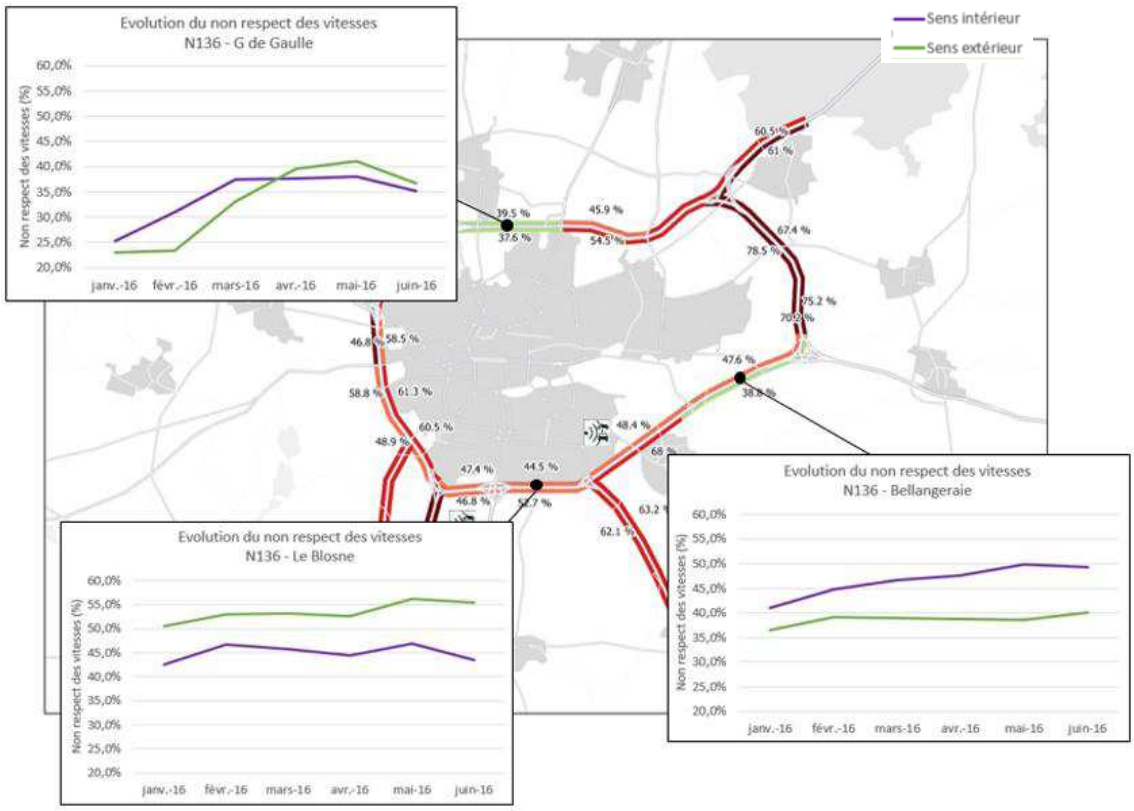


Illustration 28 : Evolution du non-respect des vitesses mois par mois sur 3 stations en sens intérieur et extérieur

4.2 - L’impact sur les volumes de trafic

4.2.1 - Étude des TMJ (Trafic Moyen Journalier)

Pour chaque station, les TMJ sur la rocade sont comparés avec ceux du mois précédent et ceux du même mois de l’année précédente lors de chaque évaluation mensuelle.

4.2.1.a - Sur la rocade de Rennes

Globalement, l’évolution du trafic observée chaque mois entre octobre 2015 et juin 2016 suit les mêmes tendances que pour les mêmes mois de l’année précédente (voir carte ci-dessous), à l’exception du mois de mai. Cette constatation s’explique par les évènements particuliers ayant eu lieu en mai 2016 : manifestations et grèves.

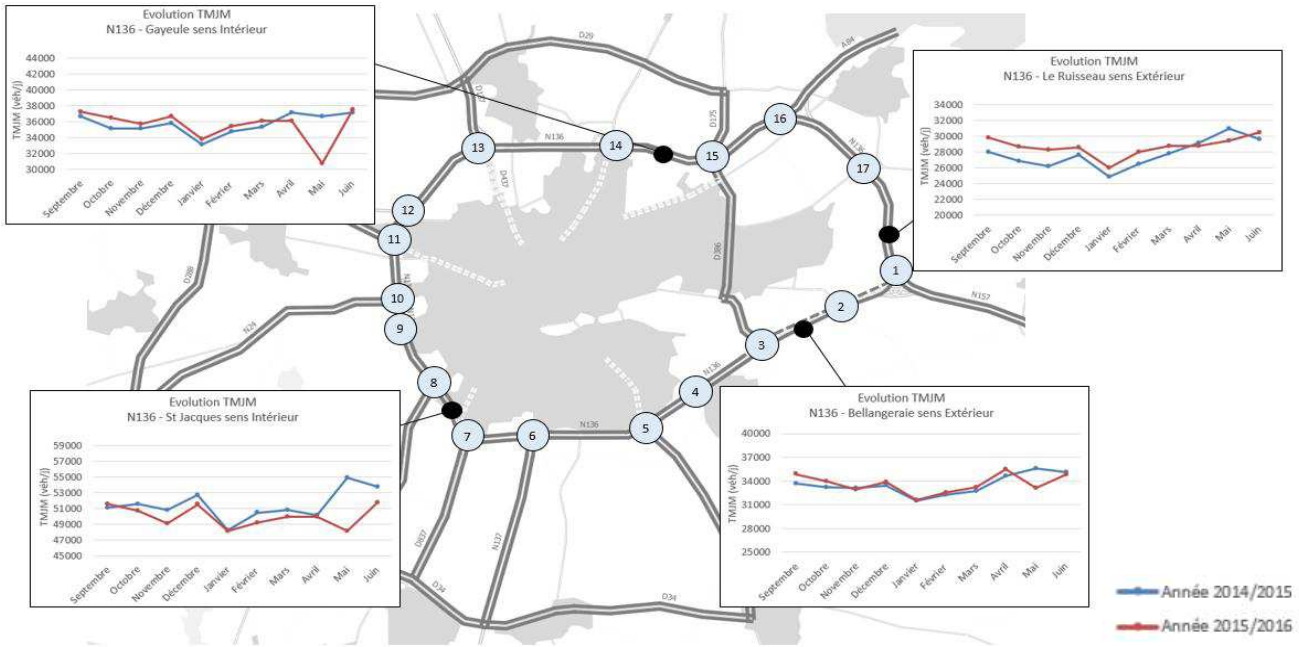


Illustration 29 : Graphes d’évolution du TMJ d’octobre à juin 2014/2015 et 2015/2016

Au Nord et à l’Est, le trafic en 2015/2016 est similaire voire augmente légèrement par rapport à celui de l’année 2014/2015. Au Sud, le trafic est stable entre les deux années. À l’Ouest, une baisse du trafic en 2015/2016 par rapport à l’année précédente est constatée (cf. § zoom sur la rocade Ouest ci-après).

4.2.1.b - Sur les autres zones

Le périmètre retenu pour l’analyse comprend également la deuxième ceinture et les pénétrantes permettant l’accès à Rennes. Sur ces secteurs, la tendance générale est à une légère augmentation du trafic par rapport à l’année précédente.

Cette évolution est également constatée en septembre 2015 (avant la mise en place de la mesure), son lien avec la mesure n’est pas avéré.

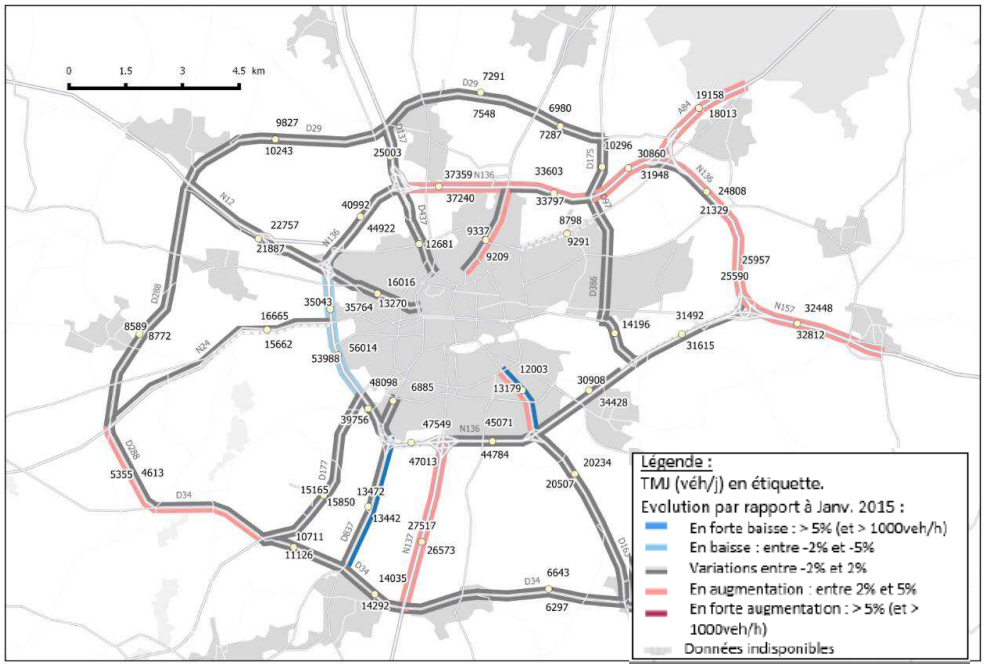


Illustration 30 : Carte d'évolution du TMJ du mois de janvier 2016 en comparaison avec janvier 2015

4.2.2 - Zoom sur la rocade Ouest

4.2.2.a - Baisse du trafic

Le secteur Ouest où une baisse est observée est compris entre les portes 7 (Bréquigny) et 12 (Brest). Suite à la baisse des limitations de vitesses fin septembre 2015, une perte de trafic est observée chaque mois sur ce secteur de la rocade (en pointillés verts sur la carte ci-dessous). Cette perte varie selon les stations et les mois jusqu'à - 5.8%, soit - 2930 véh/jour en juin à Saint Jacques en sens extérieur (hors mois de mai car c'est un cas particulier).
Cette perte de trafic n'avait pas été identifiée sur septembre 2015. Elle est donc peut être liée à la baisse des limitations de la vitesse sur la rocade de Rennes.

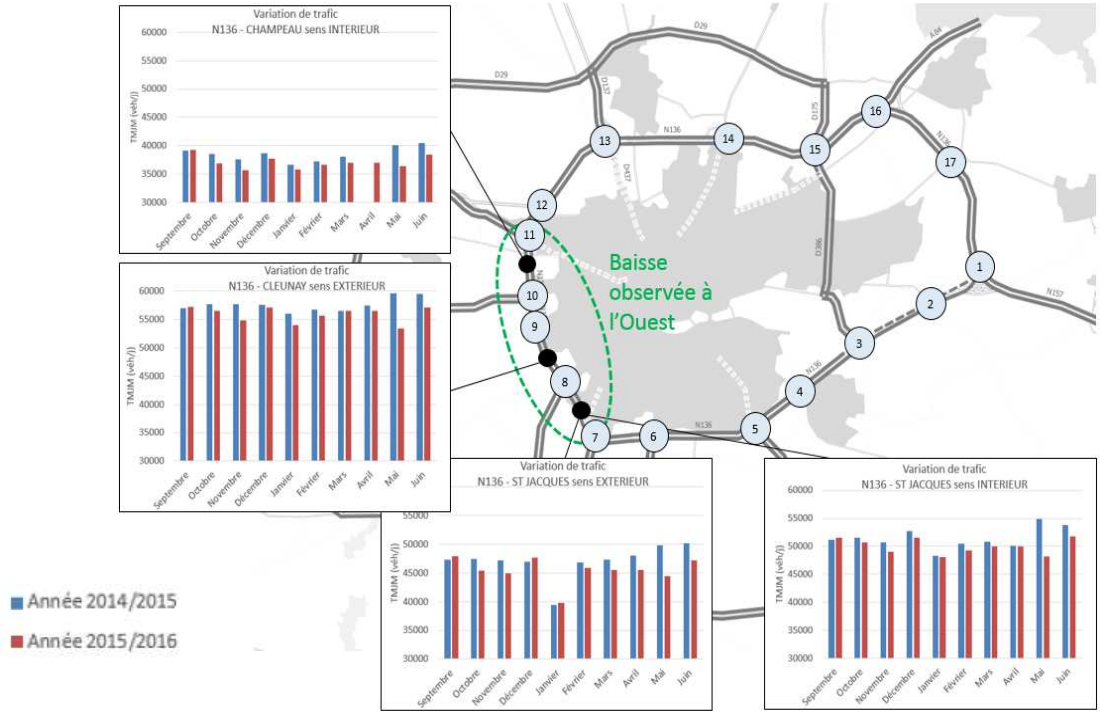


Illustration 31: Evolution mensuelle du trafic – Comparaison entre 2014/2015 et 2015/2016

4.2.2.b - Reports de trafic

Une étude complémentaire a été réalisée pour étudier les éventuels reports de trafic sur d'autres axes intra-rocade. Cette étude est réalisée sur 5 stations (deux sens confondus sauf pour la station Alma) intra-rocade sur 3 mois : février, mars et avril. Les données de 2015 pour chaque mois sont comparées aux données de 2016.

Des variations de trafic sont principalement observées sur les stations identifiées sur la carte ci-dessous (Lorient, Alma et Chateaugiron). Ces variations de trafic montrent a minima une fréquentation moindre de l'échangeur Alma (n°6 sur la carte), associée à une fréquentation plus importante de l'échangeur Les Loges (n°4 sur la carte ci-dessous).

L'analyse ne permet pas d'identifier de reports francs sur les axes analysés.

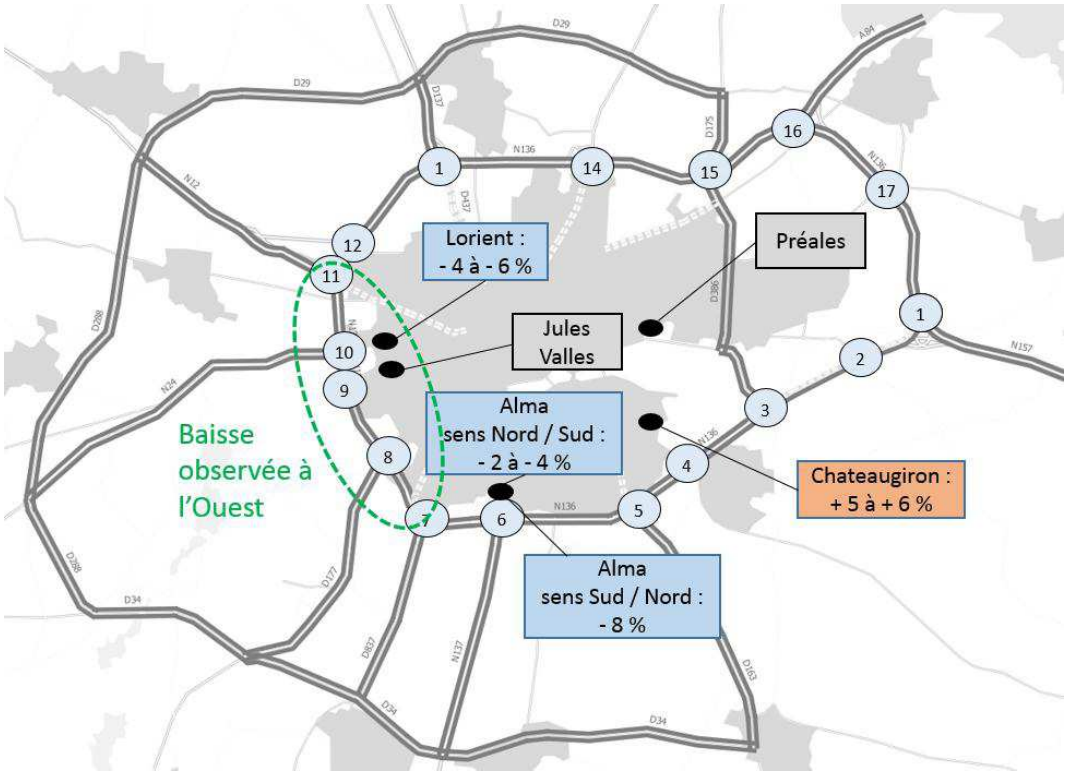


Illustration 32: Identification des reports de trafic de la rocade Ouest vers le centre-ville

4.3 - L’impact sur les conditions de circulation

4.3.1 - Evolution du temps de parcours

Afin d’étudier l’évolution du temps de parcours au pire, la rocade est découpée en différents secteurs sur la base des congestions identifiées dans le diagnostic macroscopique réalisé sur la rocade de Rennes en 2012. Deux découpages différents sont identifiés, un pour le matin et un pour le soir. Ce découpage est également différent selon le sens de circulation, comme expliqué dans les tableaux ci-dessous.

Les temps de parcours au pire sont étudiés pour les mois de novembre 2015 à juin 2016 et sont comparés par rapport aux mêmes mois de l’année précédente : novembre 2015 est comparée à novembre 2014, décembre 2015 est comparé à décembre 2014,… Cette comparaison permet d’établir l’évolution des conditions de circulation avant et après la mise en place de la mesure.

Pour l’étude de cet indicateur, les jours atypiques (week-end, vacances scolaires, jours perturbés par événements particuliers) n’ont pas été pris en compte. Les périodes d’heure de pointes retenues sont : 7h-9h pour le matin et 17h-19h pour le soir.

Pour chaque heure de pointe du matin et du soir, une cartographie permet de synthétiser l’évolution du temps de parcours au pire entre novembre 2015 et juin 2016. Les tableaux détaillant ces évolutions sont présentés en annexe 1.

L’indicateur représenté sur les cartes tient compte de l’évolution du trafic : par exemple si le temps de parcours au pire augmente fortement mais que le trafic augmente également, l’indicateur sera modéré (orange) car la dégradation peut s’expliquer par cette augmentation de trafic.

De plus, l’indicateur tient compte des variations observées mois par mois. Si aucune tendance ne se confirme sur la durée, l’indicateur vaudra « Pas de tendances fermes » (en pointillés noir).

4.3.1.a - Heure de pointe matin

En heure de pointe le matin, **dans le sens extérieur**, une dégradation des conditions de circulation est observée pour les secteurs Nord, Sud et dans une moindre mesure pour le secteur Est. En effet, la dégradation des temps de parcours à l'Est peut également être liée à une hausse du trafic. À l'Ouest, aucune tendance ne se dessine.

Dans le sens intérieur, une dégradation des temps de parcours est observée à l'Ouest accompagnée d'une diminution significative du trafic. À l'Est, les temps de parcours sont stables par rapport à l'année précédente. Au Nord, il est difficile de dégager des tendances car l'évolution par rapport à l'année précédente est très variable d'un mois à l'autre. Au Sud, le manque de données pour les mois de novembre 2014 à juin 2015 ne permet pas d'établir une comparaison avant/après mise en place de la mesure.

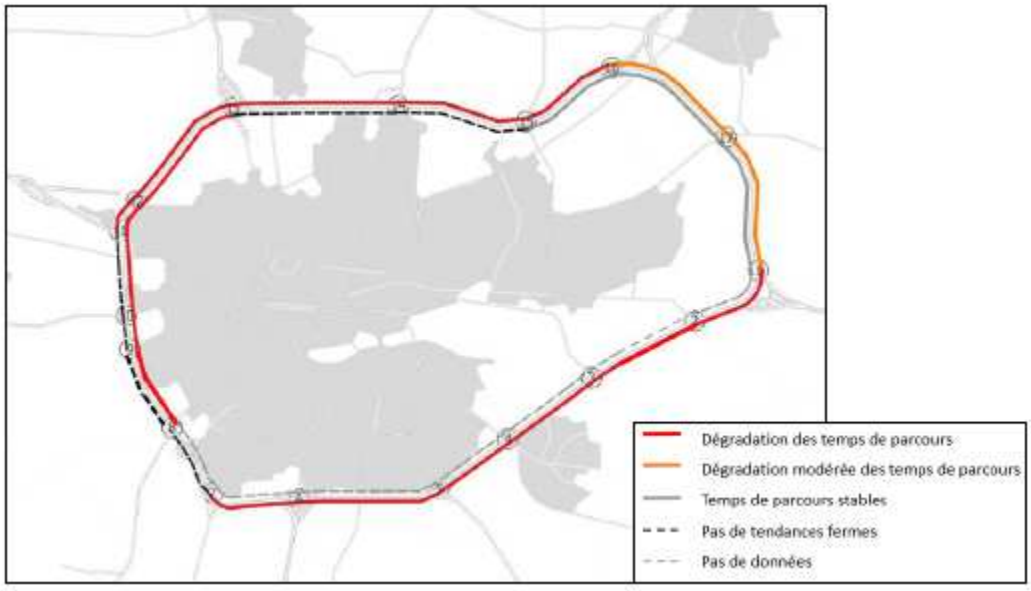


Illustration 33 : Cartographie d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le matin sur la rocade de Rennes par rapport à l'année précédente

	Sens intérieur	Sens extérieur
Secteur Nord	Portes 13 (Saint Malo) à 15 (Les Long Champs)	Portes 16 (Normandie) à 11 (Villejean)
Secteur Est	Portes 15 (Les Longs Champs) à 1 (La Rigourdière)	Portes 7 (Bréquigny) à 16 (Normandie)
Secteur Sud	Portes 1 (La Rigourdière) à 8 (Saint-Nazaire)	
Secteur Ouest	Portes 8 (Saint-Nazaire) à 13 (Saint-Malo)	Portes 11 (Villejean) à 7 (Bréquigny)

Tableau 14 : Identification des secteurs sur la rocade de Rennes pour l'heure de pointe du matin

4.3.1.b - Heure de pointe soir

En heure de pointe le soir, **dans le sens extérieur**, les temps de parcours au pire se dégradent sur l'ensemble de la rocade. Ces dégradations sont plus modérées sur le secteur Est.

Dans le sens intérieur, une légère dégradation des temps de parcours est observée au Nord. À l'Est, les temps de parcours sont stables par rapport à l'année précédente. A l'Ouest, il est difficile de dégager des tendances car l'évolution par rapport à l'année précédente est très variable d'un mois à l'autre. Au Sud, le manque de données pour les mois de novembre 2014 à juin 2015 ne permet pas d'établir une comparaison avant/après mise en place de la mesure.

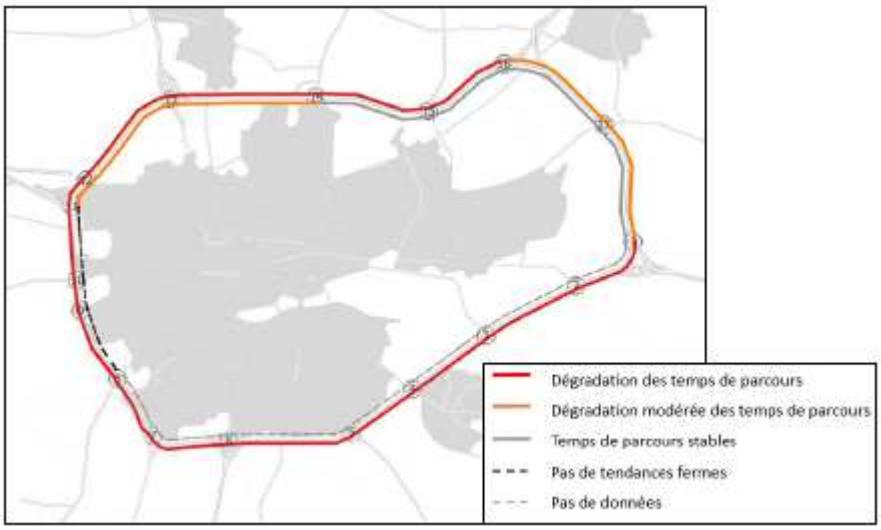


Illustration 34 : Cartographie d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le soir sur la rocade de Rennes par rapport à l'année précédente

	Sens intérieur	Sens extérieur
Secteur Nord	Portes 11 (Villejean) à 14 (Maurepas)	Portes 16 (Normandie) à 11 (Villejean)
Secteur Est	Portes 14 (Maurepas) à 1(La Rigourdière)	Portes 6 (Alma) à 16 (Normandie)
Secteur Sud	Portes 1 (La Rigourdière) à 8 (Saint Nazaire)	
Secteur Ouest	Portes 8 (Saint-Nazaire) à 11 (Villejean)	Portes 11 (Villejean) à 6 (Alma)

Tableau 15 : Identification des secteurs sur la rocade de Rennes pour l'heure de pointe du soir

4.3.2 - Phénomènes de congestion

Afin d'étudier de manière plus générale les phénomènes de congestion et de disposer d'un indicateur simple retranscrivant le ressenti des usagers, un indicateur supplémentaire est analysé : le pourcentage de véhicules circulant en dessous de 50km/h. Cet indicateur est calculé à l'heure où le trafic est le plus chargé :

- **Le matin :** de 8h à 9h,
- **Le soir :** de 17h30 à 18h30.

Les données de 10 stations sont étudiées :

- **Au Nord :** G. De Gaulle et Gayeule,
- **À l'Est :** Le Ruisseau,
- **Au Sud :** Bellangeraie, Chantepie, Le Blosne et Bréquigny,
- **À l'Ouest :** St Jacques, Cleunay et Champeau.

En annexe 2, se trouve un tableau récapitulatif du pourcentage de véhicules roulant en dessous de 50km/h sur ces stations indiquant également le nombre de données disponibles par année pour calculer cet indicateur.

4.3.2.a - Heure de pointe matin

En sens intérieur, les congestions sont particulièrement marquées à **l'Ouest et au Sud**, notamment au niveau des stations Champeau, Bréquigny et Cleunay. Ces congestions étaient déjà présentes entre octobre 2014 et juin 2015, mais **elles se sont dégradées suite à la baisse des limitations de vitesse sur la rocade** sur certaines stations (entre octobre 2015 et juin 2016).

Sur la station Bréquigny, cette évolution est particulièrement visible : **13%** des véhicules roulaient en dessous de 50km/h **avant** la mise en place de la mesure alors que **36%** des véhicules roulent en dessous de 50km/h **après** la mise en place de la mesure.

Au Nord et à l'Est, peu de congestions sont visibles, **que ce soit avant ou après la baisse des limitations de vitesse**.

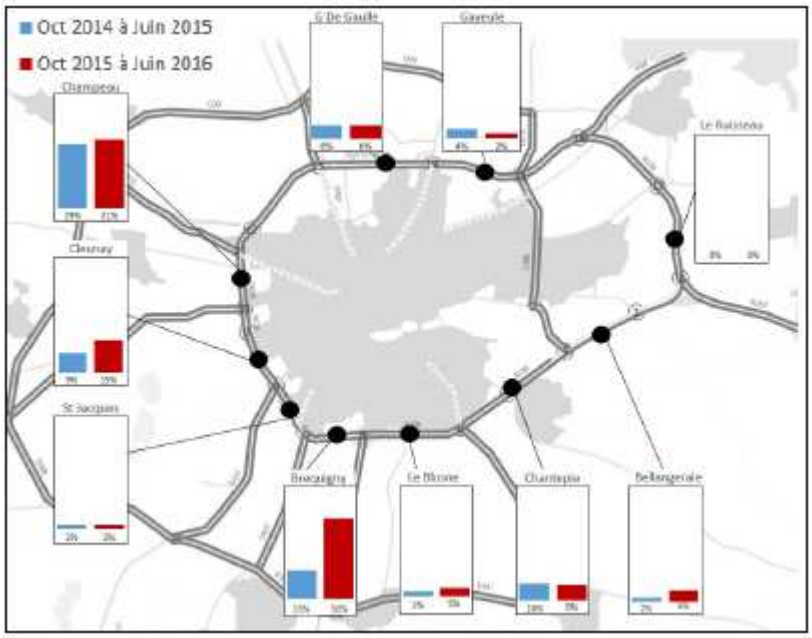


Illustration 35 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le matin sens intérieur

En sens extérieur, les congestions sont particulièrement marquées au **Sud-Ouest** avec près de 30% de véhicules circulant à moins de 50km/h à l'heure la plus chargée le matin au niveau des stations St Jacques et Bréquigny. Dans ce secteur, suite à la baisse des limitations de vitesse, les congestions sont **stables voire se sont légèrement améliorées.**

Au Nord, des congestions apparaissent au niveau de la station Gayeule et **se dégradent** après la mise en place de la mesure (**12%** des véhicules roulaient en dessous de 50km/h **avant** la mise en place de la mesure alors que **27%** des véhicules roulent en dessous de 50km/h **après** la mise en place de la mesure).

À l'Est, aucune congestion n'est visible, **que ce soit avant ou après la baisse des limitations de vitesse**.

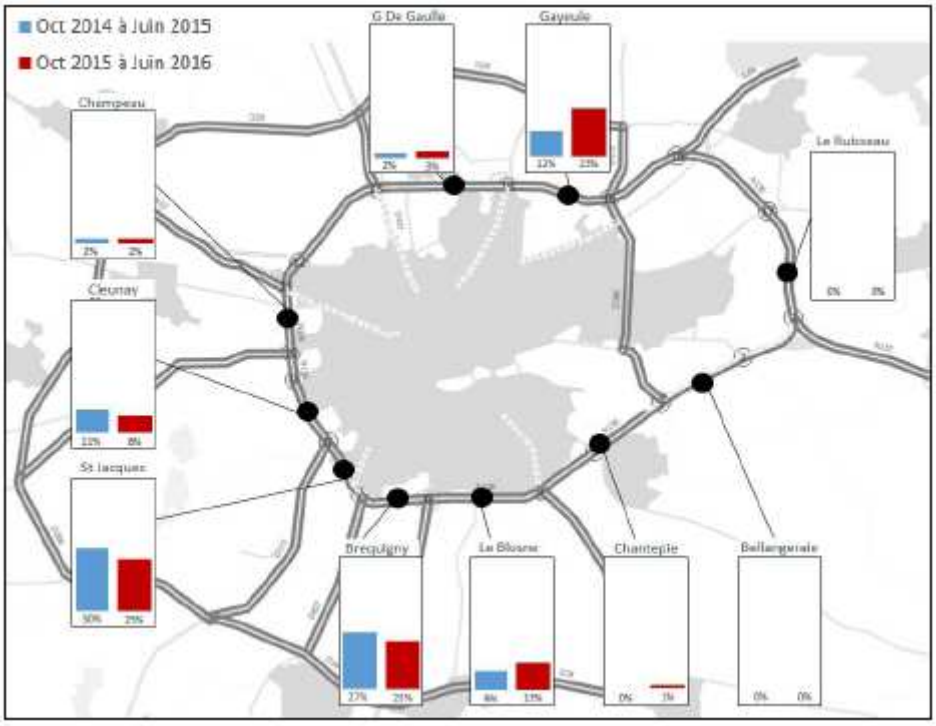


Illustration 36 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le matin sens extérieur

4.3.2.b - Heure de pointe soir

En sens intérieur, les congestions sont particulièrement marquées **à l'Ouest** (Champeau, Cleunay) **et au Sud** avec, au niveau de la station Chantepie, plus de 60% des véhicules circulent à moins de 50km/h à l'heure la plus chargée. Suite à la mise en place de la mesure, les congestions se sont dégradées localement, en particulier, au niveau de la station Bréquigny (**12%** des véhicules roulaient en dessous de 50km/h **avant** la mise en place de la mesure alors que **24%** des véhicules roulent en dessous de 50km/h **après** la mise en place de la mesure).

À l'Est et au Nord, pas ou peu de congestions sont visibles, **que ce soit avant ou après la baisse des limitations de vitesse.**

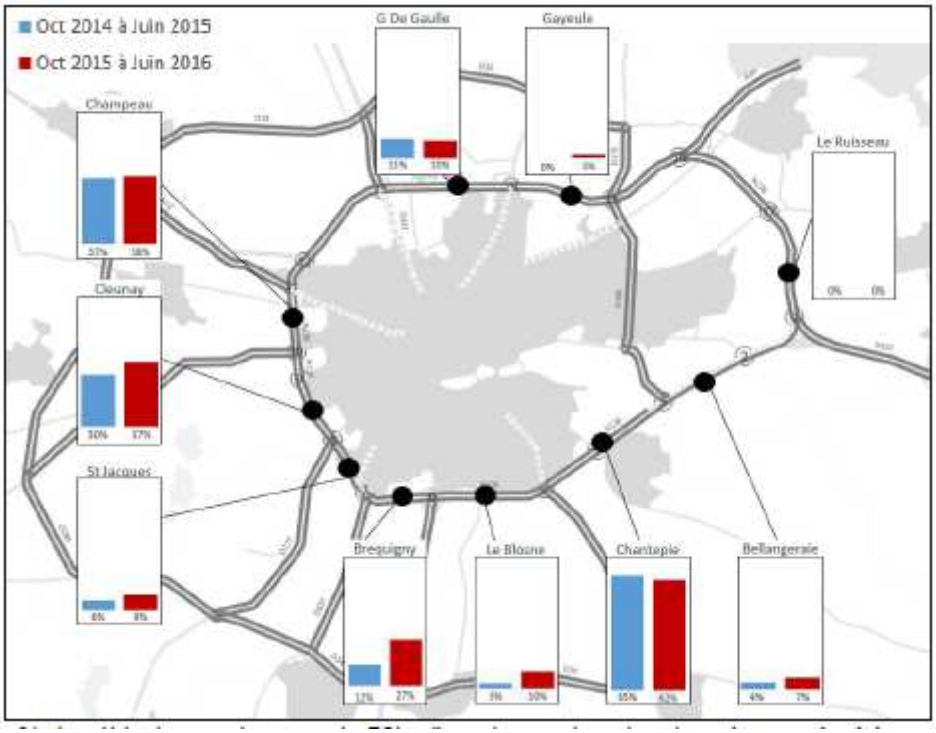


Illustration 37 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le soir sens intérieur

En sens extérieur, les congestions sont très marquées **à l'Ouest** avec plus de 60% de véhicules circulant à moins de 50km/h à l'heure la plus chargée au niveau des stations Cleunay et St Jacques. Elles se dégradent localement suite à la baisse des limitations de vitesse, notamment au niveau de la station St Jacques.

Au Nord, les congestions sont modérées mais se dégradent après la mise en place de la mesure, au niveau des stations G. De Gaulle (**3%** des véhicules roulaient en dessous de 50km/h **avant** la mise en place de la mesure alors que **9%** des véhicules roulent en dessous de 50km/h **après** la mise en place de la mesure) et Gayeule (**18%** des véhicules roulaient en dessous de 50km/h **avant** la mise en place de la mesure alors que **29%** des véhicules roulent en dessous de 50km/h **après** la mise en place de la mesure).

Au Sud et à l'Est, pas ou peu de congestions sont visibles et elles sont stables entre les deux périodes d'étude.

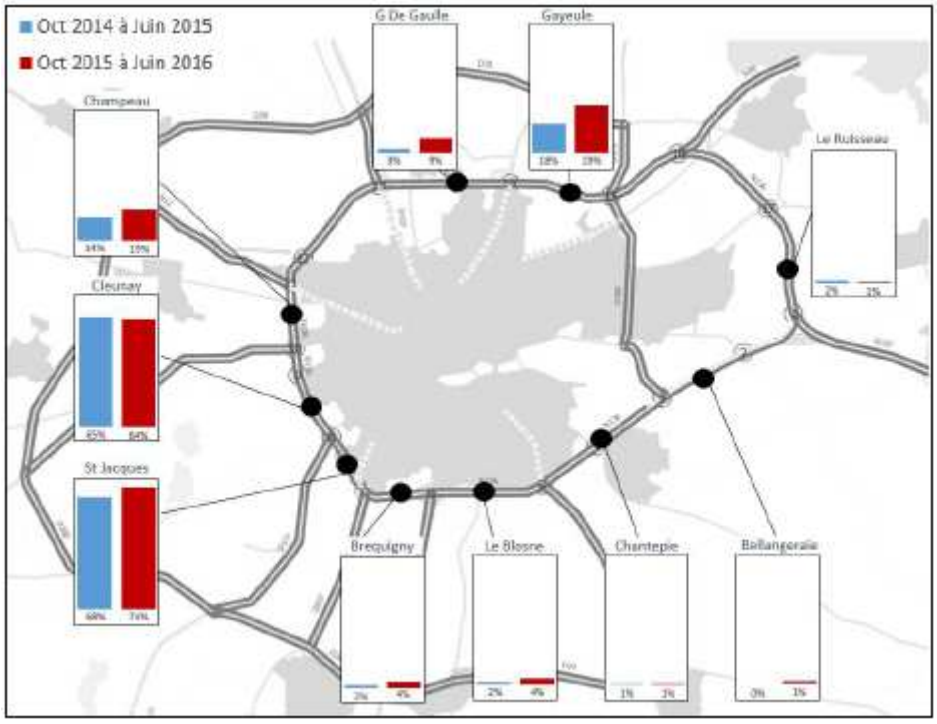


Illustration 38 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le soir sens extérieur

4.3.2.c - Hypothèses pour expliquer la dégradation à l'ouest

Dans la section à 2x3 voies, il a été constaté une moindre utilisation de la voie la plus à gauche. Les hypothèses pour expliquer ce phénomène sont :

- les vitesses pratiquées sont moins dispersées : en conséquence pour utiliser la voie la plus à gauche, il faut se mettre en dépassement très significatif de la vitesse autorisée, ce que nombre de conducteurs ne s'autorisent pas à faire ;
- il n'y a plus de différentiel de vitesse autorisée entre les poids lourds et les véhicules légers, ce qui rend le dépassement par ces derniers quasiment impossible en respectant la limitation ;
- **du fait de la réduction à 70 km/h, les inter-distances se sont réduites et il devient plus difficile pour un usager de retraverser tout le flux pour sortir de la rocade et ce d'autant plus qu'une majorité d'usagers n'utilise la rocade que sur une distance réduite. Ils ont donc tendance à rester le plus à droite possible.**

Ces hypothèses n'ont pu être confirmées par des données de trafic par voies, non disponibles.

4.4 - L'impact sur la qualité de l'air

4.4.1 - Résultats et interprétation des concentrations sur l'ensemble des campagnes

Dans un premier temps, est présentée l'évolution des concentrations sur une période globale comprise entre le **12 juin et le 18 septembre de chacune des deux années**, pour les deux points de mesures, afin d'effectuer un premier constat d'ordre général, sans tenir compte ni de l'influence des conditions météorologiques, ni de celle du trafic, sur les niveaux de concentrations en dioxyde d'azote.

Par ailleurs, l'évolution des concentrations en particules fines (PM10) entre les deux années, enregistrée sur le point Sud uniquement, sera également précisée sur l'ensemble de cette même période de mesures, à savoir du **12 juin au 18 septembre de chaque année**.

Il est rappelé, en préambule à cette partie, que cette comparaison des deux années entre elles est soumise à des incertitudes importantes du fait de la variation possible de nombreux facteurs d'influence entre deux années différentes, que sont notamment le trafic et la météorologie, ce qui justifie d'ailleurs le fait d'avoir utilisé une méthodologie de comparaison sur des couples de journées analogues (cf. partie suivante).

Par ailleurs, il faut souligner que cette analyse comparative des niveaux sur l'ensemble de la campagne entre 2015 et 2016 ne tient pas compte de l'évolution des niveaux de fond entre les années.

4.4.1.a - Evolution des concentrations en dioxyde d'azote et particules sur l'ensemble des campagnes

1) Evolution des concentrations en NO_2 sur l'ensemble de la période pour le point Nord lors des campagnes de mesure 2015 et 2016

Le graphique suivant présente l'évolution des concentrations maximales journalières en dioxyde d'azote sur le point Nord sur une période identique en 2015 et 2016. Les concentrations sont exprimées en moyennes horaires pour faciliter la comparaison des données à la valeur limite définie sur ce pas de temps.

Les évolutions des niveaux de fond entre les deux années n'ont pas pu être déduites des valeurs mais leurs variations sont jugées négligeables au regard des valeurs des concentrations maximales mesurées.

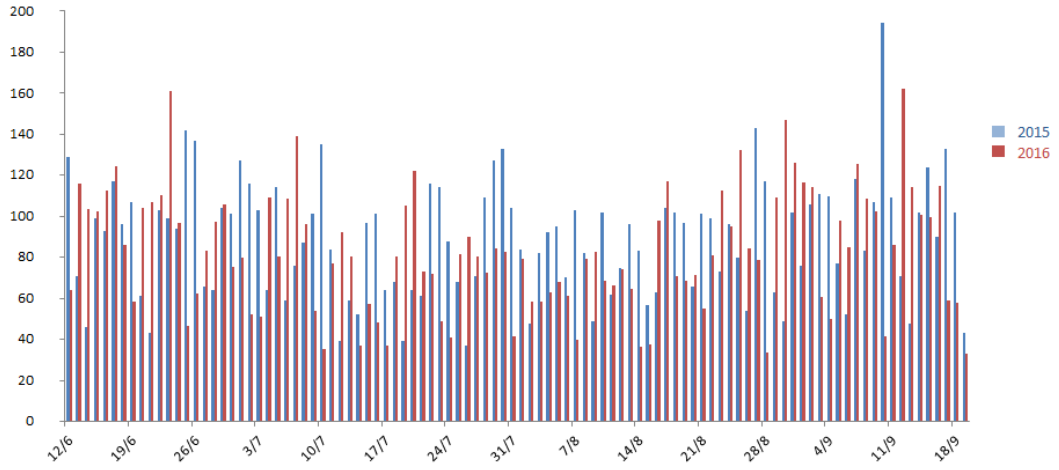


Illustration 39 : Evolution des concentrations maximales journalières (valeurs horaires) en dioxyde d'azote sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point Nord (en µg/m3)

Aucun dépassement de la valeur limite n'a été constaté sur ce point durant les deux campagnes 2015 et 2016.

La distribution statistique des données de mesures sur cette même période sur le point Nord est présentée dans le tableau ci-après.

	Rocade sud	
	2015	2016
Nombre de valeurs	2325	2366
Taux de fonctionnement (%)	98	100
Moyenne NO2 (moy horaire) (µg/m3)	51	47
Mini (µg/m3)	4,0	5,8
P25 (µg/m3)	31	28
P50 (Médiane) (µg/m3)	48	44
P75 (µg/m3)	68	63
Maxi (µg/m3)	194	162

Tableau 16 : Distribution statistique des données de mesures de NO_{2NO2} sur le point Nord (sur la base des données horaires)

L'évolution des concentrations en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la période de mesures, au niveau du point Nord, montre une tendance générale à la baisse des concentrations en NO_2 sur ce point entre les deux années.

L'écart, tant à la moyenne qu'à la médiane, en valeur absolue, est de 13 µg/m3 entre les 2 années ce qui est jugé significatif.

Les valeurs maximales relevées en 2016 sont moindres qu'en 2015, sur l'ensemble de la campagne de mesure, **en ne se basant que sur la seule valeur maximale journalière.**

2) Evolution des concentrations en NO_2 sur l'ensemble de la période pour le point Sud

Le graphique suivant présente l'évolution des concentrations maximales journalières en dioxyde d'azote sur le point Sud sur une période identique en 2015 et 2016.

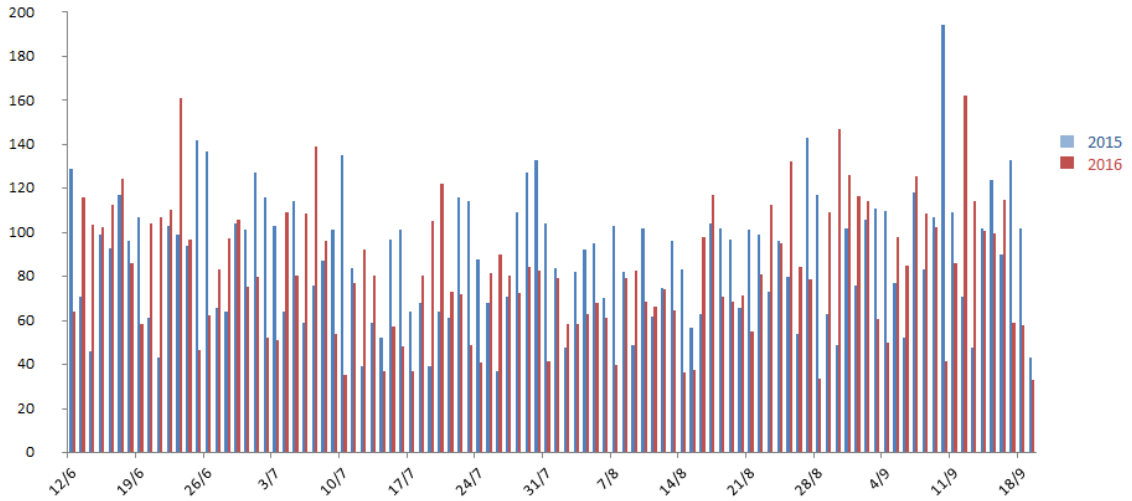


Illustration 40 : Evolution des concentrations maximales journalières (en valeurs horaires)en dioxyde d'azote sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point Sud (en µg/m³)

Aucun dépassement de la valeur limite n'a été constaté sur ce point durant les deux campagnes 2015 et 2016.

La distribution statistique des données de mesures sur cette même période sur le point Sud est présentée dans le tableau ci-après.

	Rocade sud	
	2015	2016
Nombre de valeurs	2325	2366
Taux de fonctionnement (%)	98	100
Moyenne NO2 (moy horaire) (µg/m3)	51	47
Mini (µg/m3)	4,0	5,8
P25 (µg/m3)	31	28
P50 (Médiane) (µg/m3)	48	44
P75 (µg/m3)	68	63
Maxi (µg/m3)	194	162

Tableau 17 : Distribution statistique des données de mesures de NO_2 sur le point Sud (sur la base des données horaires)

L'évolution des concentrations en dioxyde d'azote sur l'ensemble de la période de mesures, au niveau du point Sud, montre également une tendance à la baisse des concentrations en NO_2, bien que légère.

L'écart, tant à la moyenne qu'à la médiane, en valeur absolue, est plus faible que sur le point Nord, se situant autour de 4 µg/m3 entre les 2 années, s'avérant peu significatif.

A l'instar du point Nord, les valeurs maximales journalières relevées en 2016 sont également moindres qu'en 2015, sur l'ensemble de cette campagne de mesure, **en ne se basant que sur la seule valeur maximale journalière.**

3) Evolution des concentrations en PM10 sur l'ensemble de la période pour le point Sud

L'évolution des moyennes journalières pour le point Sud est présentée sur la graphique ci-après.

Les concentrations sont exprimées en moyennes journalières pour faciliter la comparaison des données à la valeur limite réglementaire définie sur ce pas de temps.

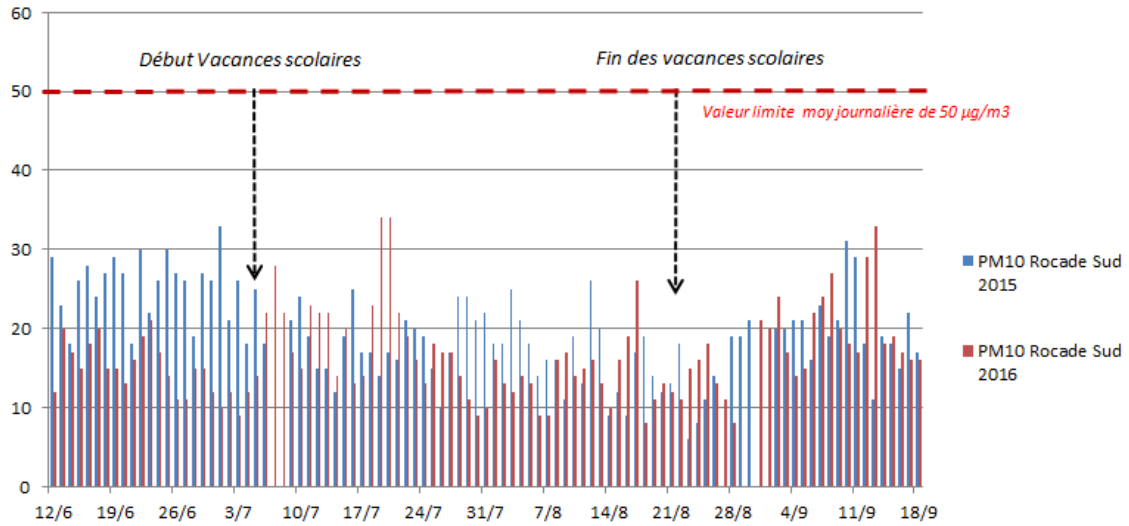


Illustration 41 : Evolution des concentrations en particules fines (PM10) sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point rocade sud (en µg/m³)

	Rocade sud	
	2015	2016
Nombre de valeurs	94	97
Taux de fonctionnement (%)	95,9	98,9
Moyenne PM10 (moy journalière) (µg/m3)	20	17
Mini (µg/m3)	6	8
P25 (µg/m3)	16	13
P50 (Médiane) (µg/m3)	19	16
P75 (µg/m3)	24	19
Maxi (µg/m3)	33	34

Tableau 18 : Distribution statistique des données de mesures de PM10 sur le point Sud (sur la base des données journalières)

L'évolution des concentrations en particules fines (PM10) sur l'ensemble de la période de mesures, au niveau du point Sud, montre une légère tendance à la baisse des concentrations en PM10.

L'écart, tant à la moyenne qu'à la médiane, en valeur absolue, est faible, de l'ordre de 3 µg/m3, et ne peut permettre de conclure à une réelle tendance à la baisse entre les 2 années.

4.4.1.b - Synthèse et interprétation des tendances générales constatées sur l'ensemble des périodes de mesures

L'évolution des concentrations en dioxyde d'azote enregistrées au niveau des deux points de la rocade, sur une période identique de 99 jours entre les années 2015 et 2016, montre une tendance générale à la baisse, notamment sur le point Nord, où la différence apparaît plus marquée et significative.

Sur le point Sud, sans tenir compte des autres facteurs, la tendance statistique est très légèrement à la baisse. Compte-tenu des incertitudes de mesures et de l'influence des autres facteurs, cette légère baisse ne peut être considérée comme pertinente.

Enfin, concernant les concentrations en particules fines enregistrées sur le point Sud, l'observation des variations entre les deux années ne peut permettre également de conclure à une réelle tendance à la baisse, l'écart constaté s'avérant trop faible entre les deux campagnes de mesure.

Il est important de souligner que ces comparaisons ne prennent pas en considération à la fois l'évolution des niveaux de fond entre les années ainsi que les facteurs d'influence principaux que sont les conditions météorologiques et les données du trafic routier. Ces derniers paramètres, susceptibles d'impacter fortement les concentrations en polluants dans l'air, doivent impérativement être pris en considération lors de l'analyse comparative entre les deux années pour pouvoir conclure plus solidement à une ou plusieurs tendances.

C'est pour cette raison que l'analyse comparative et détaillée des différents couples de journées analogues d'un point de vue météorologique et trafic est traitée dans le chapitre suivant.

Elle permet de considérer les différents facteurs d'influence susceptibles d'expliquer les tendances à la hausse ou à la baisse et les différences de concentrations constatées entre les deux années 2015 et 2016.

4.4.2 - Résultats et interprétation des concentrations par binôme

Les résultats des mesures de la qualité de l'air et les interprétations des variations sont détaillés dans ce chapitre pour chacun des 19 couples de jours sélectionnés.

Pour le **dioxyde d'azote**, une première comparaison rapide des écarts relatifs des médianes est réalisée suivie d'une analyse approfondie des évolutions des concentrations dans l'air.

Signalons toutefois que **trois couples ont été exclus** en raison soit d'un manque de représentativité des mesures, ou soit d'une légère différence des conditions météorologiques à savoir :
- Le couple B2 pour le point Nord, en raison d'un dysfonctionnement de l'appareil de mesures à une période de forte affluence de trafic malgré un taux de fonctionnement moyen sur la journée satisfaisant ;
- Le couple B4 pour le point Sud, en raison d'un taux de fonctionnement faible (56%) ;
- Le couple B13, pour les deux points, en raison du lessivage nocturne de l'atmosphère particulièrement marqué en 2015 (humidité) contrairement à 2016.

L'analyse porte donc sur 17 couples sur le point Nord et 17 couples sur le point Sud.

Pour les **particules fines**, une analyse plus rapide a été réalisée du fait de la contribution moins importante du trafic dans les émissions totales, ce qui tend à minimiser les variations des mesures observables. D'autre part, l'absence de mesures en situation de fond à Rennes induit des incertitudes dans l'interprétation des variations entre les jours de chaque couple. Les particules fines ne sont pas considérées comme un paramètre décisif dans la mesure des impacts de la réduction de la vitesse sur la rocade.

Enfin, une interprétation des paramètres d'influence sur les couples de jours analogues est réalisée afin de tenter une corrélation des évolutions de ces niveaux de concentrations dans l'air avec ces facteurs.

Il est rappelé que l'objectif de cette partie relative aux facteurs d'influence n'est aucunement de dégager des tendances sur l'évolution du trafic, notamment parce que l'échantillon serait trop réduit pour ce travail.

4.4.2.a - Dioxyde d'azote : évolution des concentrations pour les couples analogues

1) Synthèse de l'interprétation des fiches

Les tableaux suivants synthétisent les résultats de l'analyse réalisée sur la base des fiches synthétiques, pour chaque binôme, reprenant :
- les résultats des concentrations pour le polluant traceur, à savoir le dioxyde d'azote :
  - la distribution statistique des données sous la forme d'un tableau et d'un graphique « box-plot » ;
  - l'évolution journalière des données de mesures.

- les données de caractérisation du trafic (sur la base des données communiquées par la DIR Ouest) :
  - trafic journalier cumulé ;
  - vitesse moyenne journalière ;
  - nombre et répartition des poids lourds ;
  - indice moyen journalier de congestion.
  - évolution journalière de l'indice de congestion.

Ces 18 fiches pour les couples B1 à B19 (sauf B13 non retenus pour les deux points) sont reprises en annexe 3.

Point Nord :

Couples	Ecart relatif médiane %	Commentaire
B1	-22%	Ecart lié à la présence de concentrations plus élevées en fin de journée en 2015, non mesurées en 2016 – Profils de concentrations similaires le reste de la journée
B2	*Couple non pris en compte en raison d'un dysfonctionnement de l'appareil.*	
B3	-30%	Ecart lié à la présence de concentrations plus élevées le matin de la journée 2015 (8h), non mesurées en 2016 – Profils de concentrations globalement similaires le reste de la journée
B4	-48%	Un écart significatif qui s'explique particulièrement par la présence d'un pic de concentrations en 2015 (8h), non mesuré en 2016, et une élévation des niveaux en fin de journée 2015 également non mesurée en 2016
B5	-41%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage à la baisse pour 2016
B6	-35%	Ecart significatif probablement sous-estimé en raison de l'absence de mesures en matinée 2015. Le décalage des profils est homogène tout au long de la journée avec un décalage à la baisse pour 2016.
B7	-63%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage à la baisse pour 2016
B8	-34%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage à la baisse pour 2016
B9	-31%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage à la baisse en journée pour 2016
B10	-22 %	Profils similaires avec un décalage tout au long de la journée traduisant des niveaux inférieurs en 2016 et une augmentation des concentrations en soirée sur l'année 2015, inexistante en 2016.
B11	-30%	Profils similaires mais décalés tout au long de la journée avec des niveaux nettement plus faibles et l'absence de pics en 2016 par rapport à 2015 alors que le trafic et le temps de congestion ont augmenté.
B12	-19%	Décalage des profils de concentrations en NO_2 notamment lors des périodes de forte affluence trafic ainsi qu'en soirée
B13	*Couple non pris en compte du fait du lessivage nocturne de l'atmosphère particulièrement marqué en 2015 (humidité) contrairement à 2016.*	
B14	-23 %	Profils décalés avec des pics de concentrations en matinée et en soirée en 2015, n'apparaissant pas en 2016, et qui peuvent être expliqués par une diminution du trafic ainsi que par des conditions météorologiques plus dispersives en 2016.
B15	-25%	Profils similaires mais décalage tout au long de la journée malgré une légère augmentation du trafic
B16	-30%	Différence de profils surtout en journée qui pourrait être liée à un trafic plus fluide en 2016 par rapport à 2015
B17	-53%	Décalage des niveaux, notamment en fin de journée, qui semble être corrélé à une meilleure fluidité du trafic en 2016
B18	-74%	Décalage constant tout au long de la journée bien qu'apparemment non lié au trafic.
B19	-30%	Différence de niveaux tout au long de la journée malgré un trafic stable.

Tableau 19 : Ecarts relatifs des médianes des concentrations mesurées en NO_2 sur le point Nord et commentaires associés

La comparaison porte sur 17 couples de journées 2015 et 2016.

L'ensemble des 17 couples présente une baisse des médianes des concentrations en NO_2 entre 2015 et 2016, comprises entre -**19 et -74%.**

Point Sud :

Couples	Ecart relatif médiane	Commentaire
B1	+7%	Profils globalement similaires durant les deux journées
B2	-7%	Profils globalement similaires durant les deux journées
B3	+35%	Les concentrations en 2016 sont supérieures à celles de 2015 et ce pour l'ensemble de la journée.
B4	*Couple non pris en compte en raison d'un taux de fonctionnement de l'appareil jugé insuffisant en 2015.*	
B5	-12%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage en légère baisse pour 2016
B6	-15%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage à la baisse pour 2016
B7	+11%	L'écart positif lié au pic de concentration observé en 2016 contrairement à 2015 - Profils de concentrations globalement similaires le reste de la journée
B8	+13%	Profils globalement similaires durant les deux journées à la hausse en 2016
B9	+6%	Profils globalement similaires durant les deux journées avec un décalage en légère hausse pour 2016
B10	-20 %	Profils similaires sur les 2 années avec des niveaux inférieurs en 2016 en dehors des périodes de forte affluence trafic.
B11	-4,5%	Profils similaires et peu d'écart entre les 2 journées
B12	-32 %	Profils similaires entre les 2 années avec une différence des niveaux de concentrations tout au long de la journée pouvant être expliquée par une baisse notable du trafic en 2016
B13	*Couple non pris en compte du fait du lessivage nocturne de l'atmosphère particulièrement marqué en 2015 (humidité) contrairement à 2016.*	
B14	-24%	Profils similaires entre les 2 journées avec un décalage à la baisse en 2016 expliqué par une diminution notable du trafic sur ce point et des conditions météorologiques plus dispersives en 2016
B15	-10%	Décrochement ponctuel des niveaux en matinée, non expliqué
B16	+ 32%	Augmentations des concentrations en 2016 au moment des pics de forte affluence trafic et niveaux étonnement faibles en 2015, au moment de ces périodes
B17	+ 17%	Augmentation ponctuelle des niveaux en soirée sur l'année 2016, sans relation évidente avec le trafic
B18	-37%	Profils similaires et différence des niveaux tout au long de la journée malgré un trafic stable en faveur d'une baisse constante sur l'année 2016.
B19	-8%	Décalage ponctuel des niveaux de concentrations lors de la période de forte affluence matinale. Sur le reste de la journée, profil identique malgré une baisse significative de trafic (-11%).

Tableau 20 : Ecarts relatifs des médianes des concentrations mesurés en NO_2 sur le point Sud et commentaires associés

La comparaison porte sur 17 couples de journées en 2015 et 2016.

Contrairement à ce qui a pu être constaté précédemment sur le point Nord, les variations des écarts relatifs des médianes de concentrations en dioxyde d'azote sont assez dispersés sur l'ensemble des couples analysés et faibles (proches de ±10%) ce qui ne permet pas de conclure, soit à une augmentation, soit à une diminution des concentrations sur l'année 2016.

Sur la base de cette première approche rapide, l'analyse comparative des 17 couples de journées analogues permet ainsi de dégager une tendance constante et marquée à la baisse au point Nord alors que la situation semble plutôt contrastée et relativement variable au niveau du point Sud, ne permettant pas de dégager une réelle tendance en faveur d'une augmentation ou d'une diminution des concentrations en NO_2 sur ce point.

***L'*ensemble des critères d'interprétation des données de mesures utilisés précédemment pour chacun des couples est repris dans le détail dans les chapitres suivants afin d'étudier l'impact de la réduction de la vitesse sur la qualité de l'air à proximité de la rocade.**

2) Analyse détaillée des évolutions des concentrations en dioxyde d'azote

Evolution des teneurs de fond en dioxyde d'azote sur l'agglomération rennaise

Afin de tenir compte des évolutions des teneurs de fond sur l'agglomération rennaise, les écarts entre les médianes des concentrations relevées au niveau de la station « urbaine de fond » Rennes St Yves, ont été calculés.
Le graphique suivant présente les évolutions des teneurs de fond entre 2015 et 2016 pour chacun des binômes.

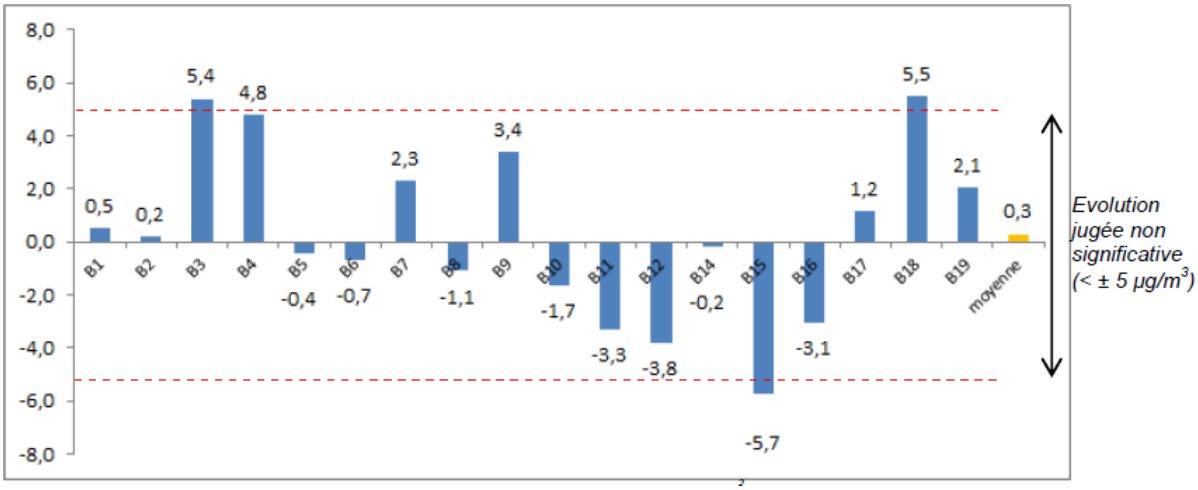


Illustration 42 : Ecart entre les médianes des concentrations de NO_2 (en µg/m3) des jours retenus en 2015 et 2016 pour chacun des binômes [d'après les mesures Air Breizh au niveau de la station Rennes St Yves]

La majorité des couples présente des écarts des médianes jugés non significatifs (< ± 5 µg/m3). Trois d'entre eux (B3, B15 et B18) présentent des variations des niveaux de fond jugées plus importantes.

L'écart moyen entre 2015 et 2016 sur les 18 couples retenus[3] est de +0.3 µg/m3. Cet écart semble cohérent au regard de l'historique des données de mesure sur ce site depuis 2010. Ainsi, à titre comparatif, la moyenne annuelle est restée globalement stable de 2010 à 2015 avec des variations comprises entre 1 et 4 µg/m3 suivant les années.

Afin d'améliorer la précision de la comparaison, il a été choisi de soustraire ces évolutions des teneurs de fond par couple, à l'écart relatif calculé à partir des mesures à proximité de la rocade et présenté dans le paragraphe suivant.

Écarts entre les médianes des concentrations en dioxyde d'azote 2015 et 2016

Pour chacun des couples, les écarts entre les médianes des journées 2015 et 2016, ont été calculés.

L'évolution des médianes est considérée comme étant représentative des teneurs moyennes ambiantes aux abords de la rocade, auxquelles la population peut être exposée.

Elle ne traduit donc pas l'évolution entre les deux années, des valeurs maximales rencontrées en cas de pics de pollution susceptibles de donner lieu à des dépassements.

Les graphiques ci-après présentent les résultats des écarts relatifs pour l'ensemble des binômes et successivement pour les deux points de mesures.

3 Le couple B13 a été exclu puisqu'il n'a pas été pris en compte pour les deux points de mesures. Les couples B2 et B4 ont été conservés dans ce graphique, car exclus sur un seul des deux points.

Au regard de l'expérience d'Air Breizh, deux valeurs repères ont été fixées pour l'interprétation de ces écarts relatifs des médianes :

- pour des écarts **< ± 10%,** la différence a été jugée **peu significative** notamment du fait de l'existence d'incertitudes sur la mesure, qui ne permettent pas de dégager une véritable tendance à la baisse ou à la hausse ;
- pour des écarts **compris entre ± 10 et 20%,** l'écart a été jugé **significatif** mettant en évidence une tendance ;
- pour des écarts **> ± 20%**, l'écart est jugé **très significatif** et représentatif d'une nette tendance.

Les écarts entre les médianes exprimées en valeur absolue sont également présentés ci-après.

Il convient de rappeler que pour tenir compte de l'évolution des concentrations de fond urbaines entre les deux années bien que souvent non significatives les écarts relatifs entre les médianes des points Nord et Sud ont été corrigés par ces variations des niveaux de fond.

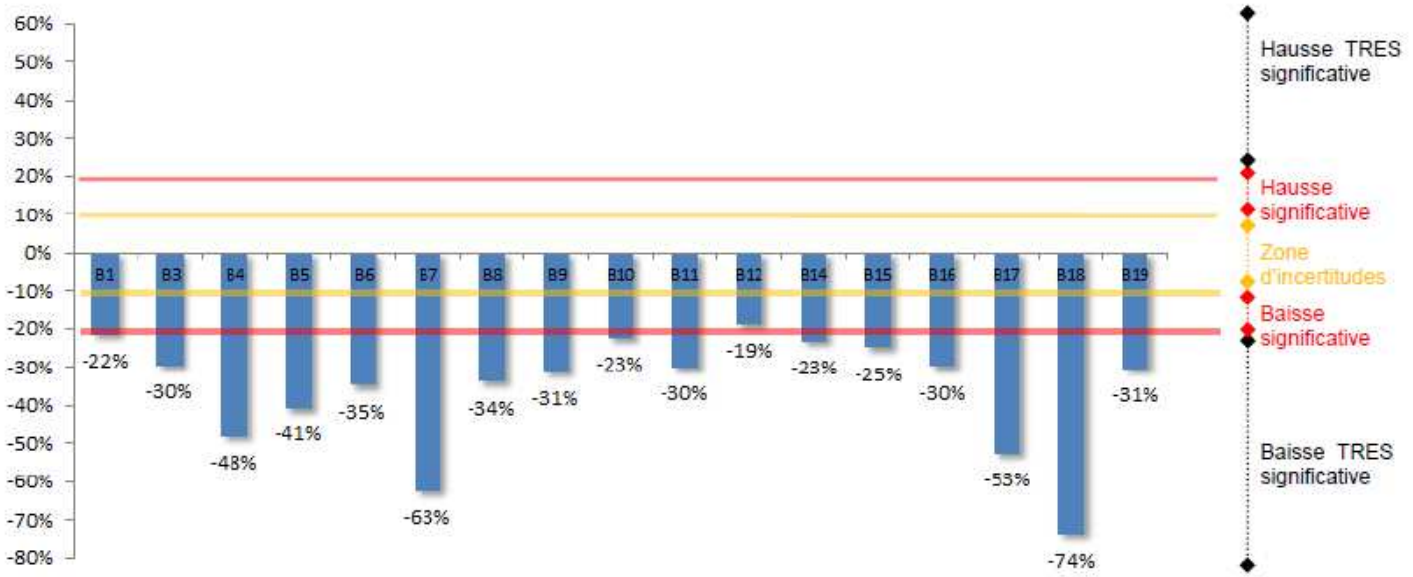


Illustration 43 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en NO_2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

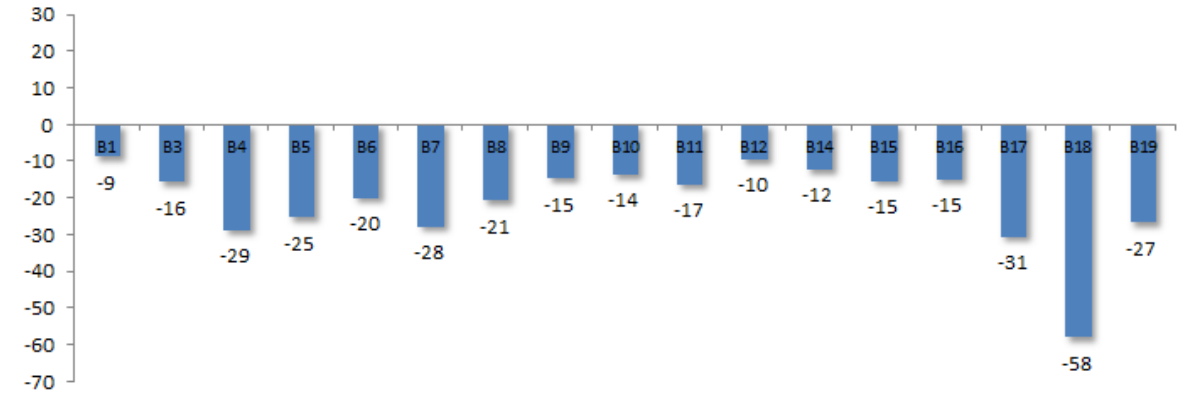


Illustration 44 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en NO_2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

B1	dimanche 6 septembre 2015	dimanche 19 juin 2016
B3	mardi 8 septembre 2015	lundi 2 mai 2016
B4	mardi 1 septembre 2015	mercredi 1 juin 2016
B5	samedi 5 septembre 2015	samedi 4 juin 2016
B6	lundi 15 juin 2015	lundi 30 mai 2016
B7	jeudi 18 juin 2015	mardi 21 juin 2016
B8	mercredi 17 juin 2015	mercredi 8 juin 2016
B9	lundi 14 septembre 2015	mardi 31 mai 2016
B10	jeudi 9 juillet 2015	mercredi 6 juillet 2016
B11	vendredi 7 août 2015	vendredi 22 juillet 2016
B12	jeudi 23 juillet 2015	mardi 26 juillet 2016
B14	jeudi 30 juillet 2015	lundi 1 août 2016
B15	mercredi 19 août 2015	lundi 1 août 2016
B16	lundi 6 juillet 2015	mardi 6 septembre 2016
B17	mercredi 9 septembre 2015	mercredi 7 septembre 2016
B18	vendredi 4 septembre 2015	vendredi 9 septembre 2016
B19	jeudi 25 juin 2015	jeudi 22 septembre 2016

➔ **Variation des écarts relatifs sur le point Nord :**

Parmi l'ensemble des 17 couples retenus pour ce point (le couple B2 ayant été exclu du fait d'un taux de fonctionnement faible sur l'une des deux journées concernées et le couple B13 du fait des conditions météorologiques particulières relevées en période nocturne), l'ensemble présente des écarts relatifs négatifs entre 2015 et 2016 et supérieurs à -10% donc considérés comme significatifs en termes d'évolution.

La moyenne des écarts relatifs des médianes en dioxyde d'azote de tous les binômes est de - 36%.

L'écart le plus faible est de -19% pour le couple B12 associant un jeudi en 2015 avec un mardi en 2016. Il s'agit d'un des couples retenus durant la période estivale durant laquelle le trafic est moins important.
Notons également que le couple B1, associant deux dimanches des années 2015 et 2016 où le trafic journalier est significativement plus faible qu'en semaine, présente l'un des écarts relatifs négatifs les plus faibles (-22%).

L'écart relatif négatif maximal (-74%) a été constaté pour le couple B18, associant deux vendredis. Le trafic moyen comptabilisé sur ces deux jours du couple est le plus important de tous les binômes.

➔ **Variation des écarts absolus sur le point Nord :**

En valeur absolue, les écarts des médianes des concentrations mesurées entre 2015 et 2016 pour l'ensemble des couples varient de -9 à -58 µg/m3.

Signalons une faible disparité des résultats en valeur absolue, excepté pour un binôme (B18), ce qui démontre une nette tendance à la baisse des concentrations entre les deux années.

Ces résultats montrent une nette tendance à la baisse des concentrations ambiantes en dioxyde d'azote entre 2015 et 2016 pour le point Nord.

De plus, l'un des écarts les plus faibles est mesuré pour un couple associant des jours de week-end où le trafic est réduit et à contrario, que l'écart négatif le plus élevé a été calculé pour le couple présentant le trafic moyen le plus important.

La relation de ces écarts de concentrations avec le trafic sera étudiée dans le chapitre suivant.

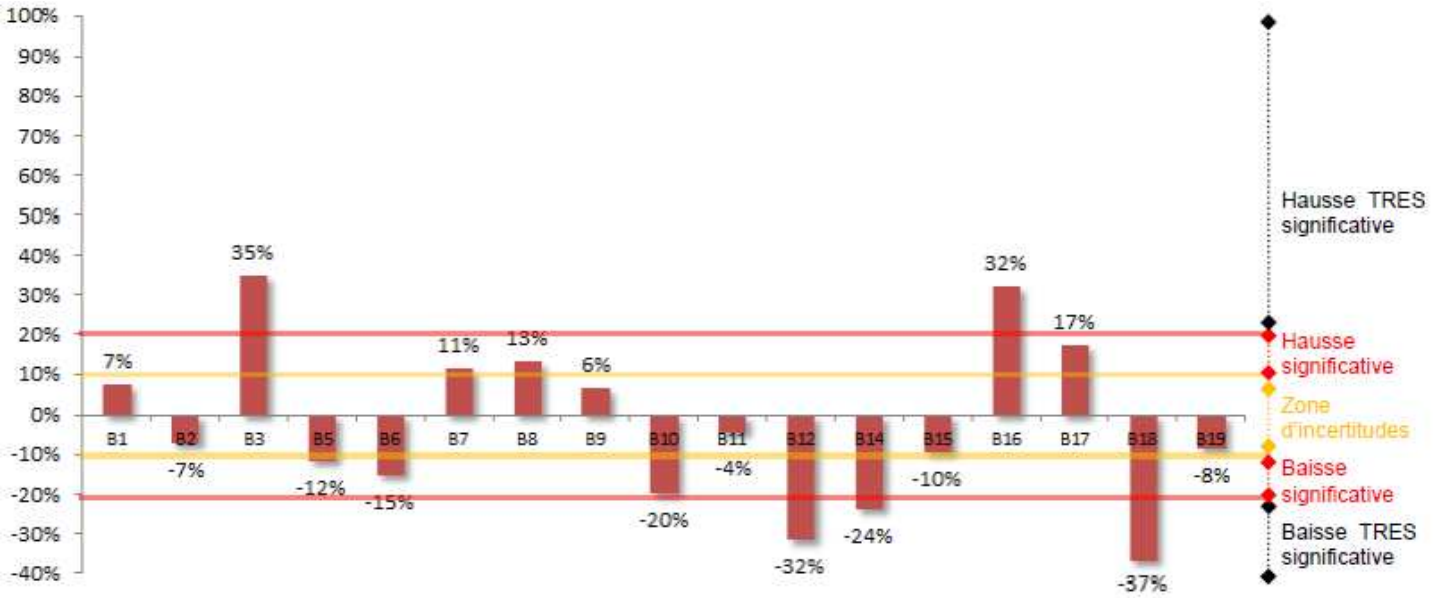


Illustration 45 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en NO_2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

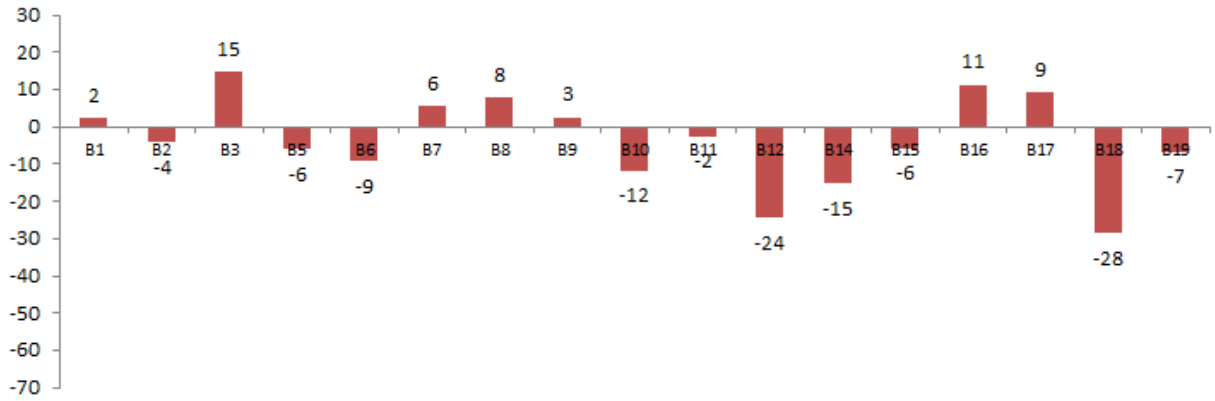


Illustration 46 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en NO_2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

B1	dimanche 6 septembre 2015	dimanche 19 juin 2016
B2	lundi 15 juin 2015	mardi 3 mai 2016
B3	mardi 8 septembre 2015	lundi 2 mai 2016
B5	samedi 5 septembre 2015	samedi 4 juin 2016
B6	lundi 15 juin 2015	lundi 30 mai 2016
B7	jeudi 18 juin 2015	mardi 21 juin 2016
B8	mercredi 17 juin 2015	mercredi 8 juin 2016
B9	lundi 14 septembre 2015	mardi 31 mai 2016
B10	jeudi 9 juillet 2015	mercredi 6 juillet 2016
B11	vendredi 7 août 2015	vendredi 22 juillet 2016
B12	jeudi 23 juillet 2015	mardi 26 juillet 2016
B14	jeudi 30 juillet 2015	lundi 1 août 2016
B15	mercredi 19 août 2015	lundi 1 août 2016
B16	lundi 6 juillet 2015	mardi 6 septembre 2016
B17	mercredi 9 septembre 2015	mercredi 7 septembre 2016
B18	vendredi 4 septembre 2015	vendredi 9 septembre 2016
B19	jeudi 25 juin 2015	jeudi 22 septembre 2016

➔ **Variation des écarts relatifs sur le point Sud :**

Sur les 17 couples retenus pour ce point (excepté les couples B4 et B13 exclus en amont de cette interprétation), la répartition est la suivante :

- 6 couples présentent des écarts relatifs compris dans la zone dite d'incertitude avec des évolutions ≤ ± 10% entre les jours de chaque binôme ;
- 6 couples présentent des écarts relatifs dits significatifs (entre ±10 et ± 20%) dont 3 couples dans le sens d'une baisse et 2 autres dans le sens d'une hausse ;
- 5 couples présentent des écarts relatifs dits très significatifs (>± 20%) dont 3 couples en faveur d'une baisse des concentrations entre 2015 et 2016 et 2 autres dans le sens d'une hausse.

Cette répartition témoigne d'une absence de tendance générale de l'évolution des concentrations pour les 17 couples retenus. **La moyenne des écarts relatifs de -3% sur l'ensemble des couples, avec une grande disparité des valeurs, confirme ce point.**

Notons que le couple B18, présentant également, pour le point Sud, le trafic journalier moyen le plus élevé sur les deux jours, correspond à l'écart négatif le plus important.
A contrario, le couple B1 associant des dimanches, où le trafic moyen a été le plus faible, présente un écart relatif positif (+7%). Notons par ailleurs que le respect des limitations de vitesse peut être différent lorsque le trafic est moindre.

➔ **Variation des écarts absolus sur le point Sud :**

En valeur absolue, les écarts entre les médianes sont faibles, à savoir compris entre -28 et +15 µg/m3 avec une valeur moyenne à -4 µg/m3 ce qui reste négligeable.

De cette synthèse globale, il ressort qu'aucune tendance concernant l'évolution des concentrations ambiantes entre 2015 et 2016 n'est mise en évidence pour le point Sud et ce, au regard des résultats des 17 couples retenus.

Commentaires sur l'évolution des moyennes journalières en dioxyde d'azote

Dans le cadre de la comparaison statistique des données de mesures, le choix a été fait de comparer les médianes des données de mesures, jugées plus représentatives du fait de leur moins grande sensibilité aux valeurs extrêmes.
En complément et du fait notamment que les valeurs repères sont souvent exprimées en moyennes journalières, les évolutions des moyennes journalières pour chacun des couples sont présentées dans les graphiques ci-après pour les points Nord et Sud.
Les écarts entre les niveaux de fond de la station urbaine de Rennes sont également présentés sur ces graphiques (en l'absence de correction des valeurs moyennes journalières).

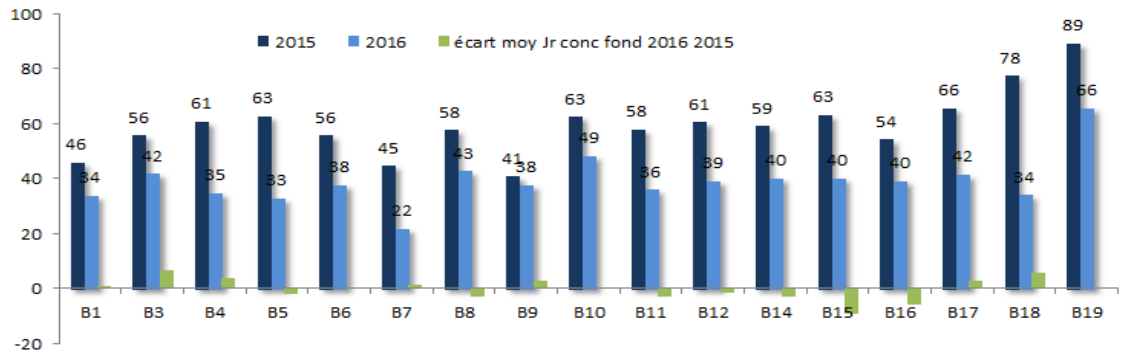


Illustration 47 : Point Nord - Evolution des moyennes journalières (en µg/m3) en NO_2 pour chacun des couples retenus

<u>Pour le point Nord</u>, les écarts entre les moyennes journalières des deux années sont relativement conséquents, et tous dans le sens d'une diminution des moyennes à l'image des médianes.

La baisse moyenne des moyennes journalières est de -21 µg/m3 (identique à celle de la médiane) entre 2015 et 2016.

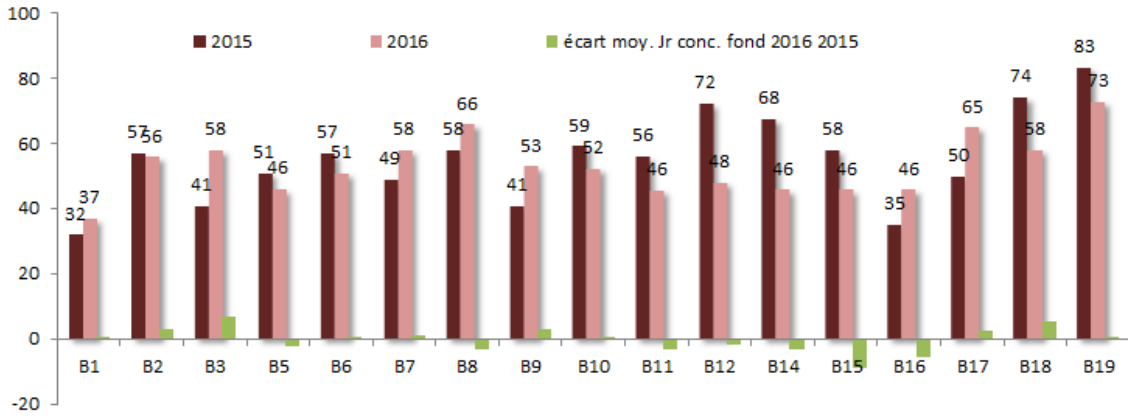


Illustration 48 : Point Sud - Evolution des moyennes journalières (en µg/m3) en NO_2 pour chacun des couples retenus

<u>Pour le point Sud,</u> les écarts des moyennes journalières sont bien inférieurs et relativement dispersés.

Les conclusions restent donc identiques avec un écart moyen de -2 µg/m3 compris entre -21 et +14 µg/m3 selon les couples.

Les variations des niveaux de fond urbain entre les deux années sont négligeables au regard de ces différences entre les moyennes journalières. Les écarts varient de +6.6 µg/m3 à -9.1 µg/m3 entre 2015 et 2016, avec une moyenne sur les couples de -0.1 µg/m3.

3) Écarts des valeurs maximales horaires en dioxyde d'azote entre 2015 et 2016

Les valeurs limites réglementaires et les seuils d'alertes de la population sont notamment exprimés en valeurs maximales horaires (cf. tableau 1).

Après avoir étudié les variations des concentrations ambiantes aux abords de la rocade (représentées par les médianes et moyennes journalières), l'objectif de ce chapitre est d'examiner l'évolution des valeurs maximales horaires pour chacun des jours composant les couples retenus et pour les deux points de mesures.

Pour cette comparaison, i**l n'a pas été tenu compte de l'évolution des concentrations de fond urbaines entre les deux années, jugées sans influence au regard des niveaux des valeurs maximales mesurées.**

A titre indicatif, le seuil d'information et de recommandation de la population est fixé à 200 µg/m3 en moyenne horaire. Ce seuil correspond également à la valeur limite qui ne doit pas être dépassée plus de 18 fois par an.

Les graphiques suivants présentent les évolutions des valeurs maximales horaires entre chaque journée des couples retenus.

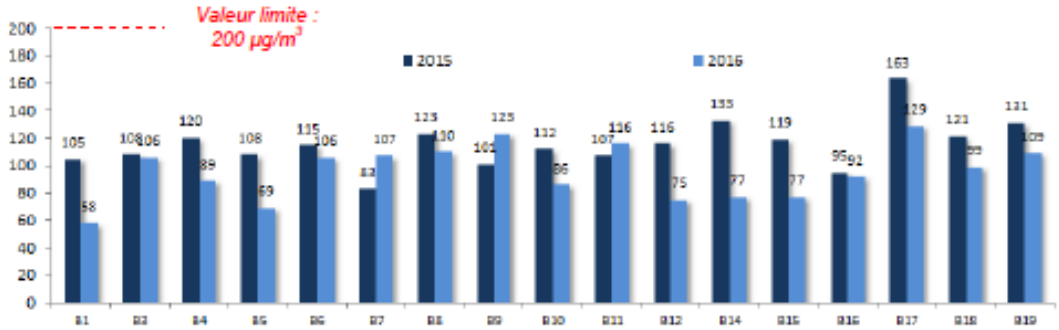


Illustration 49 : Point Nord – Evolution des maximums horaires des concentrations en NO_2 (en µg/m3)

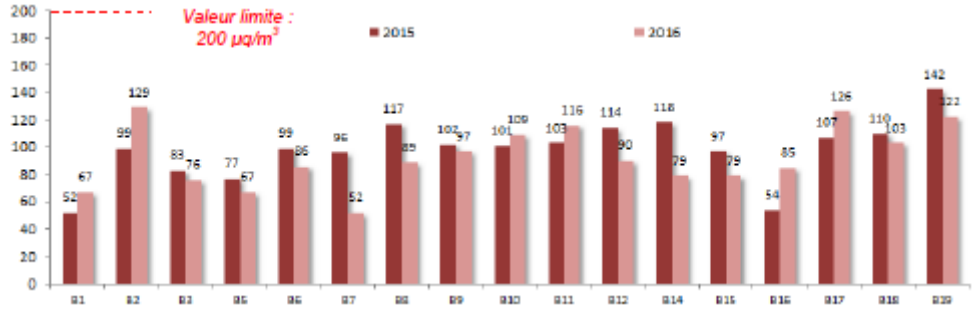


Illustration 50 : Point Sud – Evolution des maximums horaires des concentrations en NO_2 (en µg/m3)

En première approche, on constate une cohérence des valeurs maximales au sein de chaque couple. Le point Nord enregistre globalement des valeurs maximales plus importantes que le point Sud et ce notamment en 2015.
Les moyennes des valeurs maximales horaires mesurées sont de l'ordre de 90 à 100 µg/m3 pour les deux points, même si les mesures de l'année 2015 sur le point nord semblent supérieures atteignant plus de 110 µg/m3 en moyenne.

Le seuil d'information et de recommandation de la population de 200 µg/m3 en valeur moyenne horaire n'a pas été dépassé pour les jours des couples retenus en 2015 et 2016 et pour les deux points de mesures.

En termes d'évolution des valeurs maximales entre les années, le **point Nord** présente des valeurs globalement plus faibles en 2016 par rapport à 2015. La diminution moyenne sur les 17 couples est de -19.5 µg/m3 avec toutefois de grandes disparités.

Cette évolution confirme les diminutions constatées précédemment des teneurs ambiantes en NO_2 (illustrées par les médianes et moyennes journalières) aux abords du point Nord.

Pour le **point Sud**, bien que les évolutions des moyennes journalières étudiées précédemment n'aient pas permis de dégager une tendance, les valeurs horaires maximales en 2016 semblent majoritairement plus faibles (pour 11 couples des 17 retenus).

La diminution moyenne des valeurs maximales horaires sur les 17 couples est toutefois modérée (-6 µg/m3) du fait d'une grande disparité des écarts.

Les graphiques ci-après illustrent ces propos.

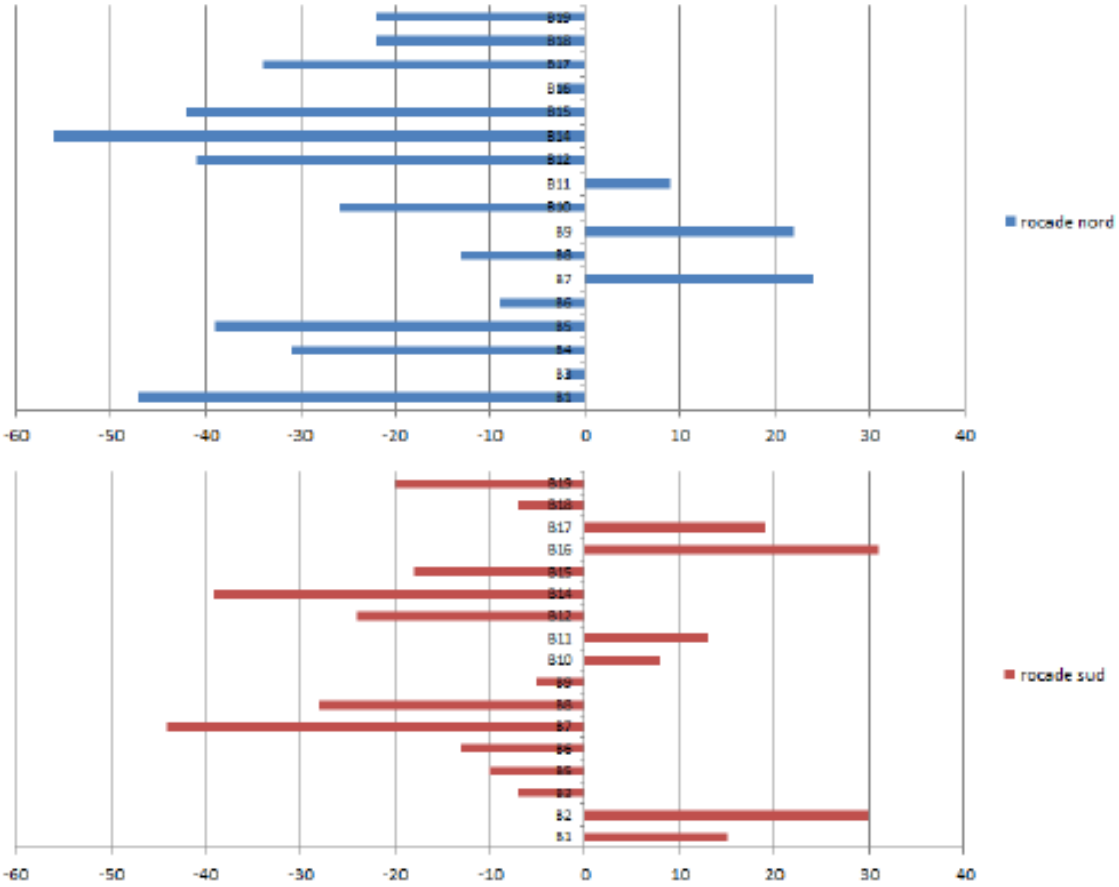


Illustration 51 : Evolution des écarts des valeurs maximales horaires entre 2015 et 2016 pour chacun des couples (en µg/m3)

A l'issue de ce paragraphe relatif aux évolutions des valeurs maximales horaires entre les deux années, on observe une diminution globale sur les deux points de mesures, respectivement de -19.5 et -6 µg/m3 sur le point Nord et le point Sud, même si de grandes disparités des écarts ont été observées.

Ainsi près de 14 des 17 des couples étudiés au point Nord présentent une baisse des valeurs maximales horaires, contre 11 des 17 couples pour le point Sud.

Contrairement à l'interprétation des niveaux ambiants à proximité de la rocade (via la médiane et les moyennes journalières) qui ne laissait pas apparaître de tendance marquée entre les deux années pour le point Sud, les valeurs maximales semblent marquer une légère baisse.

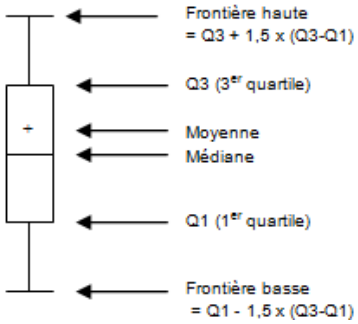
Ces valeurs maximales sont majoritairement mesurées lors des fortes affluences de trafic le matin.

Cette baisse pourrait alors s'expliquer par une légère diminution de ces périodes de congestion ce qui a été constaté sur les couples étudiés (cf. chapitre sur l'indicateur d'encombrement des voies), mais qui reste toutefois à confirmer par l'étude approfondie du trafic menée par la DIR Ouest du fait de l'échantillon réduit. L'étude trafic a plutôt mis en évidence une légère dégradation de la congestion sur la rocade nord.

4) Dispersion des données statistiques de dioxyde d'azote

La dispersion statistique des données de mesures a été illustrée pour chaque couple des points de mesures, par un graphique boxplot ou *diagramme boite*, qui est un moyen rapide de représenter le profil essentiel d'une série statistique quantitative et de visualiser son étendue globale (cf. fiche synthétique en annexe 3).

Ce type de diagramme résume ainsi quelques caractéristiques de position du paramètre étudié (sa valeur minimale, ses 1er et 3ème quartiles, sa médiane et sa valeur maximale). Les légendes relatives à ces graphiques figurent ci-après et sur chaque fiche synthétique des couples de journées analysés.



Les graphiques boxplot suivants ont été réalisés à partir des données de mesures en dioxyde d'azote, exprimées en valeurs quart-horaires.

La présente analyse des dispersions des données a été réalisée sur les données brutes, non corrigées des variations de niveaux de fond de l'agglomération jugées réduites entre 2015 et 2016. Il ressort de ces graphiques de chacun des couples, les remarques suivantes :

- Pour l'année 2015, la dispersion des données est majoritairement plus importante pour le point Nord que pour le point Sud, ce qui vient notamment confirmer les conclusions du paragraphe précédent à savoir des valeurs maximales plus importantes sur le point Nord que sur le point Sud.

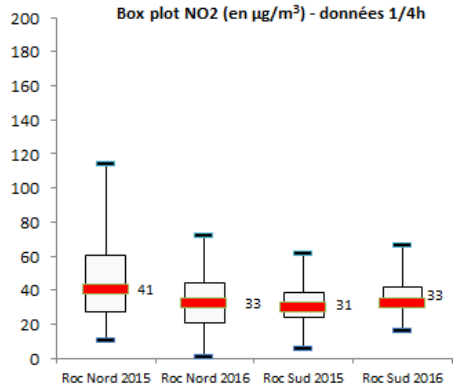


Illustration 52 : Graphique box plot des concentrations (1/4h) en dioxyde d'azote en µg/m3 pour le couple B1

- Pour le point Nord, la dispersion des données est souvent moins importante en 2016 qu'en 2015, ce qui se traduit notamment par à une diminution des valeurs maximales comme présenté dans le chapitre précédent (cf. figure ci-contre). Les valeurs minimales marquent également majoritairement une baisse, qui semblerait traduire une baisse des niveaux de fond à proximité de la rocade.

- Pour le point Sud, entre 2015 et 2016, la tendance est plus variable suivant les binômes. On observe une augmentation des valeurs minimales pour quelques binômes (notamment en fin de journée), ce qui semble traduire une élévation des teneurs ambiantes en NO_2 aux abords de la rocade (cf. figure ci-après).

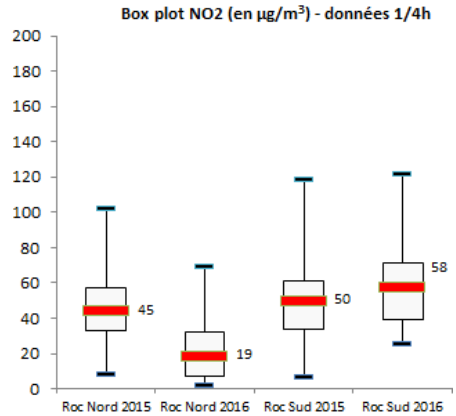


Illustration 53 : Graphique box plot des concentrations (1/4h) en dioxyde d'azote en µg/m3 pour le couple B7

L'illustration des distributions statistiques sous forme graphique permet de confirmer les tendances précédemment observées entre 2015 et 2016 à savoir une diminution des valeurs maximales et de la médiane pour le point Nord (moins grande dispersion des données) et une tendance variable pour le point Sud.

5) Profil journalier des concentrations en dioxyde d'azote

Pour chaque couple de jours retenus en 2015 et 2016, le profil journalier des concentrations quart-horaires en dioxyde d'azote a été réalisé permettant une comparaison plus fine tout au long de la journée et une meilleure interprétation des écarts moyens journaliers.
La présente analyse des profils journaliers a été réalisée sur les données brutes, non corrigées des variations de niveaux de fond de l'agglomération jugées réduites entre 2015 et 2016.

A l'issue de la revue de chacun des binômes, différents cas possibles ont été observés. Ils sont détaillés ci-après.

- **Point Nord :**

➔ 1er cas : profils journaliers similaires avec un décalage à la baisse des concentrations en dioxyde d'azote en 2016

12 profils (sur les 17 étudiés) présentent des variations journalières très similaires tout au long de la journée bien que les niveaux de concentrations soient moins élevés en 2016 qu'en 2015. L'écart moyen entre les niveaux pour ces 12 couples varie de -14 à -58 µg/m3 (médiane) avec une moyenne de -24 µg/m3.

C'est le cas des couples : B5 à B11 et B15 à B19. Deux profils sont présentés ci-après à titre d'exemple.

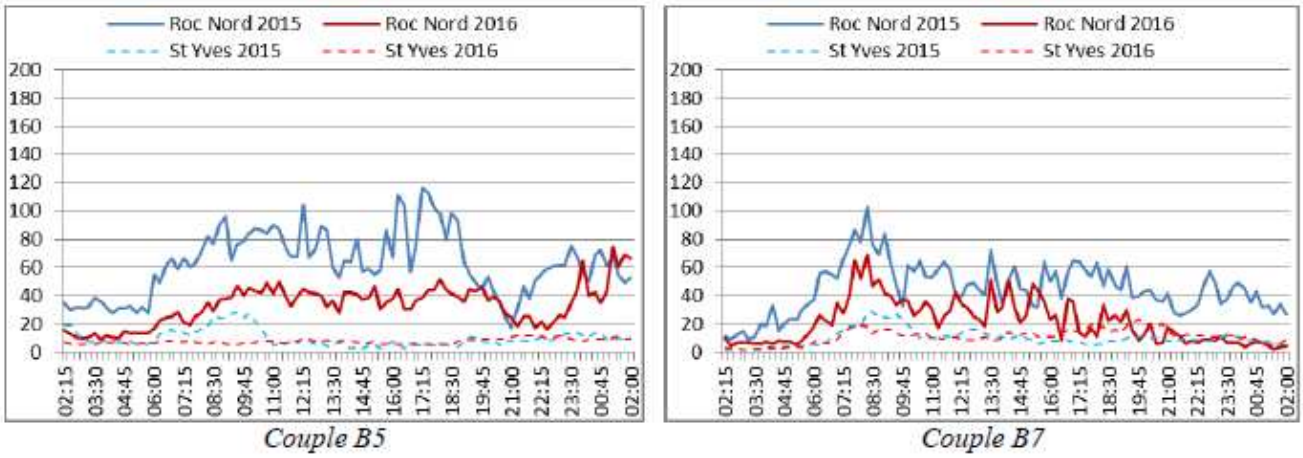


Illustration 54: Point Nord- Profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/2016

Dans ce type de configuration représentant la majorité (70%) des couples retenus pour le point de mesure Nord, la diminution constante des niveaux de concentrations peut être liée à la réduction de la vitesse, les autres facteurs externes identifiés étant semblables.

➔ 2ème cas : profils journaliers similaires excepté la présence d'un ou deux pics ponctuels en 2015, inexistants en 2016

Dans cette configuration, les profils quart-horaire des concentrations sont très proches, excepté à un moment de la journée (souvent lors des périodes de forte affluence de trafic le matin ou en fin d'après-midi), lors duquel les concentrations 2015 sont plus élevées que celle de 2016. La situation inverse n'a d'ailleurs jamais été observée sur les 17 couples considérés sur le point Nord.

C'est le cas pour 5 des 17 couples étudiés (B1, B3, B4, B12 et B14) dont des exemples de profils sont repris ci-après.

En fonction des couples et des analyses détaillées réalisées précédemment, il est fort probable que ces pics ponctuels soient liés à une différence entre les deux années concernant les facteurs externes que sont le trafic et/ou les conditions météorologiques.

Les figures ci-après reprennent des exemples de profils de binômes concernés avec une indication relative à l'origine possible des pics de concentrations en 2015 par rapport à 2016 sur la base des informations à disposition.

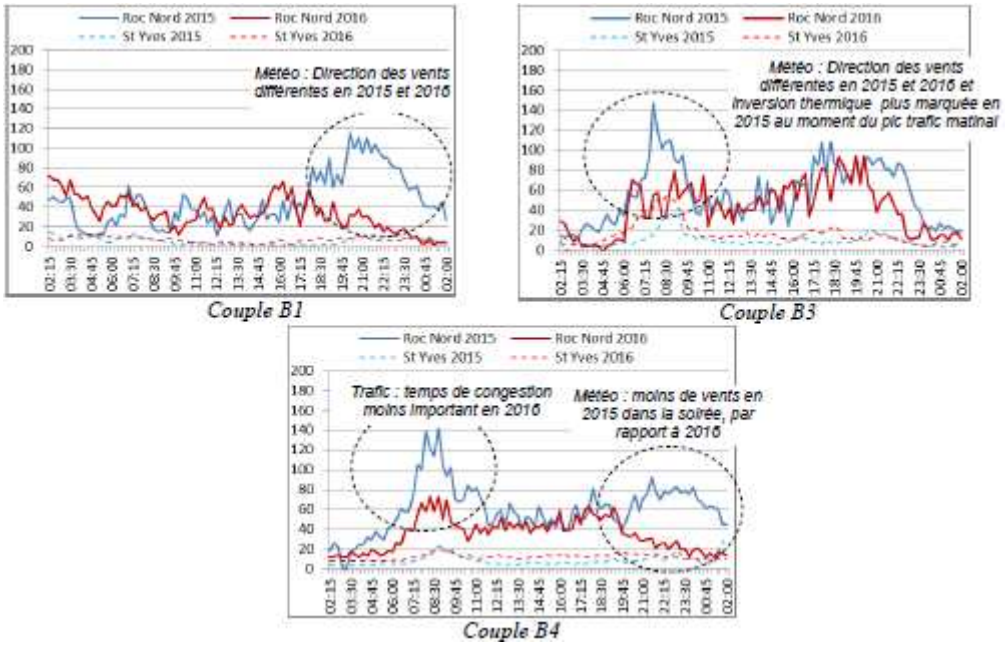


Illustration 55 : Point rocade nord- Profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/2016

Lorsque les différences de profils entre les deux années peuvent être attribuées aux conditions météorologiques, il conviendra de moduler les conclusions par rapport à la vitesse.

- **<u>Point Sud</u>**

Contrairement au point Nord, le point Sud ne présente pas de cas majoritaire. Trois configurations sont observées :

- Pour 5 des 17 cas : des profils voisins entre 2015 et 2016 avec des différences jugées non significatives (parfois négatives ou positives) ;
- Pour 5 des 17 cas : des profils similaires tout au long de la journée avec un décalage significatif à la baisse ou à la hausse des concentrations entre les deux années ;
- Pour 7 des 17 cas : des profils très proches tout au long de la journée excepté à un moment (souvent de forte affluence trafic) ou les concentrations sont nettement différentes entre les deux années et ce dans le sens d'une baisse ou d'une hausse entre les deux années.

Cette situation avec des configurations multiples confirme le fait qu'aucune tendance ne se dégage entre les niveaux de concentrations en dioxyde d'azote entre 2015 et 2016.

Les différentes configurations observées pour ce point Sud sont présentées dans le tableau de la page suivante.

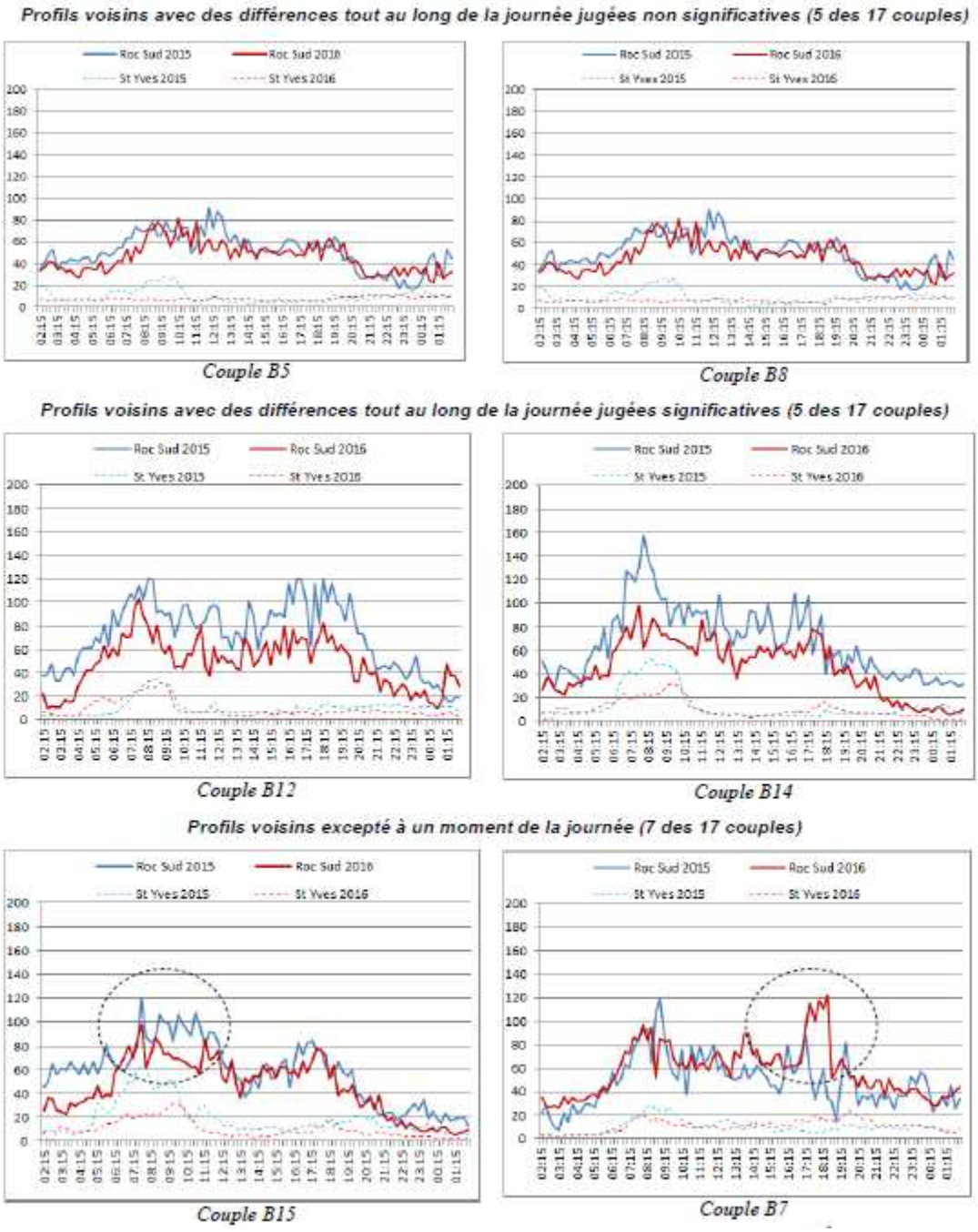


Illustration 56 : Point Sud – exemple de profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/ 2016

4.4.2.b - Particules PM10 : évolution des concentrations pour les couples analogues

Parallèlement aux mesures de dioxyde d'azote, le point Sud a été doté d'un analyseur de particules fines PM10. Le présent chapitre est réservé à l'interprétation de l'évolution des niveaux mesurés entre les journées des couples présélectionnés via l'expertise initiale.

1) Principe et incertitude de l'interprétation des particules PM10

Cette interprétation est moins détaillée que la partie réservée au dioxyde d'azote en raison principalement du fait que le trafic routier a une responsabilité moins importante dans les émissions de particules sur le territoire de l'agglomération rennaise et que de ce fait les niveaux peuvent être moins corrélés à cette source du fait d'autres sources plus contributrices.

NOTA : la contribution du trafic routier dans les émissions de particules PM10 n'est toutefois pas négligeable (39%) ce qui justifie les actions mises en place sur la régulation du trafic au moment des épisodes de pollution concernant ce paramètre.

Par ailleurs pour le dioxyde d'azote, l'écart des niveaux de fond de l'agglomération rennaise entre les deux journées de chaque couple a été déduit des écarts des médianes (et moyennes) afin de prendre en compte une éventuelle évolution entre les deux années.

Concernant les particules fines, l'agglomération ne dispose pas d'une station dite de fond urbain qui permettrait d'effectuer cette correction. Les écarts entre les médianes des journées de chaque couple ont toutefois été calculés mais leur interprétation reste entachée d'une incertitude.

2) Analyses des évolutions des concentrations en particules PM10

a) Écarts entre les médianes des concentrations en particules fines

Pour l'interprétation de ces écarts entre les médianes des journées de chaque couple, les valeurs repères suivantes ont été utilisées (identiques à celles utilisées pour le NO_2) :

- pour des écarts **< ± 10%,** la différence a été jugée **peu significative** notamment du fait de l'existence d'incertitudes sur la mesure, qui ne permettent pas de dégager une véritable tendance à la baisse ou à la hausse.
- pour des écarts **compris entre ± 10 et 20%,** l'écart a été jugé **significatif** mettant en évidence une tendance ;
- pour des écarts **> ± 20%**, l'écart est jugé **très significatif** et représentatif d'une nette tendance.

L'interprétation porte sur 17 des 19 couples retenus initialement du fait que le couple B4 a présenté un taux de fonctionnement de l'analyseur de particules trop faible pour l'une des deux journées du couple, pour que les mesures soient représentatives.
Par ailleurs le couple B13 a lui aussi été écarté du fait des conditions d'humidité relevées en période nocturne sur l'année 2015 par rapport à 2016.

Il est d'ailleurs important de rappeler que les particules fines sont plus sujettes que le NO_2 aux conditions météorologiques antérieures (jours précédents) et que ce critère n'avait pas été retenu par Météo-France lors de la sélection des binômes.

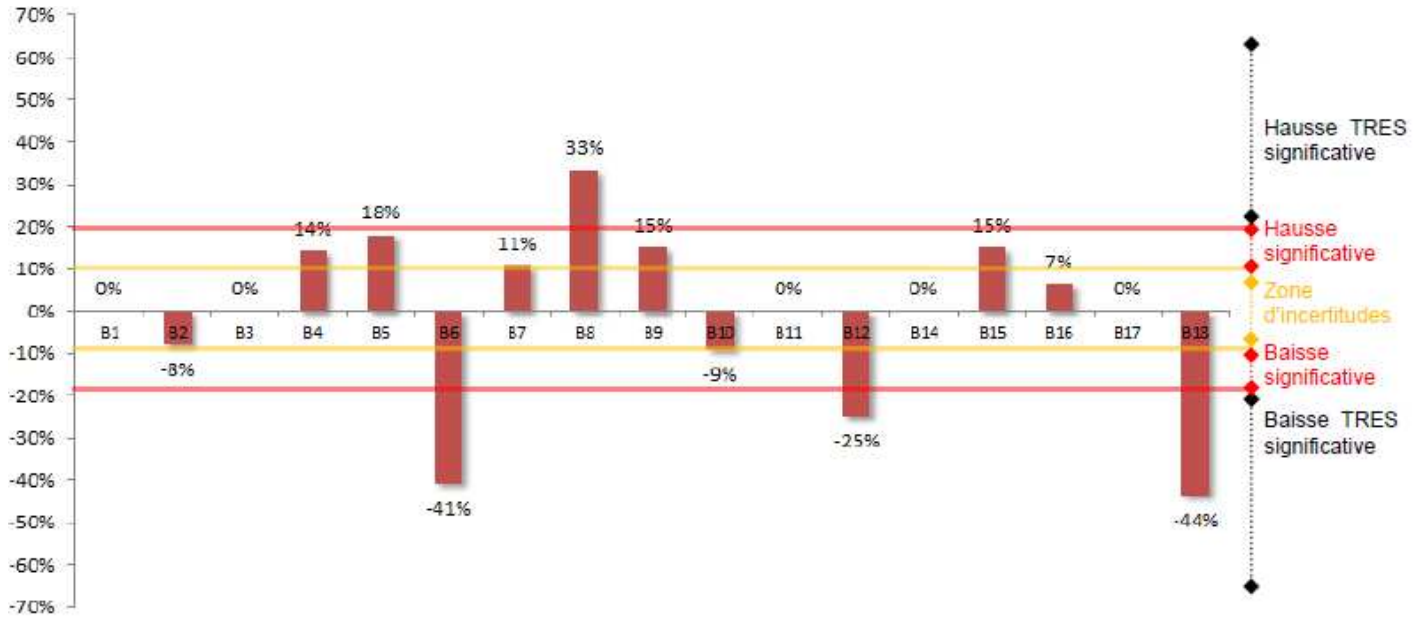


Illustration 57 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en PM10 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

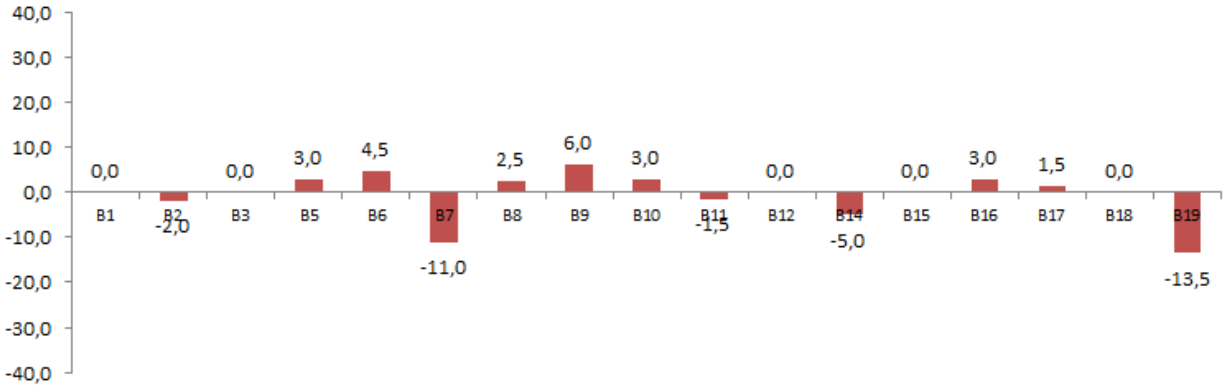


Illustration 58 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en PM10 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus

B1	dimanche 6 septembre 2015	dimanche 19 juin 2016
B2	lundi 15 juin 2015	mardi 3 mai 2016
B3	mardi 8 septembre 2015	lundi 2 mai 2016
B5	samedi 5 septembre 2015	samedi 4 juin 2016
B6	lundi 15 juin 2015	lundi 30 mai 2016
B7	jeudi 18 juin 2015	mardi 21 juin 2016
B8	mercredi 17 juin 2015	mercredi 8 juin 2016
B9	lundi 14 septembre 2015	mardi 31 mai 2016
B10	jeudi 9 juillet 2015	mercredi 6 juillet 2016
B11	vendredi 7 août 2015	vendredi 22 juillet 2016
B12	jeudi 23 juillet 2015	mardi 26 juillet 2016
B14	jeudi 30 juillet 2015	lundi 1 août 2016
B15	mercredi 19 août 2015	lundi 1 août 2016
B16	lundi 6 juillet 2015	mardi 6 septembre 2016
B17	mercredi 9 septembre 2015	mercredi 7 septembre 2016
B18	vendredi 4 septembre 2015	vendredi 9 septembre 2016
B19	jeudi 25 juin 2015	jeudi 22 septembre 2016

➔ Variation des écarts relatifs des médianes - point Sud :
Une grande variabilité des écarts relatifs est observée sur l'ensemble des couples. Seulement 9 des 17 couples retenus, présentent des écarts relatifs supérieurs à la zone d'incertitude dans le sens d'une baisse ou d'une hausse entre 2015 et 2016.

L'écart relatif moyen sur les 17 couples est de -1%.

➔Variation des écarts absolus des médianes - point Sud :

Les écarts entre les médianes des journées de chaque couple sont très faibles comparativement à ceux observés pour le dioxyde d'azote.

L'écart moyen est de -1 µg/m3 (il varie de -13.5 µg/m3 à +6 µg/m3).

Aucune tendance ne se dégage de cette interprétation des écarts entre les médianes de chaque journée des couples retenus.

L'expérience d'Air Breizh sur le suivi des particules fines a permis de confirmer l'adéquation de ces faibles variations par rapport à ce qui est observé par ailleurs sur les stations du réseau de mesures d'Air Breizh au sujet de ce paramètre.

La multiplicité des sources d'émissions, le transport sur de longues distances sont notamment des facteurs qui expliquent le caractère régional de ce polluant contrairement au dioxyde d'azote.

b) Écarts entre les moyennes journalières des couples retenus

Pour les particules PM10 plusieurs seuils réglementaires existent. Ils diffèrent selon l'échelle de temps retenue. L'un d'entre eux est exprimé en moyenne journalière à savoir 50 µg/m3 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

Le graphique ci-après présente l'évolution des moyennes journalières de chaque jour des couples retenus dans le but de comparer ces niveaux au seuil réglementaire.

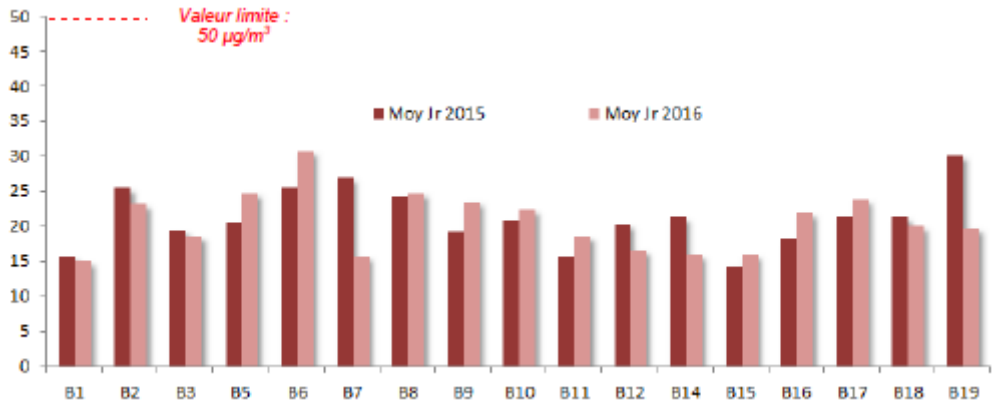


Illustration 59: Evolution des moyennes journalières en PM10 pour chaque jour des binômes (en µg/m³)

En première approche on constate que l'évolution des moyennes journalières est cohérente entre chaque jour de chaque binôme ce qui confirme le choix des couples retenus.

Par ailleurs, même si la campagne n'a pas été réalisée lors d'une période habituelle de dépassement (ce n'était pas l'objectif de l'étude), aucune des moyennes journalières n'excèdent le seuil réglementaire de 50 µg/m3.

Ensuite, on constate que les écarts entre les moyennes journalières de chaque couple de jours sont faibles (inférieurs à ± 5 µg/m3 pour 16 des 17 couples) et surtout qu'ils ne permettent pas de dégager une tendance à la baisse ou à la hausse. Ainsi 9 couples présentent une hausse de leurs moyennes journalières et 8 couples une baisse comme illustré sur la figure suivante.

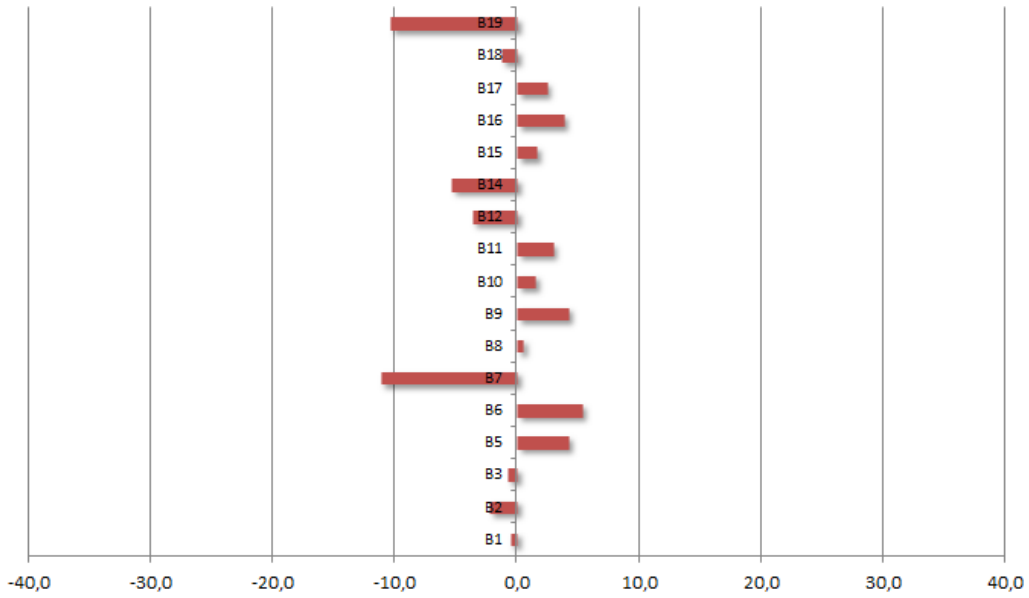


Illustration 60 : Ecarts entre les moyennes journalières PM10 de chacun des couples (en µg/m3)

3) Synthèse des évolutions des concentrations en particules PM10

L'analyse comparative des médianes et des moyennes journalières des jours de chaque couple retenu ne permet pas de dégager une tendance favorable ou défavorable suite à la mise en place de la réduction de la vitesse.

Les évolutions moyennes sur l'ensemble des couples sont négligeables : - 1 µg/m3 pour les médianes et les moyennes journalières.

Il est toutefois rappelé que cette analyse comparative est entachée d'une incertitude <u>en l'absence de prise en compte de l'évolution des niveaux de fond</u> entre les jours de chacun des binômes.

Pour cette raison, ces conclusions ne seront pas retenues dans la mesure de l'impact de la réduction de la vitesse sur la qualité de l'air à proximité de la rocade. Seul le dioxyde d'azote sera retenu comme paramètre décisif.

4.4.2.c - Evolution des paramètres d'influence pour les couples analogues et corrélation avec les évolutions des concentrations

L'objectif de ce chapitre est de corréler les évolutions des concentrations constatées avec de légères variations des facteurs externes au sein de chaque binôme, bien que l'analogie de ces derniers ne soit pas remise en cause.

Il est rappelé à ce sujet que l'objet de ce chapitre concernant l'évolution du trafic entre les deux années n'est pas de généraliser les observations sur les couples retenus à l'ensemble de la période, le nombre d'observations étant trop faible.

1) Evolution du trafic journalier pour les couples retenus :

L'observation de l'évolution du trafic journalier, pour les 19 couples de journées considérées montre une diminution globale du trafic entre 2015 et 2016 et ce sur les deux sites de mesures.

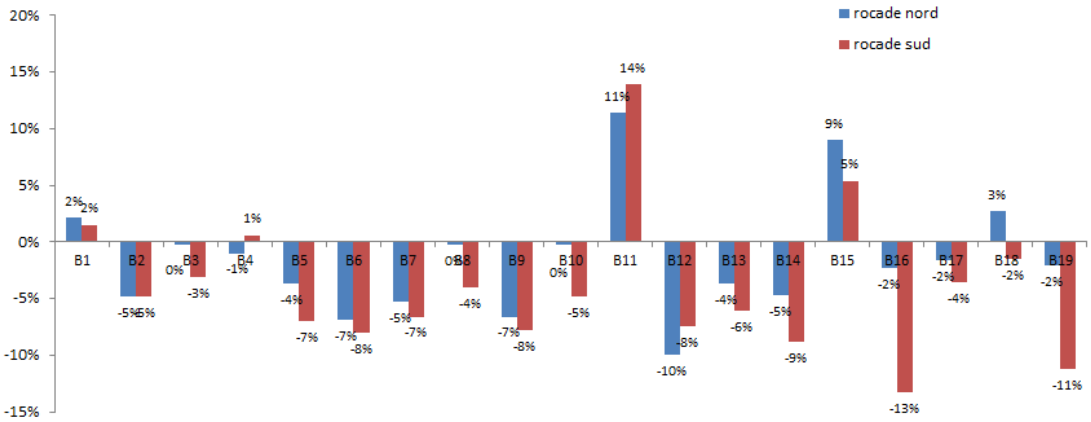


Illustration 61 : Evolution du trafic journalier (en %) entre 2015 et 2016, pour chaque couple étudié

Cette diminution, atteignant plus de 10% pour certains couples de journées comparées, pourrait se traduire par une baisse des émissions et donc des concentrations en NO_2 enregistrées sur la rocade entre 2015 et 2016.

L'écart relatif moyen calculé sur l'ensemble des couples analysés illustre une diminution moyenne de -1% sur le point Nord contre -4 % sur le point Sud ce qui reste toutefois peu significatif.

Une telle évolution, dont une cause peut être l'abaissement de la vitesse, constatée sur les deux points de mesure, serait éventuellement susceptible d'induire une diminution des émissions liées au trafic et donc des concentrations.

L'analyse de l'évolution du trafic et des concentrations mesurées pour chaque couple est illustrée sur les deux figures ci-après.

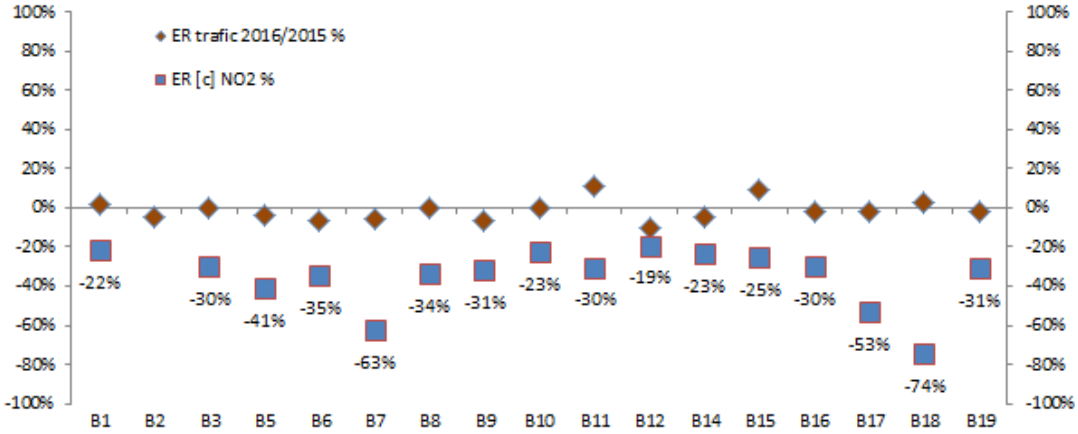


Illustration 62 : Point Nord - Comparaison des évolutions des écarts relatifs des médianes des concentrations en NO_2 (en %) et du trafic moyen journalier (en %) pour chaque couple

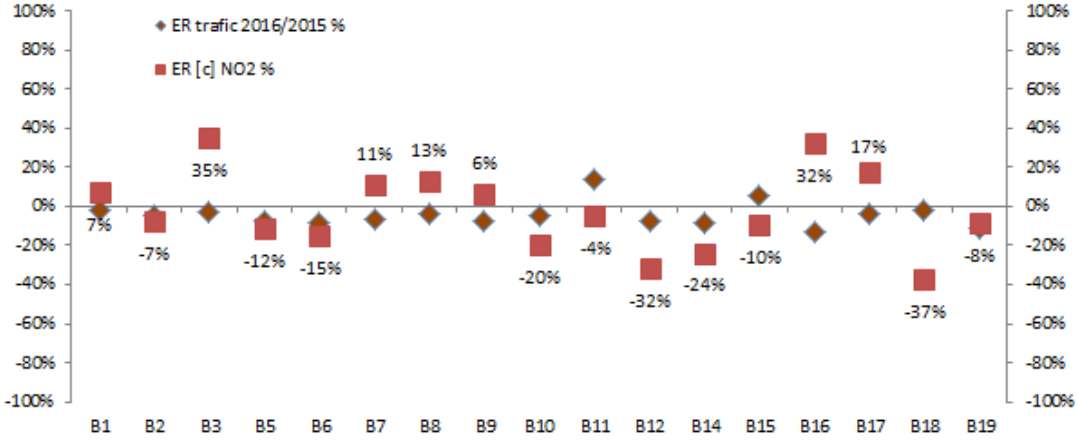


Illustration 63 : Point Sud - Comparaison des évolutions des écarts relatifs des médianes des concentrations en NO_2 (en %) et du trafic moyen journalier (en %) pour chaque couple

Exceptés quelques couples pour lesquels d'autres facteurs seraient susceptibles d'influencer les concentrations dans l'air (B16 par exemple pour le point Sud), d'autres présentent des variations semblables entre les écarts relatifs de trafic et des concentrations.

La principale difficulté dans cette comparaison résulte dans le fait que d'autres facteurs externes (notamment la météorologie) influencent les concentrations dans l'air.

2) Répartition Poids lourds/ Véhicules légers :

Le taux de poids lourds sur l'ensemble du trafic routier reste constant sur les deux sites de mesure. Il est d'environ 10 % en semaine contre 5 % le week-end pour les deux points de mesure.

Toutefois, on observe **une augmentation sensible du nombre de poids lourds entre les deux années et pour chaque couple sur le point Nord, contrairement au point Sud**. Ce constat repose uniquement sur l'analyse des 19 couples considérés au cours de cette étude.

Les graphiques de la page suivante présentent l'évolution des écarts des pourcentages de poids lourds sur le trafic total pour chaque couple et pour les deux points de mesures. Cette évolution est également comparée aux écarts du cumul de véhicules par couple.

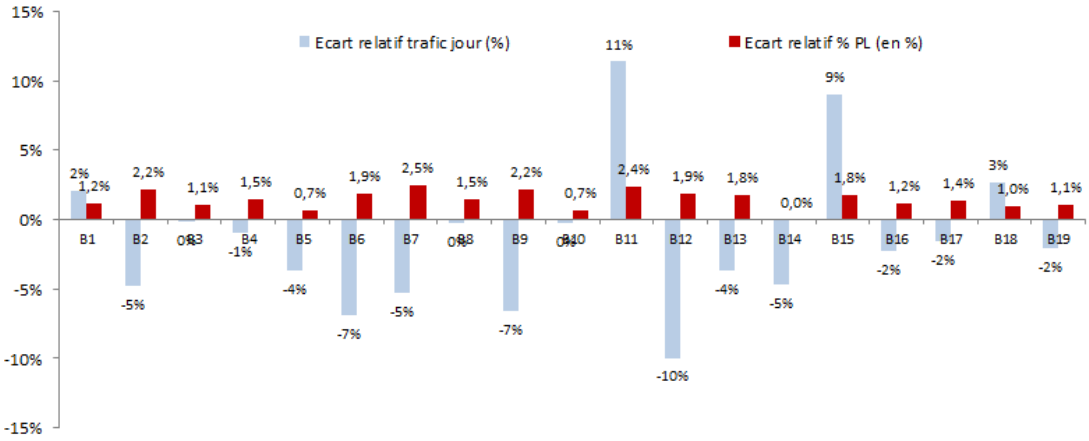


Illustration 64 : Evolution des écarts relatifs (en %) du trafic journalier et du nombre de poids lourds sur le trafic total entre 2015 et 2016 sur le point Nord

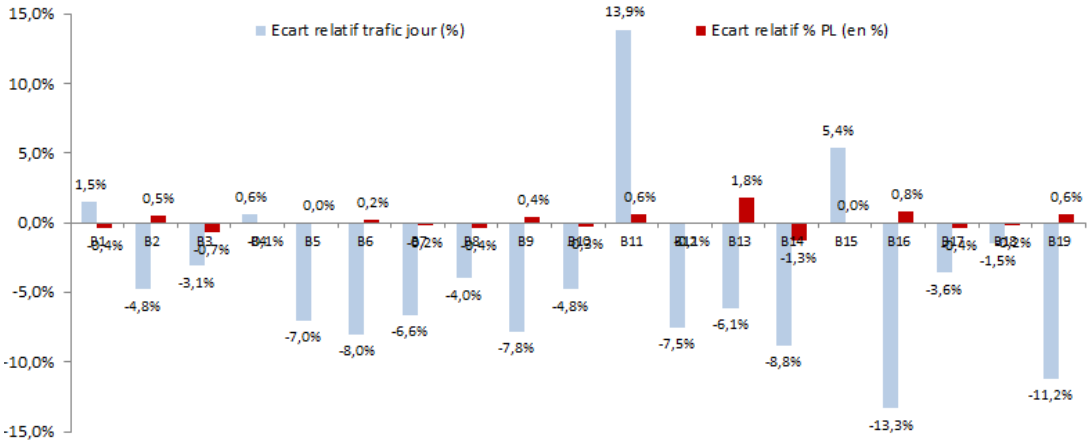


Illustration 65 : Evolution des écarts relatifs (en %) du trafic journalier et du nombre de poids lourds sur le trafic total entre 2015 et 2016 sur le point Sud

Le constat de variation de trafic entre le point Nord et le point Sud devra être précisé par les données spécifiques à l'évolution du trafic routier entre 2015 et 2016 sur la rocade de Rennes (DIR Ouest) et sur une période annuelle, plus longue.

Dans le cadre de cette analyse, il est observé une augmentation sensible de la proportion et du nombre de poids lourds passant à proximité du point Nord, entre les 2 années alors que le trafic journalier semble quant à lui, majoritairement diminuer sur les journées étudiées.

Ces observations sont nettement moins marquées à proximité sur le point Sud.

Toutefois, l'incidence possible d'une augmentation de trafic des poids lourds reste difficile à évaluer du point de vue de l'incidence possible sur les émissions, du fait de la compensation possible par la réduction de la vitesse du trafic (cf. § 3.4.2.c).

Ceci a été confirmé par l'absence de lien observé entre les évolutions des pourcentages de poids lourds et les écarts relatifs des concentrations suivant les journées des couples retenus. Ceux-ci pesant souvent peu (en nombre de véhicule) au regard du trafic total (variations de quelques points).

Les graphiques ci-après illustrent ces propos.

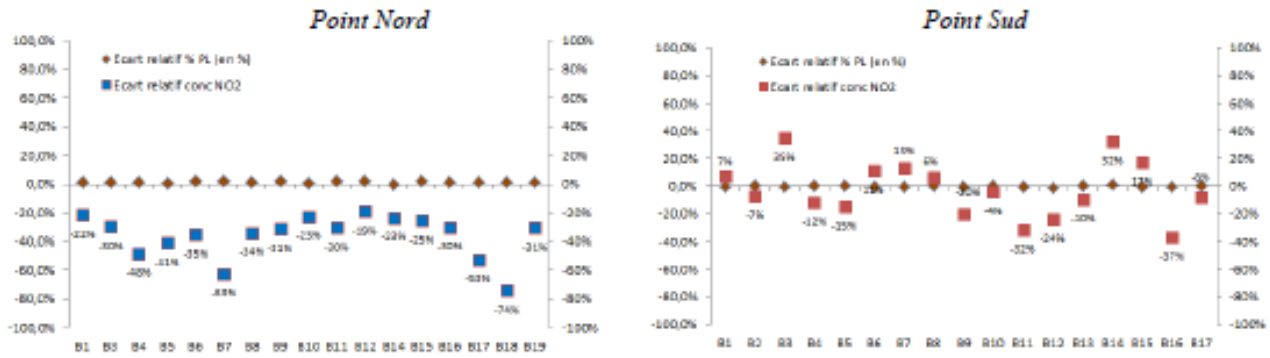


Illustration 66 : Comparaison des écarts relatifs (en %) du pourcentage de poids lourds entre chaque jour des couples avec les écarts relatifs des médianes des concentrations en NO_2 (en %)

3) L'écart à la vitesse

La comparaison de l'écart à la vitesse entre 2015 et 2016, illustrée sur un même graphe pour chacun des points de mesures, révèle un écart systématiquement plus important au niveau du point Sud par rapport au point Nord.

Ceci peut s'expliquer par une limitation de vitesse de 110 km/h en 2015 peu souvent atteinte (souvent de l'ordre de 100 km/h en moyenne journalière), réduisant ainsi l'écart avec la nouvelle limitation de 90 km/h sur ce tronçon, alors qu'au Sud, le passage de 90 km/h à 70 km/h induit une réduction de vitesse plus conséquente depuis la mise en place de la limitation.

Par ailleurs, sur l'échantillon, les écarts à la vitesse semblent plus importants le week-end (dimanche et samedi), qu'en semaine. On peut donc supposer que le fait qu'il y ait moins de congestion (meilleure fluidité sur ces jours non ouvrés), la vitesse moyenne s'approche davantage des vitesses limitées sur ces journées.

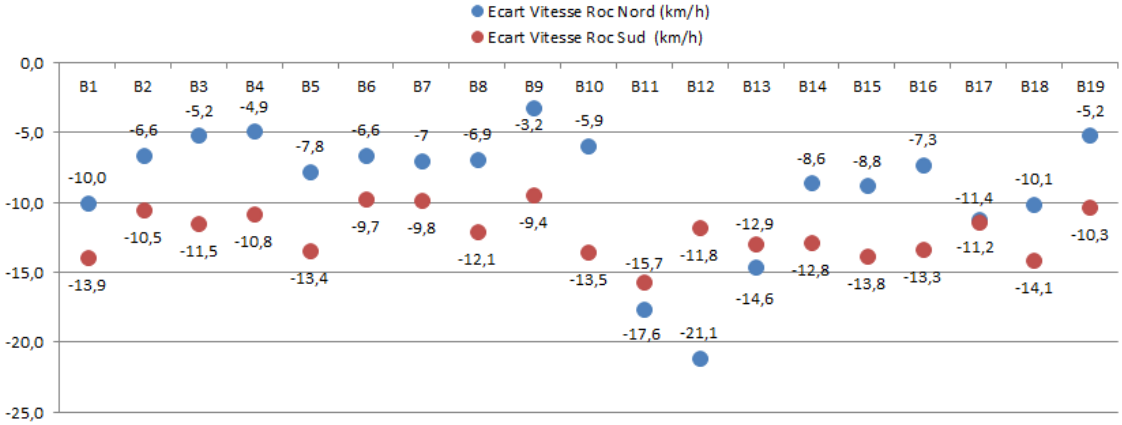


Illustration 67 : Comparaison de l'écart à la vitesse (en km/h) entre 2015 et 2016 pour chaque couple de journées identiques, et pour les 2 points de mesures

Enfin, le graphique des écarts à la vitesse semble mettre en évidence une corrélation entre les binômes, illustrant des variations identiques entre le point Sud et le point Nord. Ce constat ne peut toutefois s'expliquer clairement. Il n'existe, en effet, pas de corrélation évidente de ces écarts de vitesse 2015/2016 avec les indices de congestion, pour chaque couple de journées, au niveau des deux points de mesures.

Des écarts à la vitesse plus importants sur le point Sud pourraient induire une incidence plus marquée sur l'évolution des émissions en NO_2 et donc des concentrations ambiantes enregistrées au Sud par rapport au Nord. Or cette tendance n'a pas été observée puisque c'est le

point de mesure point Nord qui présente systématiquement les écarts de concentrations les plus importants contrairement au point Sud.

4) L'indicateur d'encombrement des voies

L'interprétation de l'encombrement des voies est traitée ci-après selon deux approches différentes.

➔ **Evolution du temps de trafic saturé :**

Sur les 19 couples analysés il est observé, pour la majeure partie des couples de journées considérées, une diminution notable du temps de congestion (trafic saturé) en 2016 par rapport à 2015.

Cette diminution est constatée pour 16 couples sur les 19 analysés et apparaît plus marquée sur le point Sud (-2,9% du temps journalier en moyenne) que sur le point Nord (-0,4 % du temps journalier en moyenne) où seuls 8 couples semblent montrer une diminution du temps de trafic saturé.

➔ **Evolution de l'indice de congestion journalier :**

L'indice moyen journalier révèle une diminution globale pour les deux points de mesures ce qui tendrait à mettre en évidence une meilleure fluidité du trafic en 2016 par rapport à 2015.

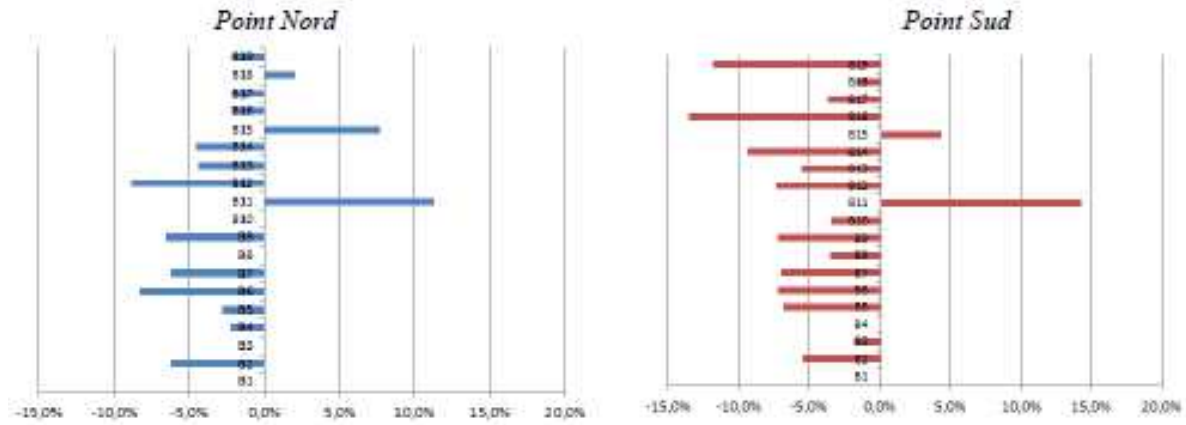


Illustration 68 : Écarts relatifs des indices de congestion (en %) entre les jours 2015 et 2016 de chacun des couples et pour les deux points de mesures

Théoriquement, cette baisse constatée (si elle se confirmait), pourrait alors se traduire par une diminution des concentrations en NO_2 au niveau des points de mesures et ce, notamment au moment des périodes de forte affluence trafic (valeurs maximales horaires) et à priori, de manière plus accentuée au niveau du point Sud.

Bien que plus marquée sur le point Nord, cette baisse des valeurs maximales a été constatée sur les deux points de mesures entre les deux années ce qui vient corroborer la baisse globale de la congestion pour ces couples retenus.

Les figures suivantes permettent de comparer les écarts relatifs des indices de congestion journaliers par binôme avec les écarts des concentrations maximales horaires en NO_2 (en valeur absolue).

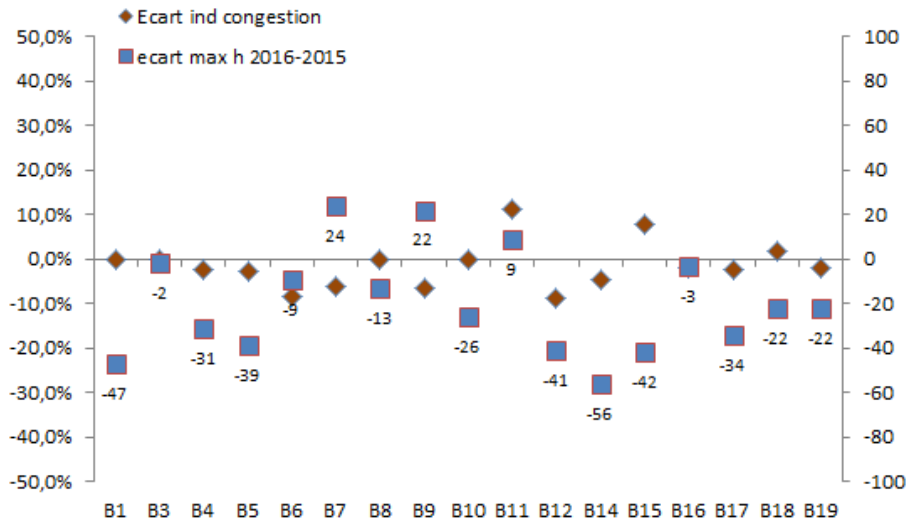


Illustration 69 : Point Nord- Comparaison des écarts relatifs des indices de congestion (en %) avec les écarts absolus des concentrations maximales horaires en NO_2 (en µg/m³)

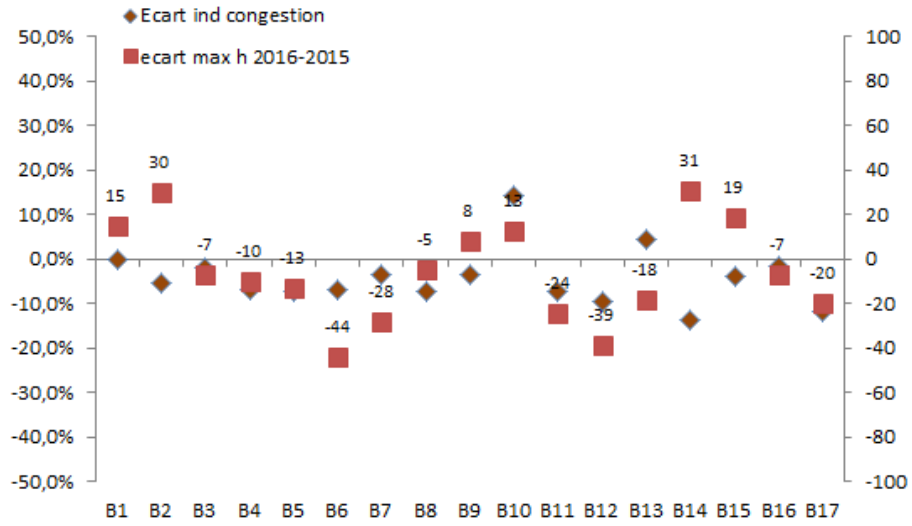


Illustration 70 : Point Sud - Comparaison des écarts relatifs des indices de congestion (en %) avec les écarts absolus des concentrations maximales horaires en NO_2 (en µg/m3)

Bien que loin d'obtenir une corrélation évidente du fait d'autres facteurs entrant en considération dans les variations des concentrations en dioxyde d'azote, certains binômes sont corrélés et cela semble légèrement plus marqué pour le point Sud.

Rappelons toutefois que ce constat de diminution de la congestion ne porte que sur 19 couples de journées étudiées et qu'un échantillon aussi réduit ne peut permettre de conclure plus fermement, notamment des tendances en termes de trafic. Ce constat n'a pas été confirmé par l'analyse de la congestion menée par LEE Ingénierie.

5) Synthèse de l'analyse des facteurs d'influence

Les constats réalisés au cours de cette analyse comparative des différents facteurs d'influence susceptibles d'avoir une incidence sur l'évolution des concentrations en NO_2 entre 2015 et 2016 sur les deux points de mesures de la rocade de Rennes, permettent de nuancer les conclusions émises après analyse de l'évolution des concentrations en NO_2 aux deux points de mesures pour chaque couple de journées comparables.

Au terme de l'analyse des facteurs d'influences sur l'évolution des concentrations en NO_2 entre 2015 et 2016, il ressort que l'analyse distincte de ces paramètres est difficilement corrélable aux concentrations du fait de la contribution combinée de ces facteurs.

Même si ce n'était pas l'objectif, cette analyse des facteurs externes sur 19 couples a permis de dégager quelques tendances qu'il s'agira de confirmer sur l'ensemble de la phase expérimentale.

Parmi ces tendances, on peut citer :

- Une diminution globale de l'indice de congestion, plus marquée sur le point Sud ;
- Des écarts des vitesses moyennes entre les journées des deux couples plus importants sur le point Nord que sur le point Sud ;
- Une proportion de poids lourds sur le point Nord plus importante en 2016 qu'en 2015 contrairement au point Sud ;
- Une diminution du trafic journalier sur les deux points de mesures entre les 2 années.

4.4.3 - Conclusions

Entre le 1er octobre 2015 et le 30 septembre 2016, la vitesse sur la rocade rennaise a été abaissée de 20 km/h et ce pendant une durée expérimentale d'un an.

Dans ce cadre, la DREAL Bretagne a sollicité Air Breizh afin de réaliser des mesures de la qualité de l'air, avant et pendant la mise en place de la réduction de vitesse, en vue de quantifier l'impact de la limitation de vitesse sur la qualité de l'air à proximité des voies de circulation.

Afin de mieux quantifier l'influence de cet abaissement, deux points de mesures présentant des vitesses limitées différentes ont été sélectionnés, l'un sur la rocade nord dit « point Nord » (passage d'une vitesse limitée de 110 à 90 km/h) et l'autre sur la rocade sud dit « point Sud » (passage d'une vitesse limitée de 90 à 70 km/h).

De manière à s'affranchir au mieux des variations du trafic routier et des conditions météorologiques, la méthodologie retenue, en concertation avec les services de la DREAL, a reposé sur une sélection préalable de couples de journées jugées semblables, tant d'un point de vue des conditions météorologiques que de la circulation (à l'exception évidemment de l'abaissement des vitesses maximales autorisées). Ce travail a été conduit successivement par les services de la DIR Ouest et Météo France.

Cette sélection de jours jugés analogues a pu être réalisée à partir d'une période suffisamment longue des deux campagnes de mesure de la qualité de l'air, à savoir respectivement 99 jours en 2015 et 146 jours en 2016.

Au total, ce travail préalable d'expertise météorologique (réalisée par Météo France) et d'analyse du trafic (réalisée par la DIR Ouest) a permis de dégager 19 couples de journées jugées analogues.

Air Breizh s'est ensuite chargée de la comparaison des niveaux de concentrations en dioxyde d'azote pour ces 19 couples dont l'objectif était d'étudier l'impact de cette réduction de vitesse sur les niveaux mesurés durant l'état initial (2015) et pendant la phase expérimentale (2016).

Bien que des mesures en particules PM10 aient été réalisées sur l'un des deux points, seule l'étude approfondie des évolutions des niveaux de dioxyde d'azote, traceur le plus représentatif des émissions du trafic routier, est jugée décisive dans la mesure de l'impact de la réduction de vitesse.

Le présent rapport correspond à l'analyse de 17 couples par point de mesures, retenus parmi les 19 couples transmis par les services de météo France courant octobre 2016.

- **Évolutions des concentrations en dioxyde d'azote**

A l'issue d'une interprétation approfondie des résultats pour chacun des binômes, deux paramètres permettent d'illustrer les premières tendances observées :
- L'écart relatif des médianes des concentrations 2015/2016 de chaque binôme est jugé représentatif de l'évolution du niveau de fond à proximité de la rocade.
- Les valeurs maximales horaires des concentrations 2015/2016 de chaque binôme sont représentatives des pics de concentrations.

➔ Pour l'évolution du niveau observé à proximité de la rocade, les résultats sont les suivants :

- **au niveau du point de mesure Nord, une baisse significative des valeurs médianes des campagnes en dioxyde d'azote a été observée sur la quasi-majorité des couples étudiés. Bien que variable selon les journées analysées, l'écart relatif moyen observé est de –21 µg/m3 [min -58 ; max -9].**

- **au niveau du point de mesure Sud, les variations observées ne permettent pas de dégager une tendance nette. Ainsi, pour la majorité des couples étudiés, les variations se situent dans une zone d'incertitude estimée à +/-10 %, au sein de laquelle les différences sont jugées trop faibles pour être significatives.**

➔ Pour l'évolution des valeurs maximales :

Il ressort qu'une baisse globale des valeurs maximales horaires a été observée sur les deux points de mesure, respectivement de -19.5 µg/m3 et de -5.5 µg/m3 sur les points Nord et Sud. Toutefois, ces valeurs représentent des écarts moyens sur l'ensemble des couples étudiés et ne doivent donc pas être généralisées du fait d'une variabilité importante entre les différents couples.

L'observation de l'évolution globale des concentrations en dioxyde d'azote sur l'ensemble des périodes de mesures conforte ces conclusions malgré les réserves précédemment émises du fait notamment de l'évolution du trafic et des conditions météorologiques entre deux années successives.

En outre, cette étude a permis de confirmer d'une part le lien fort entre le trafic routier et les concentrations en dioxyde d'azote, et d'autre part les niveaux élevés modélisés par Air Breizh au niveau de la rocade dans le cadre du PPA de Rennes.

Il est rappelé à ce titre que même si la baisse de la vitesse sur la rocade Nord semble permettre de réduire les niveaux de dioxyde d'azote, ceux-ci restent fort sur l'ensemble de l'agglomération au regard des valeurs réglementaires (en moyenne annuelle) ce qui implique que d'autres actions doivent être mises en œuvre pour atteindre une qualité de l'air acceptable.

- **Evolution des facteurs d'influences et lien avec les évolutions des concentrations**

Malgré une analyse approfondie des facteurs d'influence susceptibles d'impacter les concentrations en dioxyde d'azote, il n'a pas été clairement établi de lien entre les évolutions des concentrations en NO_2 et ces différents paramètres.

Il ressort que l'analyse distincte de ces paramètres représentés par les conditions météorologiques et les données trafic est difficilement corrélable aux évolutions des concentrations du fait de la contribution combinée de ces facteurs.

Même si ce n'était pas l'objectif, cette analyse des facteurs externes sur 19 couples a permis de dégager quelques hypothèses sur l'évolution du trafic entre les deux années, qu'il s'agira de confirmer par des travaux ultérieurs.

4.5 - L'impact sur le bruit

4.5.1 - Récapitulatif des mesures brutes

Deux points de mesure sont situés sur la rocade Nord intérieure précédemment limitée à 110 km/h (PF1 et PF2), les autres sur la rocade sud (PF4) et ouest intérieure (PF3 et PF5) précédemment limitée à 90km/h.

Les résultats de l'ensemble des mesures sont donnés dans les tableaux ci-après et sont directement issus des données brutes sans recalage de trafic. Cette comparaison est utile, mais deux valeurs mesurées ne devraient normalement être comparées que si les trafics sont identiques.

L'objectif est de voir si la baisse des vitesses seule a abouti à une baisse des niveaux de bruit. Aussi, les mesures ont été recalées sur un même trafic.

	JEUDI 25/06/2015					VENDREDI 26/06/2015					LUNDI 29/06/2015					MARDI 30/06/2015				
	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse
PF1	6h-22h	44,5	4 367	11,9	100	6h-22h	45,5	4 844	10,4	100	6h-22h	46,0	4 521	11,4	101	6h-22h	49,0	4 448	12,0	102
	22h-6h	42,0	504	21,6	101	22h-6h	43,5	600	17,5	103	22h-6h	41,0	445	18,2	105	22h-6h	45,5	493	22,4	101
PF2	6h-22h	52,5	4 367	11,9	100	6h-22h	52,0	4 844	10,4	100	6h-22h	52,5	4 521	11,4	101	6h-22h	52,5	4 448	12,0	102
	22h-6h	46,5	504	21,6	101	22h-6h	47,5	600	17,5	103	22h-6h	53,0	445	18,2	105	22h-6h	45,0	493	22,4	101
PF3	6h-22h	52,0	6 569	9,0	77	6h-22h	53,5	6 667	8,2	77	6h-22h	51,0	6 714	8,8	81	6h-22h	51,0	6 658	9,0	81
	22h-6h	48,5	908	14,0	88	22h-6h	49,0	1 024	12,3	89	22h-6h	45,5	781	12,0	89	22h-6h	44,0	892	15,0	88
PF4	6h-22h	51,5	6 040	11,2	83	6h-22h	53,0	6 213	10,2	82	6h-22h	50,5	6 070	11,1	84	6h-22h	54,5	5 874	11,5	82
	22h-6h	46,5	813	20,4	91	22h-6h	48,0	933	17,4	92	22h-6h	43,5	700	16,7	92	22h-6h	46,5	808	21,8	91
PF5	6h-22h	59,5	7 217	9,0	82	6h-22h	60,5	7 362	8,2	80	6h-22h	58,0	7 253	9,0	86	6h-22h	57,0	7 241	9,1	85
	22h-6h	55,5	941	13,6	93	22h-6h	56,0	1 028	11,8	93	22h-6h	51,0	802	11,3	93	22h-6h	51,5	896	14,0	93

	JEUDI 21/04/2016					VENDREDI 22/04/2016					LUNDI 18/04/2016					MARDI 19/04/2016				
	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse	Période	LAeq Corrigé	Trafic Horaire TV	%PL	Vitesse
PF1	6h-22h	47,0	4 293	11,8	85	6h-22h	50,0	4 634	10,3	87	6h-22h	49,0	4 324	11,6	86	6h-22h	52,5	4 285	12,8	91
	22h-6h	46,0	453	23,1	93	22h-6h	43,0	543	19,6	93	22h-6h	41,5	395	21,0	96	22h-6h	47,0	388	27,2	93
PF2	6h-22h	51,5	4 293	11,8	85	6h-22h	53,0	4 634	10,3	87	6h-22h	53,0	4 388	11,4	89	6h-22h	51,5	4 285	12,8	91
	22h-6h	45,5	453	23,1	93	22h-6h	48,0	543	19,6	93	22h-6h	46,5	395	21,0	96	22h-6h	45,5	388	27,2	93
PF3	6h-22h	52,0	6 364	8,5	69	6h-22h	53,0	6 466	7,7	72	6h-22h	53,5	6 209	8,6	70	6h-22h	50,5	6 205	8,6	71
	22h-6h	46,5	716	14,3	81	22h-6h	49,0	810	12,7	80	22h-6h	48,5	631	12,8	82	22h-6h	45,5	644	15,5	82
PF4	6h-22h	57,5	5 649	11,0	70	6h-22h	52,5	5 959	9,6	70	6h-22h	50,5	5 591	10,7	70	6h-22h	53,5	5 447	11,0	70
	22h-6h	46,5	674	21,8	80	22h-6h	47,5	760	18,9	80	22h-6h	45,0	579	20,0	81	22h-6h	46,0	611	23,7	80
	21/04/2016					22/04/2016					25/04/2016					26/04/2016				
PF5	6h-22h	58,0	4 446	6,5	71	6h-22h	59,0	4 473	6,1	69	6h-22h	61,0	4 301	6,4	73	6h-22h	59,5	4 495	7,2	70
	22h-6h	51,0	371	7,2	82	22h-6h	53,0	427	6,6	82	22h-6h	53,5	335	7,4	83	22h-6h	54,0	342	7,4	83

Tableau 21 : Données brutes recueillies Avant / Après

	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h
ECART PF1	2,5	4	4,5	-0,5	3	0,5	3,5	1,5
ECART PF2	-1	-1	1	0,5	0,5	-6,5	-1	0,5
ECART PF3	0	-2	-0,5	0	2,5	3	-0,5	1,5
ECART PF4	6	0	-0,5	-0,5	0	1,5	-1	-0,5
ECART PF5	-1,5	-4,5	-1,5	-3	3	2,5	2,5	2,5

Tableau 22 : Écarts des niveaux sonores entre avant et après mise en oeuvre de l'expérimentation

4.5.2 - Récapitulatif des mesures recalées

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de LAeq corrigé avant diminution des vitesses et recalées par rapport au trafic TV après diminution de vitesse :
LAeq avant recalé = LAeq avant mesuré + 10*log(Débit TV après/ Débit TV avant).

Il donne également une comparaison entre les mesures avant la mise en œuvre de l'expérimentation recalées sur le trafic après la mise en œuvre et les mesures de la période ex-post. Une analyse de la validité de la mesure par rapport aux conditions de propagation météo et à la corrélation par rapport au trafic mesuré a été incluse.

	JEUDI		VENDREDI		LUNDI		MARDI	
	25/06/2015		26/06/2015		29/06/2015		30/06/2015	
	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h
PF1 GUY	44,5	41,5	45,5	43	46	40,5	49	44,5
PF2 CABIOCH	52,5	46	52	47	52,5	52,5	52,5	44
PF3 COCONNIER	52	47,5	53,5	48	50,5	44,5	50,5	42,5
PF4 NABAT	51	45,5	53	47	50	42,5	54	45,5
PF5 LEGLOIRE	57,5	51,5	58,5	52	55,5	47	55	47,5

	JEUDI		VENDREDI		LUNDI		MARDI	
	21/04/2016		22/04/2016		18/04/2016 de 12h à 23h59 et le 25/04/2016 de 0h a 11h59		19/04/2016	
	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h	LAeq 6h-22h	LAeq 22h-6h
PF1 GUY	47	46	50	43	49	41,5	52,5	47
PF2 CABIOCH	51,5	45,5	53	48	53	46,5	51,5	45,5
PF3 COCONNIER	52	46,5	53	49	53,5	48,5	50,5	45,5
PF4 NABAT	57,5	46,5	52,5	47,5	50,5	45	53,5	46
	21/04/2016		22/04/2016		25/04/2016		26/04/2016	
PF5 LEGLOIRE	58	51	59	53	61	53,5	59,5	54

ECART PF1	2,5	4,5	4,5	0	3	1	3,5	2,5
ECART PF2	-1	-0,5	1	1	0,5	-6	-1	1,5
ECART PF3	0	-1	-0,5	1	3	4	0	3
ECART PF4	6,5	1	-0,5	0,5	0,5	2,5	-0,5	0,5
ECART PF5	0,5	-0,5	0,5	1	5,5	6,5	4,5	6,5

Tableau 23 : Récapitulatif des données recalées avant et après mise en œuvre de la mesure

Mesure réalisée dans des conditions globalement défavorables ou invalides, avec une mauvaise corrélation par rapport au trafic ou perturbée

Mesure réalisée dans des conditions globalement favorables ou homogènes avec une corrélation acceptable par rapport au trafic

xx Ecart positif avant - après entre 2 mesures effectuées dans des conditions météo non comparables (seules les mesures favorables ou homogènes peuvent être comparées entre elles)

xx Ecart négatif avant - après entre 2 mesures effectuées dans des conditions météo non comparables (seules les mesures favorables ou homogènes peuvent être comparées entre elles)

xx Ecart positif avant - après entre 2 mesures effectuées dans des conditions météo comparables favorables ou homogènes.

xx Ecart négatif avant - après entre 2 mesures effectuées dans des conditions météo comparables favorables ou homogènes.

4.5.3 - Conclusion

Après analyse des mesures jour par jour, dans des conditions météorologiques comparables et avec des mesures recalées par rapport au même trafic après, Il est constaté qu'il n'y a pratiquement plus d'écarts positifs que d'écarts négatifs, ce qui ne permet pas de conclure sur une réduction des niveaux sonores suite à la mise en place de la réduction des vitesses sur la rocade de Rennes.

Certains points de mesure ont été beaucoup plus perturbés que d'autres du fait de la distance importante par rapport à la voie. En effet, plus la distance par rapport à la voie est importante, plus le niveau mesuré est bas, plus les conditions météorologiques et les divers événements perturbateurs (bruits de comportement, etc.) deviennent prépondérants.

Les niveaux mesurés sont globalement assez faibles, il y a très peu de mesures au-dessus de 60 dB de jour et 55 dB de nuit, ce qui correspond à un niveau de bruit modéré selon la circulaire du 12 décembre 1997. On constate que les points PF3, PF4 et PF5 qui étaient les plus proches de la voie étaient parmi les moins perturbés.

La baisse de niveau de bruit qui aurait théoriquement dû être mesurée pour le passage de 110 à 90 km/h est de "0,87 " or not spell(dB)dB et pour celui de 90 à 70 km/h de "1,09 " or not spell(dB)dB, soit en moyenne environ 1 dB. A partir des mesures réalisées, il n'est pas possible de conclure en une baisse du niveau sonore suite à ces diminutions de vitesse. Pour mesurer une diminution du niveau sonore représentative, il aurait fallu effectuer ces mesures en champs proche de la voie afin de mesurer un niveau plus important, supérieur à 60 dB, mais ces mesures n'auraient pas été représentatives du bruit réel auprès des habitations qui est celui auquel sont exposés les habitants.

4.6 - L’impact sur la sécurité routière

4.6.1 - L’évolution de l’accidentalité corporelle

Du 1er octobre 2015 au 31 août 2016 (dernier mois validé par l'ONISR au moment de la réalisation de l’étude), le fichier national des accidents corporels fait état de 65 accidents corporels totalisant 85 blessés dont 2 hospitalisés[4].

Par comparaison, la même période l’année précédente (octobre 2014 à août 2015) comptait 44 accidents corporels ayant fait 63 blessés dont 3 blessés hospitalisés.

Le tableau ci-après précise les l’évolution du nombre des accidents corporels et des blessés pour les deux périodes d’octobre 2014 à août 2015 et d’octobre 2015 au 31 août 2016.

	2014 / 2015	2015 / 2016	Evolution
Accidents	44	65	+ 47%
Nombre de véhicules impliqués	91	92	+ 1%
Dont PL	5	5	=
Nombre de blessés	63	85	+ 35%
Dont blessés hospitalisés	3	2	- 33%

Tableau 24 : Evolution de l’accidentologie sur les deux périodes 2014/2015 et 2015/2016

Sur la période d'octobre 2015 à août 2016, le nombre d'accidents corporels et de blessés légers est en hausse (respectivement + 47% et + 35%). Il est à noter que, sur cette même période, l'accidentalité subit une hausse générale sur tout le département : + 15% par rapport à la même période l'année précédente.

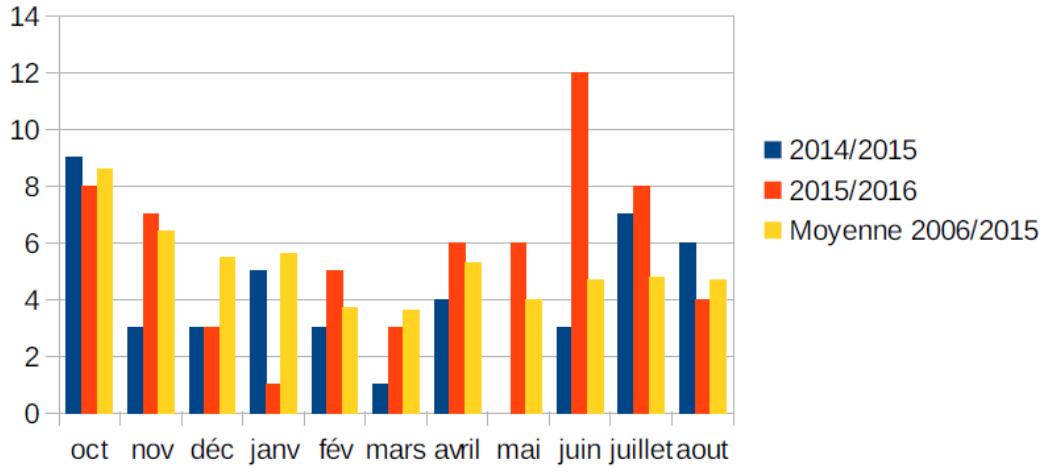


Illustration 71 : Evolution mensuelle de l'accidentologie sur les périodes 2014/2015 et 2015/2016

Globalement, les accidents corporels sur la rocade représentent 7,3% du total des accidents du département. Cette proportion est en légère augmentation sur la période étudiée, ils représentent dorénavant 8,5% du total des accidents.

4 Victimes admises à l’hôpital plus de 24 heures

L'accidentalité fluctue d'un mois à l'autre, tant pour la période 2014/2015 que pour la période 2015/2016, sans qu'il n'y ait de corrélation avec la tendance qui se dégage sur 10 ans.

Une méthode statistique permet de mesurer la significativité de l'évolution de l'accidentalité sur la rocade en tenant compte de l'évolution du trafic, en augmentation de 1,5% entre 2014 et 2015 (sources DIR Ouest) : l'évolution mensuelle moyenne des accidents est de près de 68% mais, compte tenu de l'augmentation du trafic et du nombre d'accidents malgré tout peu important, cette évolution n'est pas significative (NS sur le tableau), excepté pour le mois de juin.

Période	Avant			Après			Coefficient d'évolution	Evolution (en %)	Probabilité associéee au test	Significativité	Nombre théorique d'accident après
	Nombre d'accidents	Durée (en mois)	Trafic (véh/j)	Nombre d'accidents	Durée (en mois)	Trafic (véh/j)					
octobre	9	1	35859	8	1	35859	1,000	-11,1	0,500	NS-	8,5
novembre	3	1	35859	7	1	35859	1,000	133,3	0,172	NS+	5,0
décembre	3	1	35859	3	1	35859	1,000	0,0	0,656	NS	3,0
janvier	5	1	35859	2	1	35859	1,000	-60,0	0,227	NS-	3,5
février	3	1	35859	5	1	35859	1,000	66,7	0,363	NS+	4,0
mars	1	1	35859	3	1	35859	1,000	200,0	0,313	NS+	2,0
avril	4	1	35859	7	1	35859	1,000	75,0	0,274	NS+	5,5
mai	0	1	35859	6	1	35859	1,000				
juin	3	1	35859	12	1	35859	1,000	300,0	0,018	TS+	7,5
juillet	7	1	35859	8	1	35859	1,000	14,3	0,500	NS+	7,5
août	6	1	35859	4	1	35859	1,000	-33,3	0,377	NS-	5,0

Tableau 25 : Significativité de l'évolution de l'accidentalité corporelle en tenant compte de l'augmentation du trafic

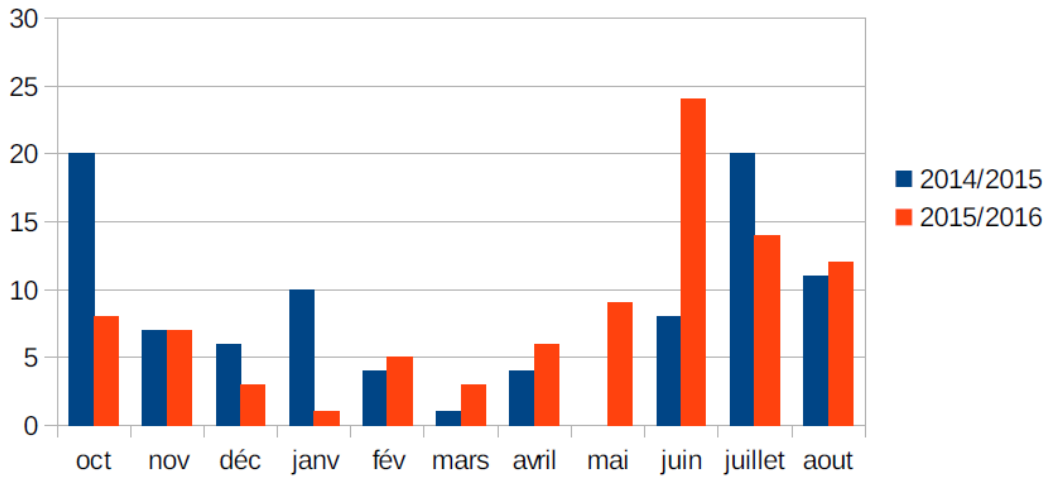


Illustration 72 : Evolution mensuelle du nombre de véhicules impliqués sur les deux périodes

26% des accidents comptent 3 véhicules ou plus, contre 16% en 2014/2015. Par ailleurs, le nombre de véhicules impliqués dans les collisions en chaîne est plus élevé (5 véhicules impliqués au maximum contre 4 précédemment).

Les accidents corporels impliquant un poids-lourd restent peu fréquents (5 accidents en 2015/2016, soit autant que l'année précédente). La part de ce type de véhicules dans les accidents sur la rocade de Rennes reste stable, ils représentent moins de 1% des accidents.

4.6.2 - Evolution de l'accidentalité matérielle et corporelle

La mise en œuvre de la réduction des vitesses sur la rocade de Rennes semble ne pas avoir eu d'impact significatif sur l'accidentalité totale (matérielle plus corporelle) recensée par la DIR Ouest : 449 sur la période d'octobre 2015 à septembre 2016 contre 454 en moyenne sur la même période des 5 années précédentes et 488 sur la période précédente d'octobre 2014 à septembre 2015.

Le graphique ci-après illustre l'évolution de cette accidentologie sur la période de l'expérimentation, sur la période précédente d'octobre 2014 à septembre 2015 et en moyenne sur la même période des 5 années précédentes.

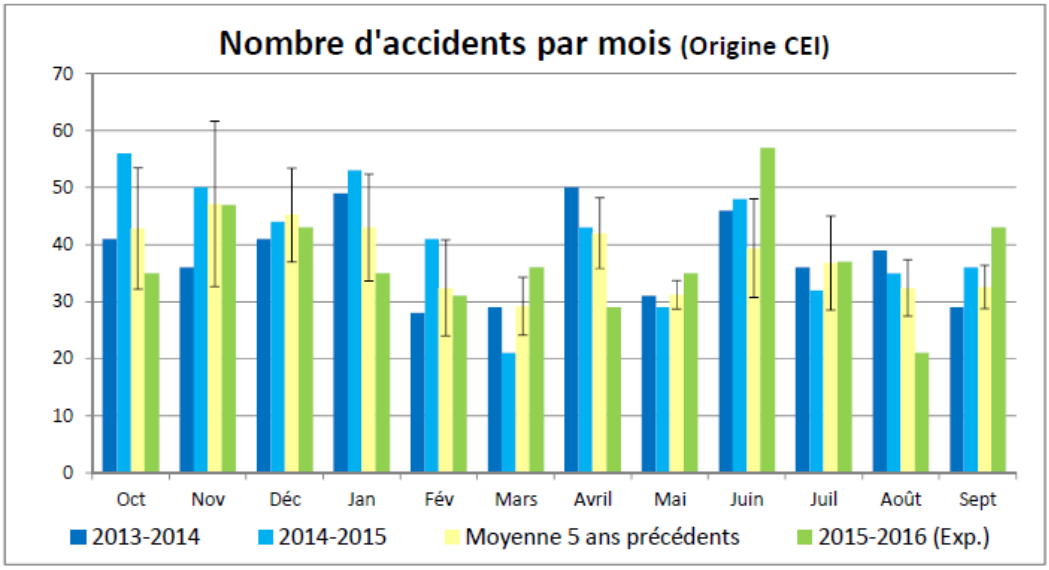


Illustration 73 : Evolution mensuelle du nombre d'accidents matériels et corporels (Source DIR Ouest)

5 - Synthèse générale des résultats d'évaluation

5.1 - Le respect des nouvelles limitations de vitesse

Avant de considérer les résultats obtenus pendant l'expérimentation comme des conséquences de l'abaissement des vitesses, il convient de mesurer l'effectivité de la baisse des vitesses. Les mesures de vitesses obtenues par les stations de comptage implantées sur la rocade permettent de calculer un taux de respect moyen des nouvelles limitations de vitesse.

Après un abaissement des vitesses pratiquées relativement marqué au début de l'expérimentation, une tendance à une augmentation est apparue depuis début 2016 jusqu'en avril avec ensuite une stabilisation.

A la fin de l'expérimentation environ 50 % des conducteurs respectaient les limitations et les autres étaient à des vitesses supérieures à la limitation mais inférieures aux limitations et vitesses pratiquées antérieurement. Dans la zone à 90 km/h les vitesses moyennes se situent autour de 94-95 km/h contre 104-105 en 2015 et sur la zone à 70 km/h, elles sont de 77-78 km/h contre 90 antérieurement.

Synthèse : Compte tenu de ces éléments qui montrent une réelle diminution des vitesses, on peut considérer que les impacts mesurés sont corrélés a l'abaissement des limitations de vitesse, la réduction effective des vitesses étant cependant inférieure à 20 km/h.

5.2 - L'impact sur les volumes de trafic

L'impact de la réduction des vitesses en termes de volume de trafic a été évalué à partir des données collectées par les services gestionnaires des voies concernées (DIR Ouest, Conseil Départemental d'Ille-et-Vilaine et Ville de Rennes).

Globalement, l'évolution du trafic observée chaque mois entre octobre 2015 et juin 2016 suit les mêmes tendances que pour les mêmes mois de l'année précédente, à l'exception du mois de mai pendant lequel des événements particuliers ont eu lieu (manifestations et grèves).

Au Nord et à l'Est, le trafic est similaire voire augmente légèrement. Au Sud, le trafic est stable et à l'Ouest, une baisse est constatée.

En termes de report de trafic sur la seconde ceinture une légère augmentation a été constatée sur le secteur Sud-Ouest mais sur des valeurs peu importantes par rapport à la baisse sur la rocade Ouest.

Une étude complémentaire a été réalisée pour étudier les éventuels reports de trafic sur d'autres axes intra-rocade à partir des données de 5 stations de comptage. Cependant, l'analyse n'a pas permis d'identifier de reports francs sur les axes analysés.

Synthèse : Une baisse des niveaux de trafic a été constatée sur la rocade Ouest, mais globalement la réduction des vitesses n'a pas entraîné de reports significatifs de trafic entre les axes.

5.3 - L'impact sur les conditions de circulation

Pour évaluer la qualité de la circulation, deux indicateurs ont été analysés : l'évolution du temps de parcours « au pire » en excluant les jours avec des événements particuliers et les pourcentages de véhicules circulant à moins de 50 km/h aux heures de pointe (matin et soir). Ces indicateurs ont été suivis mois par mois en les comparant avec ceux du même mois de l'année précédente.

5.3.1 - Evolution des temps de parcours

Les temps de parcours « au pire » ont fait l'objet d'une analyse mensuelle sur l'ensemble de la rocade divisée en secteurs cohérents. Ces temps ont été mesurés aux heures de pointe du matin et du soir, du lundi au vendredi en excluant les jours avec des problèmes particuliers de circulation (accidents, manifestations, …). Les tendances observées se sont trouvées confortées de mois en mois.

En heure de pointe le matin, dans le sens extérieur, une légère dégradation des conditions de circulation est observée pour les secteurs Nord, Sud et dans une moindre mesure pour le secteur Est. À l'Ouest, aucune tendance ne se dessine.

Dans le sens intérieur, une dégradation des temps de parcours est observée à l'Ouest malgré une diminution significative du trafic. À l'Est, on constate une stabilité des temps de parcours par rapport à l'année précédente. Au Nord, il est difficile de dégager des tendances en raison d'une évolution très variable d'un mois à l'autre par rapport à l'année précédente. Au Sud, une comparaison avant/après mise en place de la mesure n'a pu être réalisée en raison d'un manque de données pour les mois de novembre 2014 à juin 2015.

En heure de pointe le soir, dans le sens extérieur, les temps de parcours « au pire » se dégradent sur une grande partie de la rocade, mais cette tendance est très peu marquée, à l'Est.

Dans le sens intérieur, une légère dégradation des temps de parcours est observée au Nord. A l'Est, les temps de parcours sont stables par rapport à l'année précédente. À l'Ouest, aucune tendance ne se dégage car l'évolution par rapport à l'année précédente est très variable d'un mois à l'autre.

Synthèse : Globalement l'examen des temps de parcours ≪au pire ≫montre des dégradations sur certains secteurs et aucun n'a connu d'amélioration. Cette tendance est relativement marquée pour la partie Ouest le matin en intérieur et le soir en extérieur et ce malgré une diminution des volumes de trafic.

5.3.2 - Impacts sur la répartition des vitesses pratiquées en congestion

Pour caractériser au mieux le phénomène de congestion, le pourcentage de véhicule circulant au-dessous de 50 km/h aux heures de pointe (8h-9h et 17h30-18h30) a également été analysé sur 10 stations de comptage sur l'ensemble de la période jusqu'en juin 2016.

Il en ressort, le matin, une dégradation localisée des congestions, en particulier au niveau des secteurs de Lorient et Bréquigny en intérieur (rocades ouest et sud) et dans une moindre mesure au niveau des Gayeules (rocade nord) en extérieur en notant sur ce dernier point une augmentation du trafic et une tendance à la dégradation déjà observée préalablement. Ainsi sur la station Bréquigny, 13 % des véhicules roulaient en dessous de 50km/h avant la mise en place de la mesure pour 36 % des véhicules après sa mise en œuvre.

Le soir, il est constaté des dégradations localisées en particulier aux niveaux de Bréquigny et Cleunay (rocades ouest et sud) en intérieur et des Gayeules (rocade nord) en extérieur en notant toujours sur ce dernier point une augmentation du trafic et une tendance à la dégradation déjà observée préalablement.

Les points d'amélioration constatés sont peu nombreux avec des évolutions extrêmement faibles.

Synthèse : Cet indicateur confirme la dégradation des conditions de circulation aux heures de pointe principalement sur le secteur Ouest et ce malgré une diminution des volumes de trafic.

5.4 - L'impact sur la qualité de l'air

Les impacts de la réduction des vitesses en termes de qualité de l'air ont été évalués à partir des mesures faites sur deux sites, représentatifs de la rocade en termes de trafic journalier. L'un est situé au Nord en zone à 90km/h et l'autre au Sud en zone à 70km/h.

Air Breizh, association agréée de surveillance de la qualité de l'air, a analysé les résultats en prenant également en compte les niveaux de pollution de fond à l'aide de stations fixes implantées sur Rennes. Le polluant étudié de façon fine est le dioxyde d'azote du fait d'une part des dépassements des normes en moyenne sur l'année et d'autre part de son lien étroit avec les émissions des véhicules.

Les résultats obtenus reposent sur la comparaison de deux campagnes de mesures menées en juin - septembre 2015 (état de référence) et juin - septembre 2016.

Pour pouvoir mesurer le véritable effet de l'abaissement des vitesses, les comparaisons doivent s'effectuer sur des jours à trafic comparable et à conditions météorologiques identiques. Les jours très pluvieux ne sont par exemple pas retenus dans l'échantillon statistique compte-tenu du fait que l'eau diminue de façon très importante les niveaux des polluants dans l'air.

De ces analyses sur les niveaux de trafic et les conditions météorologiques, il ressort pour la période considérée 17 couples de jours (2015-2016) au Nord et au Sud pour lesquels la comparaison apporte de véritables enseignements sur les effets de l'abaissement des vitesses.

Pour le point de mesure Nord (baisse de 110 à 90 km/h), on observe sur la quasi-majorité des couples étudiés une baisse significative des valeurs médianes pour les teneurs en NO_2.

Pour le point de mesure Sud (baisse de 90 à 70 km/h), les résultats des comparaisons sont beaucoup moins tranchés avec pour la majorité des couples étudiés des variations se situant dans une zone d'incertitude estimée à +/-10 %.

Synthèse : En conclusion, les résultats obtenus sur les 17 couples de jours pour les deux sites de mesure montrent un effet positif au niveau du point de mesure Nord (110 → 90 km/h), mais aucune tendance nette ne se dégage pour le point Sud (90 →70 km/h).

Sur la base des résultats de l'expérimentation, l'abaissement de la vitesse dans le secteur Nord de la rocade de Rennes apparaît comme une action importante pour améliorer la qualité de l'air. Elle s'intègre dans le plan de protection de l'atmosphère de l'agglomération rennaise qui prévoit un ensemble d'actions diversifiées et complémentaires incitant à la transition vers une mobilité plus durable et moins polluante.

5.5 - L’impact sur le bruit

Les impacts de la réduction des vitesses en termes de bruit ont été évalués à partir des mesures faites sur des façades d’habitations sur cinq sites proches de la rocade. Les résultats reposent sur la comparaison de deux campagnes de mesures réalisées en juin 2015 et avril 2016.

Le choix des mesures en façade des habitations a été fait afin de refléter l’impact au niveau des zones d’habitat et non en bordure stricte de la rocade où personne ne demeure en permanence.

Tout d’abord, il faut signaler que les niveaux de bruit sont bien en deçà des valeurs réglementaires, un seul point (près de la route de Lorient) en est proche avec cependant une seule valeur mesurée à 60 décibels.

Après analyse des mesures jour par jour, dans des conditions météorologiques comparables et avec des mesures recalées par rapport au même trafic après la mise en œuvre de la mesure, il y a pratiquement autant d’écart positifs que négatifs sur l’ensemble des points de mesure.

Les écarts sont le plus souvent faibles (entre -1 dB et +1dB). Il s’agit d’écarts qui ne sont quasiment pas perceptibles et qui se situent à des valeurs inférieures à l’incertitude des mesures.

Synthèse : Au niveau du bruit, la diminution des vitesses n’a pas eu d’impact mesurables au niveau des 5 sites analyses que ce soit dans la zone à 70 km/h ou dans celle à 90 km/h.

5.6 - L’impact sur la sécurité routière

Compte-tenu du décalage pour obtenir les données de l’accidentalité corporelle, les résultats portent pour l’instant sur 11 mois d’octobre 2015 à août 2016.

Il a été constaté sur ces 11 mois, 44 accidents avant la réduction et 65 après, ce qui montre une tendance à une légère dégradation. Par ailleurs le nombre de blessés est passé de 63 à 85. Cependant, compte-tenu de l’augmentation du trafic et du nombre d’accidents malgré tout peu important sur la rocade, cette évolution n’est globalement pas significative.

Si l’on considère maintenant l’ensemble des accidents matériels et corporels relevé par la DIR Ouest sur 12 mois, la mise en œuvre de cette mesure semble ne pas avoir eu d’impact significatif sur l’accidentologie : 449 sur la période d’octobre 2015 à septembre 2016 contre 454 en moyenne sur la même période sur les 5 années précédentes.

Synthèse : En conséquence, il peut être conclu que le changement des limitations de vitesse a été, pour l’instant, sans incidence sur l’accidentalité et en particulier n’a pas apporté d’amélioration en ce qui concerne les accidents corporels. La rocade demeure une route peu accidentogène au regard du trafic.

5.7 - Les principaux enseignements de l'expérimentation

Thème	Indicateurs	Tendance
Variation de trafic	Trafic moyen journalier par secteur : Nord et Est Ouest Sud	↗ ↘ →
Report de trafic	Trafic sur les autres axes	→
Congestion	Temps de parcours au pire et nombre de véhicules à moins de 50 km/h aux heures de pointe	↘ ↘
Qualité de l'air	Concentration en NO2 au bord de la rocade : Nord Sud	 ↘ →
Le bruit	Niveaux de bruit en façade de 5 habitations Zone à 70 Zone à 90	 → →
La sécurité routière	Nombre d'accidents corporels Nombre d'accidents corporels et matériels	→

6 - Conclusions

6.1 - Décisions prises suite à l'expérimentation

Compte-tenu des résultats produits dans le cadre d'une démarche scientifique d'évaluation, le Préfet de la région Bretagne, Préfet d'Ille-et-Vilaine, en accord avec la Maire de Rennes, le Président de Rennes Métropole et le Président du Conseil départemental d'Ille-et-Vilaine, a décidé de généraliser **la vitesse maximale autorisée à 90 km/h sur l'intégralité de la rocade de Rennes** et de conserver les limitations de vitesse mises en place sur les principaux accès.

En effet, les résultats de l'évaluation ont permis de montrer que la vitesse limite autorisée à 90km/h apparaît être la vitesse la mieux adaptée sur la rocade de Rennes, car elle permet un écoulement du trafic mieux optimisé **et a permis des gains avérés en qualité de l'air suite à l'abaissement des vitesses de 110 à 90 km/h sur les rocades Nord et Est**. Par ailleurs cette décision présente l'avantage de mettre en œuvre sur la rocade une vitesse homogène et compréhensible, et par conséquent vraisemblablement acceptable par les usagers.

La décision a été effective le 1er octobre 2016, soit une année après la mise œuvre de la mesure expérimentale de réduction de la limitation des vitesses sur la rocade de Rennes et de ses principaux accès.

6.2 - Valeurs des résultats

Cette expérimentation unique, dans sa durée d'un an, sur une échelle géographique importante et homogène et avec une évaluation complète sur plusieurs thèmes a abouti à des résultats qui peuvent paraître contre-intuitifs, tant en ce qui concerne la qualité de l'air et spécifiquement les dioxydes d'azote que les conditions de circulation.

Ces résultats, **propres à la rocade de Rennes**, ont permis de montrer que chaque route avec ses caractéristiques géométriques, son trafic et son environnement a un mode de fonctionnement particuliers qui fait que les connaissances générales applicables aux axes linéaires avec des échanges peu nombreux ne sont pas généralisables à l'ensemble des réseaux et notamment aux nœuds routiers avec des fonctionnements complexes.

Il est cependant probable que, plus on se rapproche des caractéristiques géométriques et/ou du type de trafic de la rocade de Rennes (périphérique ou rocade, sections à 3 voies, échangeurs nombreux et rapprochés, trafic péri-urbain dense avec des perturbations récurrentes, montée en charge rapide du trafic,...), plus les mesures expérimentées sont susceptibles de donner les mêmes résultats.

7 - Bibliographie – Études et dossiers réalisés pour cette évaluation

Recherche de couples analogues en amont de l'étude d'Air Breizh sur la rocade de Rennes - Météo France [version octobre 2016]

Évaluation de la baisse des vitesses - Rocade de Rennes Et Pénétrantes - Synthèse finale – Lee Ingénierie [30 août 2016]

Impact de la réduction de la vitesse sur la qualité de l'air à proximité de la rocade rennaise dans le cadre de l'expérimentation - Campagne de mesures 2015 et 2016 - Rapport final - Air Breizh [16 décembre 2016]

Étude acoustique - Réalisation de mesures avant et après diminution de la vitesse sur la rocade de Rennes - Rapport v1 – Espace9 [août 2016]

Dossier de presse - Réduction des vitesses maximales autorisées sur la rocade de Rennes et ses principaux accès [18 septembre 2015]

Dossier de presse - Bilan des résultats de l'expérimentation de la réduction des vitesses maximales autorisées sur la rocade de Rennes et ses principaux accès [26 septembre 2016]

8 - Index des illustrations

Illustration 1 : Cartographie de la réduction des limitations de vitesse pour les VL sur la rocade de Rennes.....7
Illustration 2 : Cartographie de la réduction des limitations de vitesse pour les PL sur la rocade de Rennes.....8
Illustration 3 : Réduction des vitesses sur les principaux accès à la rocade de Rennes.....8
Illustration 4 : Exemples de panneaux d'information fixes installés le long de la rocade de Rennes et de ses accès.....9
Illustration 5 : Exemple de message diffusé depuis le 9 septembre 2015 sur les panneaux à messages variables de l'agglomération rennaise.....9
Illustration 6 : Modélisation PPA 2008.....10
Illustration 7 : Situation 2020 sans PPA.....10
Illustration 8: Objectifs du PPA à 2020.....11
Illustration 9 : Stations de comptage utilisées mensuellement pour les analyses trafic – source DIR Ouest.....14
Illustration 10 : Répartition des sources d'émissions d'oxydes d'azote et de particules PM10 sur le territoire de Rennes Métropole [source : Inventaire des émissions de l'année 2010 Air Breizh – V1].....16
Illustration 11 : 19 couples de jours analogues d'un point de vue météorologique et trafic [Source Air Breizh].....21
Illustration 12 : 19 couples de jours analogues d'un point de vue météorologique et trafic (suite) [Source Air Breizh].....22
Illustration 13 : Evolution des émissions en fonction de la vitesse par type de véhicule.....24
Illustration 14 : Niveaux de congestion utilisés en France.....25
Illustration 15 : Localisation des points de mesures sur la rocade de Rennes [fond de carte DIR Ouest].....27
Illustration 16 : Localisation de la station de mesures - Point Nord [Géoportail].....27
Illustration 17 : Localisation de la station de mesures - Point Sud [Géoportail].....28
Illustration 18 : Unité mobile installée sur le point Sud.....32
Illustration 19 : Unité mobile installée sur le point Nord.....32
Illustration 20 : Sites de mesure de bruit [source DIR Ouest].....34
Illustration 21 : Sonomètre intégrateur de classe 1.....36
Illustration 22 : Calibreur de sonomètre.....36
Illustration 23 : Système de fixation en tableau de fenêtre pour acquisition de mesure acoustique en façade.....36
Illustration 24 : Boule anti-pluie protégeant les micros de la pluie et des oiseaux.....36
Illustration 25 : Stations de comptage [Source DIR Ouest].....37
Illustration 26 : Vitesse libre avant et après la baisse des limitations de vitesse.....40
Illustration 27 : Pourcentage de non-respect de la limitation de vitesse en avril 2015 et 2016 (mois représentatifs).....41
Illustration 28 : Evolution du non-respect des vitesses mois par mois sur 3 stations en sens intérieur et extérieur.....42
Illustration 29 : Graphes d'évolution du TMJ d'octobre à juin 2014/2015 et 2015/2016.....43
Illustration 30 : Carte d'évolution du TMJ du mois de janvier 2016 en comparaison avec janvier 2015.....44
Illustration 31: Evolution mensuelle du trafic – Comparaison entre 2014/2015 et 2015/2016.....44
Illustration 32: Identification des reports de trafic de la rocade Ouest vers le centre-ville.....45
Illustration 33 : Cartographie d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le matin sur la rocade de Rennes par rapport à l'année précédente.....47
Illustration 34 : Cartographie d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le soir sur la rocade de Rennes par rapport à l'année précédente.....48
Illustration 35 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le matin sens intérieur.....49
Illustration 36 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le matin sens extérieur.....50

Illustration 37 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le soir sens intérieur....51
Illustration 38 : % de véhicules en dessous de 50km/h en heure de pointe le soir sens extérieur....52
Illustration 39 : Evolution des concentrations maximales journalières (valeurs horaires) en dioxyde d'azote sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point Nord (en µg/m3)....53
Illustration 40 : Evolution des concentrations maximales journalières (en valeurs horaires)en dioxyde d'azote sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point Sud (en µg/m³)....54
Illustration 41 : Evolution des concentrations en particules fines (PM10) sur l'ensemble des campagnes 2015 et 2016, au point rocade sud (en µg/m³)....55
Illustration 42 : Ecart entre les médianes des concentrations de NO2 (en µg/m3) des jours retenus en 2015 et 2016 pour chacun des binômes [d'après les mesures Air Breizh au niveau de la station Rennes St Yves]....60
Illustration 43 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en NO2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....62
Illustration 44 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en NO2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....62
Illustration 45 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en NO2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....64
Illustration 46 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en NO2 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....64
Illustration 47 : Point Nord - Evolution des moyennes journalières (en µg/m3) en NO2 pour chacun des couples retenus 65
Illustration 48 : Point Sud - Evolution des moyennes journalières (en µg/m3) en NO2 pour chacun des couples retenus..66
Illustration 49 : Point Nord – Evolution des maximums horaires des concentrations en NO2 (en µg/m3)....67
Illustration 50 : Point Sud – Evolution des maximums horaires des concentrations en NO2 (en µg/m3)....67
Illustration 51 : Evolution des écarts des valeurs maximales horaires entre 2015 et 2016 pour chacun des couples (en µg/m3)....68
Illustration 52 : Graphique box plot des concentrations (1/4h) en dioxyde d'azote en µg/m3 pour le couple B1....69
Illustration 53 : Graphique box plot des concentrations (1/4h) en dioxyde d'azote en µg/m3 pour le couple B7....69
Illustration 54: Point Nord- Profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/2016....70
Illustration 55 : Point rocade nord- Profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/2016....71
Illustration 56 : Point Sud – exemple de profils des concentrations 1/4h en dioxyde d'azote (en µg/m3) pour les couples retenus en 2015/ 2016....72
Illustration 57 : Ecart relatif (en %) des médianes des concentrations en PM10 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....74
Illustration 58 : Ecart absolu (en µg/m3) des médianes des concentrations en PM10 2015 et 2016 pour chacun des couples retenus....74
Illustration 59: Evolution des moyennes journalières en PM10 pour chaque jour des binômes (en µg/m³)....75
Illustration 60 : Ecarts entre les moyennes journalières PM10 de chacun des couples (en µg/m3)....76
Illustration 61 : Evolution du trafic journalier (en %) entre 2015 et 2016, pour chaque couple étudié....77
Illustration 62 : Point Nord - Comparaison des évolutions des écarts relatifs des médianes des concentrations en NO2 (en %) et du trafic moyen journalier (en %) pour chaque couple....78
Illustration 63 : Point Sud - Comparaison des évolutions des écarts relatifs des médianes des concentrations en NO2 (en %) et du trafic moyen journalier (en %) pour chaque couple....78

Illustration 64 : Evolution des écarts relatifs (en %) du trafic journalier et du nombre de poids lourds sur le trafic total entre 2015 et 2016 sur le point Nord.....79
Illustration 65 : Evolution des écarts relatifs (en %) du trafic journalier et du nombre de poids lourds sur le trafic total entre 2015 et 2016 sur le point Sud.....79
Illustration 66 : Comparaison des écarts relatifs (en %) du pourcentage de poids lourds entre chaque jour des couples avec les écarts relatifs des médianes des concentrations en NO2 (en %).....80
Illustration 67 : Comparaison de l'écart à la vitesse (en km/h) entre 2015 et 2016 pour chaque couple de journées identiques, et pour les 2 points de mesures.....80
Illustration 68 : Écarts relatifs des indices de congestion (en %) entre les jours 2015 et 2016 de chacun des couples et pour les deux points de mesures.....81
Illustration 69 : Point Nord- Comparaison des écarts relatifs des indices de congestion (en %) avec les écarts absolus des concentrations maximales horaires en NO2 (en µg/m³).....82
Illustration 70 : Point Sud - Comparaison des écarts relatifs des indices de congestion (en %) avec les écarts absolus des concentrations maximales horaires en NO2 (en µg/m3).....82
Illustration 71 : Evolution mensuelle de l'accidentologie sur les périodes 2014/2015 et 2015/2016.....88
Illustration 72 : Evolution mensuelle du nombre de véhicules impliqués sur les deux périodes.....89
Illustration 73 : Evolution mensuelle du nombre d'accidents matériels et corporels (Source DIR Ouest).....90

9 - Index des tableaux

Tableau 1 : Valeurs de référence réglementaires pour les polluants mesurés [Source rapport Air Breizh].....18
Tableau 2 : Différentes périodes considérées pour l'analyse du trafic routier par la DIR Ouest [source rapport Météo France].....19
Tableau 3 : Sélection des paramètres dispersifs considérés par Météo France pour la détermination des jours analogues 19
Tableau 4 : Synthèse des facteurs d'influence pour l'interprétation des données de la qualité de l'air.....26
Tableau 5 : Références du site de mesures – Point Nord.....28
Tableau 6 : Références du site de mesures – Point Sud.....29
Tableau 7 : Dispositif mis en place sur les deux points de mesure.....29
Tableau 8 : Caractéristiques principales des analyseurs NOx utilisés.....31
Tableau 9 : Caractéristiques principales de l'analyseur de particules.....31
Tableau 10 : Taux de fonctionnement des analyseurs en 2016 (du 2 mai au 10 juillet).....32
Tableau 11 : Taux de fonctionnement des analyseurs en 2015 (du 12 juin au 18 septembre).....32
Tableau 12 : vitesses du vent maximales admissibles.....36
Tableau 13 : Récapitulatif de l'ensemble des indicateurs de l'évaluation.....39
Tableau 14 : Identification des secteurs sur la rocade de Rennes pour l'heure de pointe du matin.....47
Tableau 15 : Identification des secteurs sur la rocade de Rennes pour l'heure de pointe du soir.....48
Tableau 16 : Distribution statistique des données de mesures de NO2NO2 sur le point Nord (sur la base des données horaires).....54
Tableau 17 : Distribution statistique des données de mesures de NO2 sur le point Sud (sur la base des données horaires) 55
Tableau 18 : Distribution statistique des données de mesures de PM10 sur le point Sud (sur la base des données journalières).....56
Tableau 19 : Ecarts relatifs des médianes des concentrations mesurées en NO2 sur le point Nord et commentaires associés.....58
Tableau 20 : Ecarts relatifs des médianes des concentrations mesurés en NO2 sur le point Sud et commentaires associés 59
Tableau 21 : Données brutes recueillies Avant / Après.....85
Tableau 22 : Écarts des niveaux sonores entre avant et après mise en oeuvre de l'expérimentation.....85
Tableau 23 : Récapitulatif des données recalées avant et après mise en œuvre de la mesure.....86
Tableau 24 : Evolution de l'accidentologie sur les deux périodes 2014/2015 et 2015/2016.....88
Tableau 25 : Significativité de l'évolution de l'accidentalité corporelle en tenant compte de l'augmentation du trafic.....89
Tableau 26 : Tableau de valeurs d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le matin par secteur par rapport à l'année précédente.....102
Tableau 27 : Tableau de valeurs d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le soir par secteur par rapport à l'année précédente.....102
Tableau 28 : Tableau récapitulatif du pourcentage de véhicules roulant en dessous de 50km/h à l'heure la plus chargée le matin (8h-9h) – Nombre de données par période d'étude (octobre 2014 à juin 2015 / octobre 2015 à juin 2016).....103
Tableau 29 : Tableau récapitulatif du % de véhicules roulant en dessous de 50km/h à l'heure la plus chargée le soir (17h30-18h30) – Nombre de données par période d'étude (octobre 2014 à juin 2015 / octobre 2015 à juin 2016).....103

10 - Annexes

10.1 - Annexe 1 : Valeurs de temps de parcours

10.1.1 - HPM

	Nord - sens extérieur *Vitesse libre : 7'34*	Ouest - sens extérieur *Vitesse libre : 4'17''*	Sud - sens extérieur	Est - sens extérieur *Vitesse libre : 7'57''*	Nord - sens intérieur *Vitesse libre : 3'28''*	Ouest - sens intérieur *Vitesse libre : 5'34''*	Sud - sens intérieur *Vitesse libre : 9'47''*	Est - sens intérieur *Vitesse libre : 4'24''*
Septembre 2015								
Octobre 2015								
Novembre 2015	- 6'14''	+ 3'26''	- 2'13''		+ 8'05''	- 1'48''		+ 5'20''
Décembre 2015	- 1'57''	+ 3'21''	+ 2'27''		- 3'30''	- 1'08''		+ 1'57''
Janvier 2016	- 0'45''	- 1'19''	+ 1'25''		+ 1'52''	- 5'35''		- 0'04''
Février 2016	+ 2'31''	+ 1'31''	+ 1'03''		- 3'20''	+ 0'43''		+ 0'40''
Mars 2016	+ 3'00''	- 0'56''	+ 0'55''		+ 2'16''	+ 1'54''		+ 0'53''
Avril 2016	+ 4'56''	- 2'00''	+ 0'45''		+ 0'21''	+ 5'33''		+ 0'23''
Mai 2016	+ 7'26''	+ 0'23''	+ 4'14''		+ 0'05''	+ 4'26''		+ 0'26''
Juin 2016	- 0'31''	- 3'05''	+ 1'04''		- 1'29''	- 0'01''		+ 0'31''
Conclusions	Dégradation des TDP au pire	Pas de tendances fermes	Dégradation des TDP au pire	Dégradation modérée des TDP au pire	Pas de tendances fermes	Dégradation des TDP au pire	Pas de données	TDP au pire stables

Tableau 26 : Tableau de valeurs d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le matin par secteur par rapport à l'année précédente

10.1.2 - HPS

Augmentation du trafic

	Nord - sens extérieur *Vitesse libre : 7'34*	Ouest - sens extérieur *Vitesse libre : 5'34''*	Sud - sens extérieur	Est - sens extérieur *Vitesse libre : 10'05''*	Nord - sens intérieur *Vitesse libre : 1'40''*	Ouest - sens intérieur *Vitesse libre : 5'34''*	Sud - sens intérieur *Vitesse libre : 9'47''*	Est - sens intérieur *Vitesse libre : 6'12''*
Septembre 2015								
Octobre 2015								
Novembre 2015	+ 15'12''	+ 1'24''	- 3'15''		+ 3'39''	+ 9'12''		+ 0'46''
Décembre 2015	+ 5'01''	+ 1'05''	- 0'17''		0	- 3'53''		+ 0'54''
Janvier 2016	+ 9'03''	+ 6'26''	+ 1'37''		+ 2'05''	+ 0'08''		+ 0'39''
Février 2016	+ 0'44''	+ 3'19''	- 0'29''		+ 0'25''	+ 17'39''		+ 1'02''
Mars 2016	+ 7'22''	-0'37''	+ 2'20''		+ 1'36''	+ 0'54''		+ 0'57''
Avril 2016	+ 10'06''	- 1'08''	+ 1'03''		+ 2'46''	+ 10'17''		+ 0'55''
Mai 2016	+ 4'00''	- 0'32''	+ 3'55''		+ 0'00''	- 9'48''		+ 1'06''
Juin 2016	+ 3'48''	+ 6'24''	+ 6'39''		- 3'29''	- 0'03''		+ 2'36''
Conclusions	Dégradation des TDP au pire	Dégradation des TDP au pire	Dégradation des TDP au pire	Dégradation modérée des TDP au pire	Dégradation modérée des TDP au pire	Pas de tendances fermes	Pas de données	TDP au pire stables

Tableau 27 : Tableau de valeurs d'évolution du temps de parcours au pire en heure de pointe le soir par secteur par rapport à l'année précédente

10.2 - Annexe 2 : Données de calcul de l'indicateur de congestion

Station	Sens	% de véhicules en dessous de 50km/h		Nombre de données 2014/2015	Nombre de données 2015/2016
		2014/2015	2015/2016		
Bellangeraie	Intérieur	2%	5%	484	505*
	Extérieur	0%	0%	1604	1563
Chantepie	Intérieur	10%	9%	1597	1560
	Extérieur	0%	1%	1581	1560
Le Blosne	Intérieur	3%	5%	1594	1581
	Extérieur	9%	13%	1533	1562
Brequigny	Intérieur	13%	36%	552	539*
	Extérieur	27%	23%	572	539*
St Jacques	Intérieur	2%	2%	1593	1482
	Extérieur	30%	25%	1554	1467
Cleunay	Intérieur	9%	15%	1513	1576
	Extérieur	11%	8%	1476	1566
Champeau	Intérieur	29%	31%	1375	1564
	Extérieur	2%	2%	1496	1555
G de Gaulle	Intérieur	6%	6%	1591	1488
	Extérieur	2%	3%	1589	1484
Gayeule	Intérieur	4%	2%	1610	1570
	Extérieur	12%	23%	1618	1582
Le Ruisseau	Intérieur	0%	0%	1593	1581
	Extérieur	0%	0%	1609	1578

Tableau 28 : Tableau récapitulatif du pourcentage de véhicules roulant en dessous de 50km/h à l'heure la plus chargée le matin (8h-9h) – Nombre de données par période d'étude (octobre 2014 à juin 2015 / octobre 2015 à juin 2016)

** Périodes d'étude écourtées car valeurs restreintes en 2014/2015 :*
Bellangeraie : octobre à décembre / Bréquigny : fin mars à juin.

Station	Sens	% de véhicules en dessous de 50km/h		Nombre de données 2014/2015	Nombre de données 2015/2016
		2014/2015	2015/2016		
Bellangeraie	Intérieur	4%	7%	462	460*
	Extérieur	0%	1%	1538	1550
Chantepie	Intérieur	65%	62%	1495	1550
	Extérieur	1%	1%	1485	1572
Le Blosne	Intérieur	3%	10%	1460	1550
	Extérieur	2%	4%	1294	1529
Brequigny	Intérieur	12%	27%	523	550*
	Extérieur	2%	4%	480	550*
St Jacques	Intérieur	6%	9%	1443	1544
	Extérieur	68%	74%	1305	1534
Cleunay	Intérieur	30%	37%	1476	1548
	Extérieur	65%	64%	1326	1501
Champeau	Intérieur	37%	38%	1439	1505
	Extérieur	14%	19%	1332	1498
G de Gaulle	Intérieur	11%	10%	1494	1319
	Extérieur	3%	9%	1478	1465
Gayeule	Intérieur	0%	1%	1481	1568
	Extérieur	18%	29%	1538	1577
Le Ruisseau	Intérieur	0%	0%	1536	1578
	Extérieur	2%	1%	1529	1536

Tableau 29 : Tableau récapitulatif du % de véhicules roulant en dessous de 50km/h à l'heure la plus chargée le soir (17h30-18h30) – Nombre de données par période d'étude (octobre 2014 à juin 2015 / octobre 2015 à juin 2016)

10.3 - Annexe 3 : Évaluation de l’impact sur la qualité de l’air - Fiches synthétiques par couple

COUPLE B1 le **dimanche 6 septembre 2015** et le **dimanche 19 juin 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	46	34	32	37	6	7
mini	11,0	1,7	6,0	17,2	1,0	1,9
P25 (1er quartile)	27	21	24	30	3	4
P50 (médiane)	**41**	**33**	**31**	**33**	**5,5**	**6,0**
P75 (3ème quartile)	61	44	39	42	9	9
maxi	**115**	**73**	**62**	**67**	**14**	**13**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)
(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
µg/m3	NO2	-8,9	2,3

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

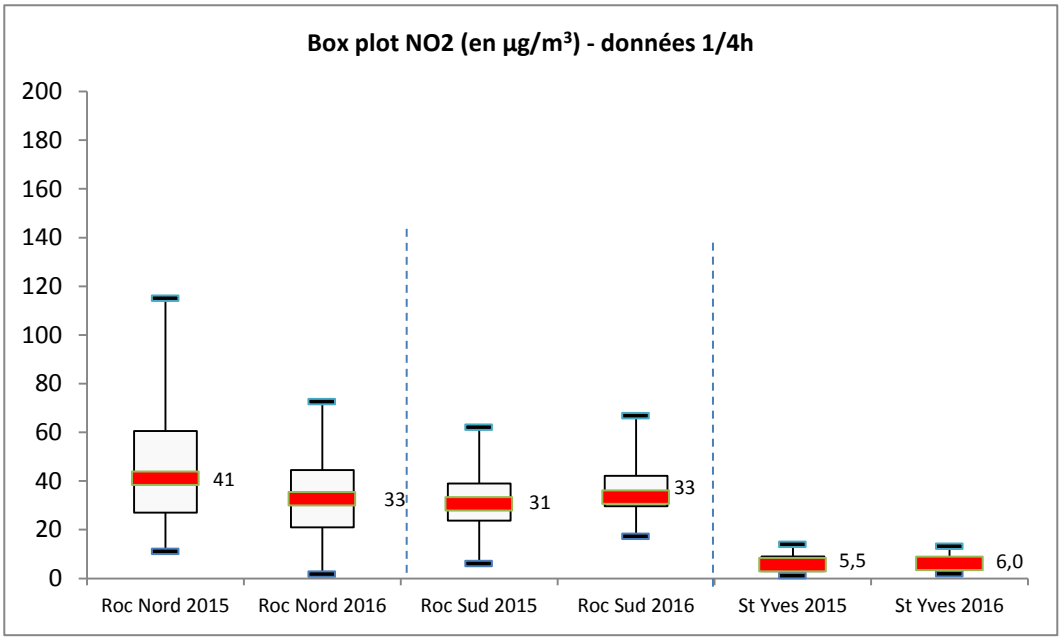
	en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
µg/m3	NO2	-21,6%	7,4%

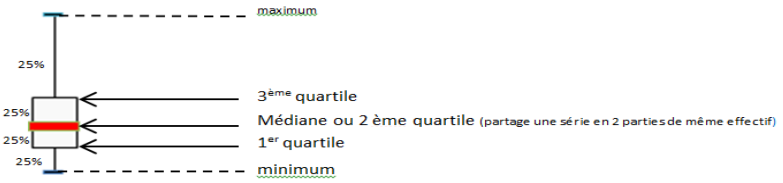
ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
0,5

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





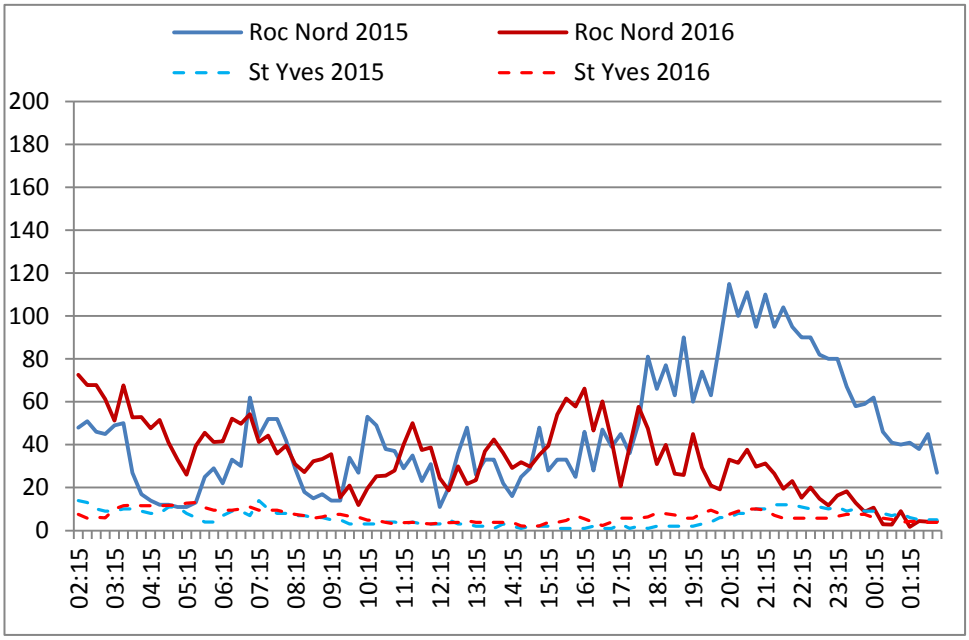
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B1	le	dimanche 6 septembre 2015	et le	dimanche 19 juin 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

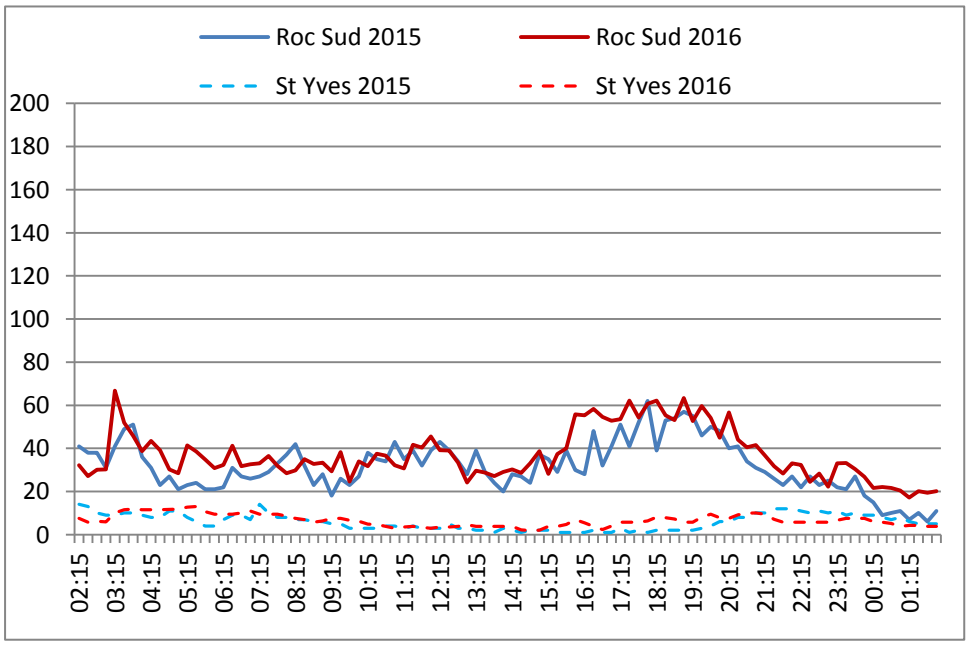
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)



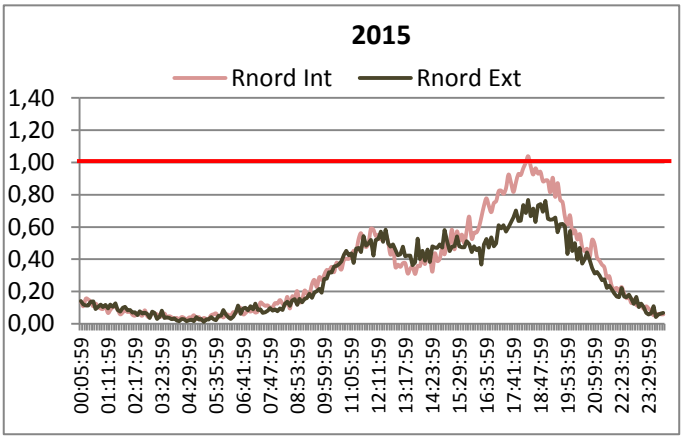
COUPLE B1	le	dimanche 6 septembre 2015	et le	dimanche 19 juin 2016

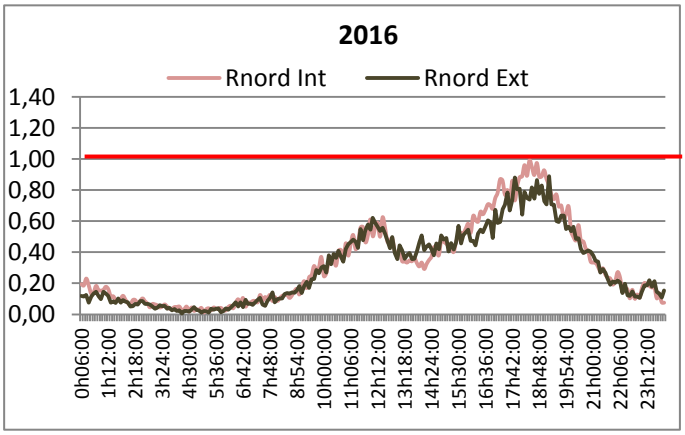
3- EVOLUTION TRAFIC

	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	
Trafic cumulé par j	53079	54186	**2,1%**	57469	56608	**-1,5%**
Vitesse moyenne (km/h)	102,4	92,4	**-10,0**	89,0	75,1	**-13,9**
% PL	3,6	4,8		4,0	3,6	
nb camion	1916	2579	**1,2%**	2276	2044	**-0,4%**
Ind de congestion j *	0,31	0,31	**0,01**	0,33	0,33	**0,00**

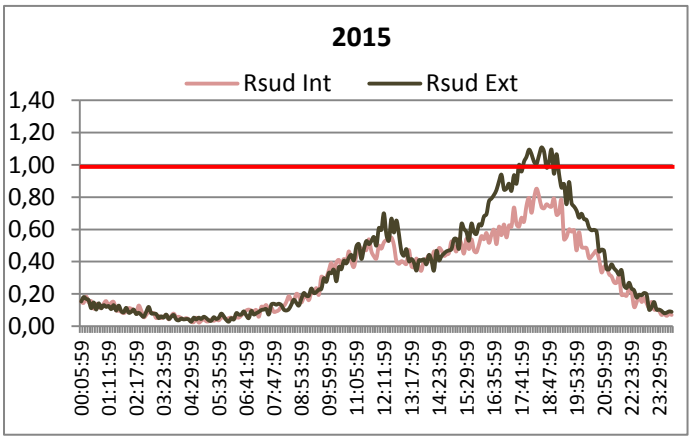
** Débit/capacité voie*

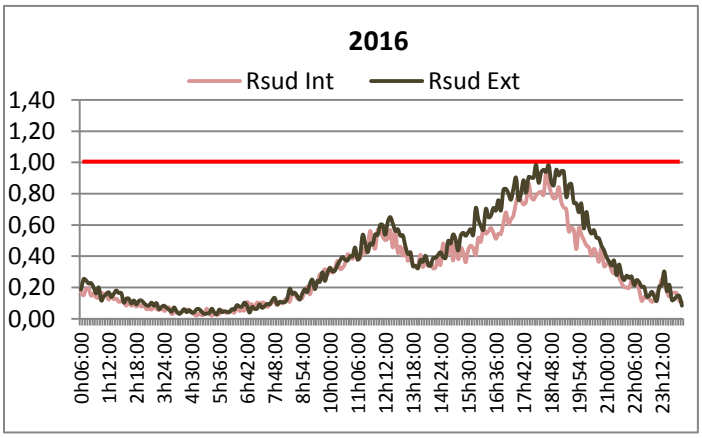
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	0%	0%	3%	0%
>0,9 - <1	trafic dense	2%	1%	1%	3%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	97%	99%	96%	97%

COUPLE B2	le	lundi 15 juin 2015	et le	mardi 3 mai 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	78	96	96	96	94	96
TF (en %)	81%	100%	100%	100%	98%	100%
moyenne journalière	56	62	57	56	10	13
mini	13,0	9,8	13,0	13,2	4,0	3,8
P25 (1er quartile)	31	45	30	32	8	7
P50 (médiane)	**58**	**59**	**60**	**55**	**9,0**	**9,2**
P75 (3ème quartile)	76	69	79	75	12	14
maxi	**121**	**149**	**120**	**115**	**24**	**55**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
µg/m3	NO2	0,8	-4,3

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

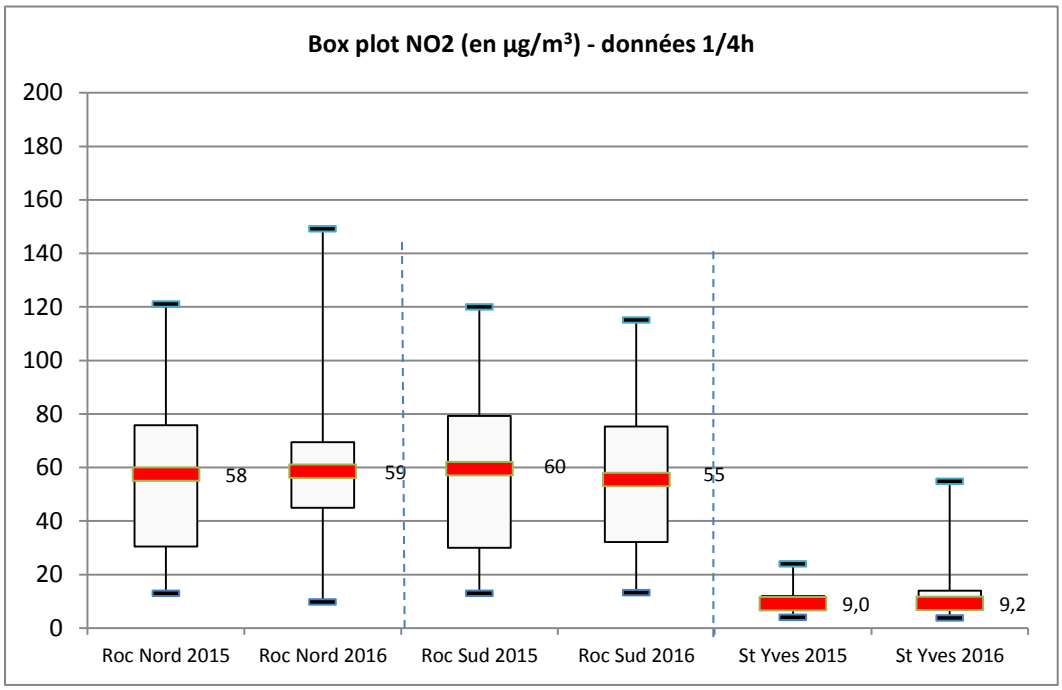
	en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
µg/m3	NO2	1,5%	-7,1%

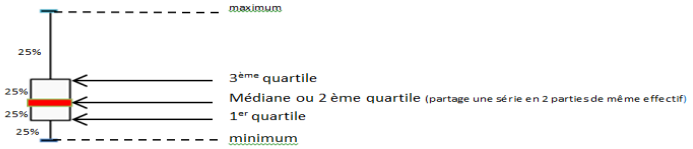
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
0,2

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





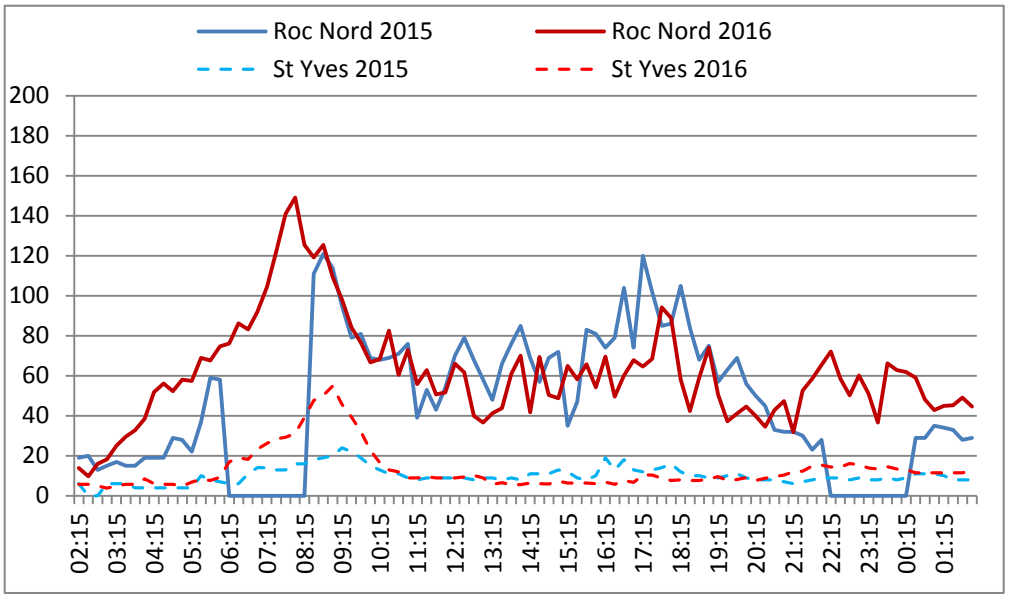
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B2	le	lundi 15 juin 2015	et le	mardi 3 mai 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

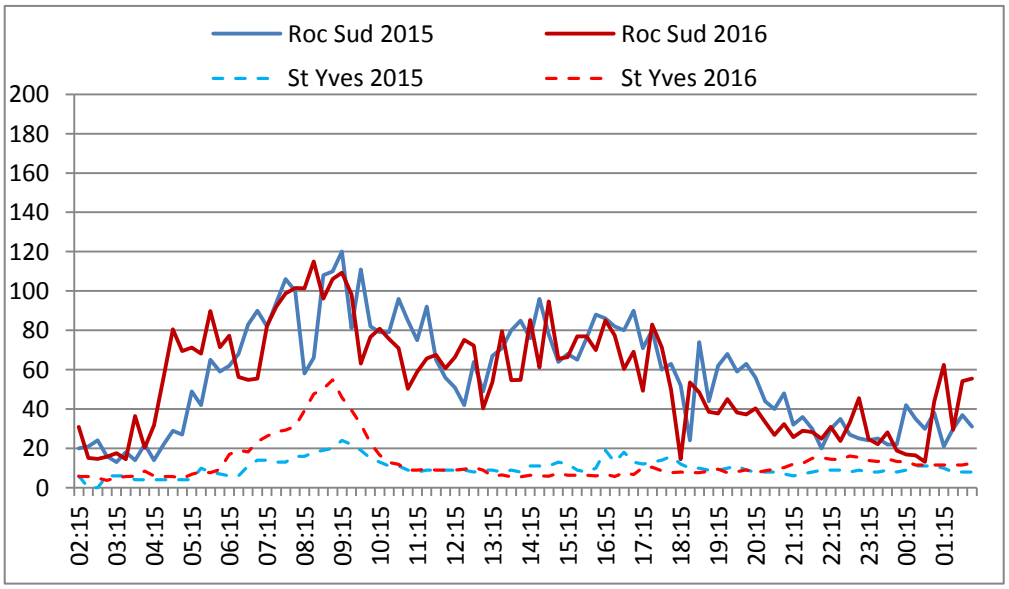
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2(µg/m^3)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m^3)

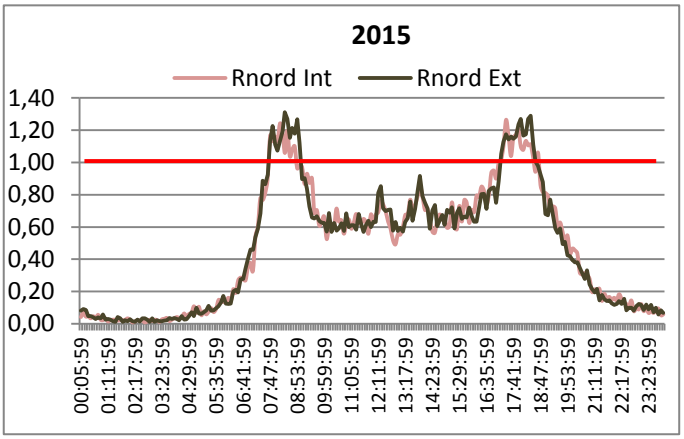


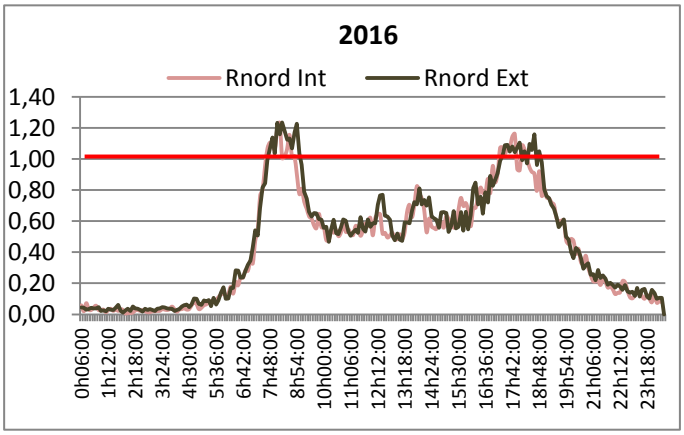
COUPLE B2	le	lundi 15 juin 2015	et le	mardi 3 mai 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

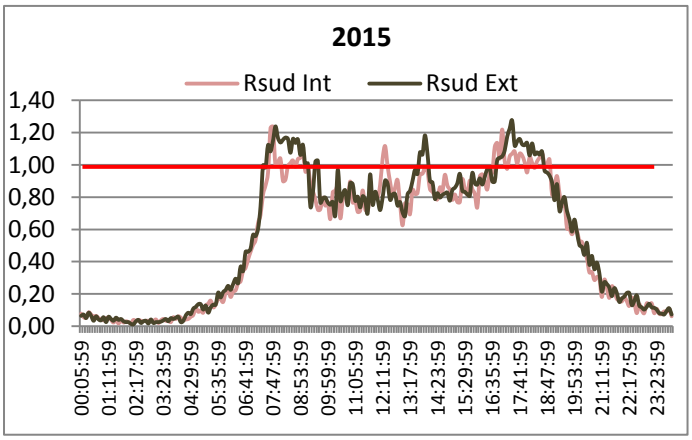
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	82081	78137	**-4,8%**	95092	90545	**-4,8%**	
Vitesse moyenne (km/h)	97,4	90,8	**-6,6**	82,7	72,1	**-10,5**	
% PL	9,7	12,0		12,0	12,5		
nb camion	7995	9353	**2,2%**	11392	11282	**0,5%**	
Ind de congestion j *	0,48	0,45	**-0,02**	0,55	0,52	**-0,03**	** Débit/capacité voie*

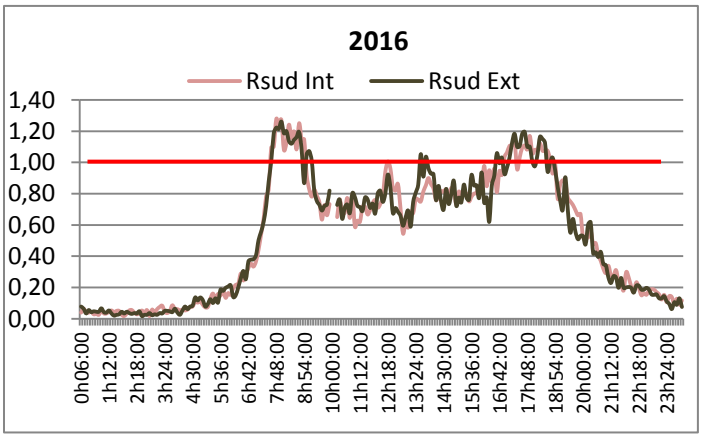
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	12%	10%	15%	14%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	4%	9%	6%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	86%	76%	79%

COUPLE B3 le **mardi 8 septembre 2015** et le **lundi 2 mai 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	94
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	98%
moyenne journalière	56	42	41	58	10	16
mini	11,0	-1,9	9,0	11,1	3,0	3,8
P25 (1er quartile)	28	16	23	32	5	10
P50 (médiane)	**53**	**43**	**42**	**62**	**8,0**	**13,4**
P75 (3ème quartile)	81	61	53	77	11	19
maxi	**147**	**94**	**106**	**135**	**38**	**54**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-15,8	14,7

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

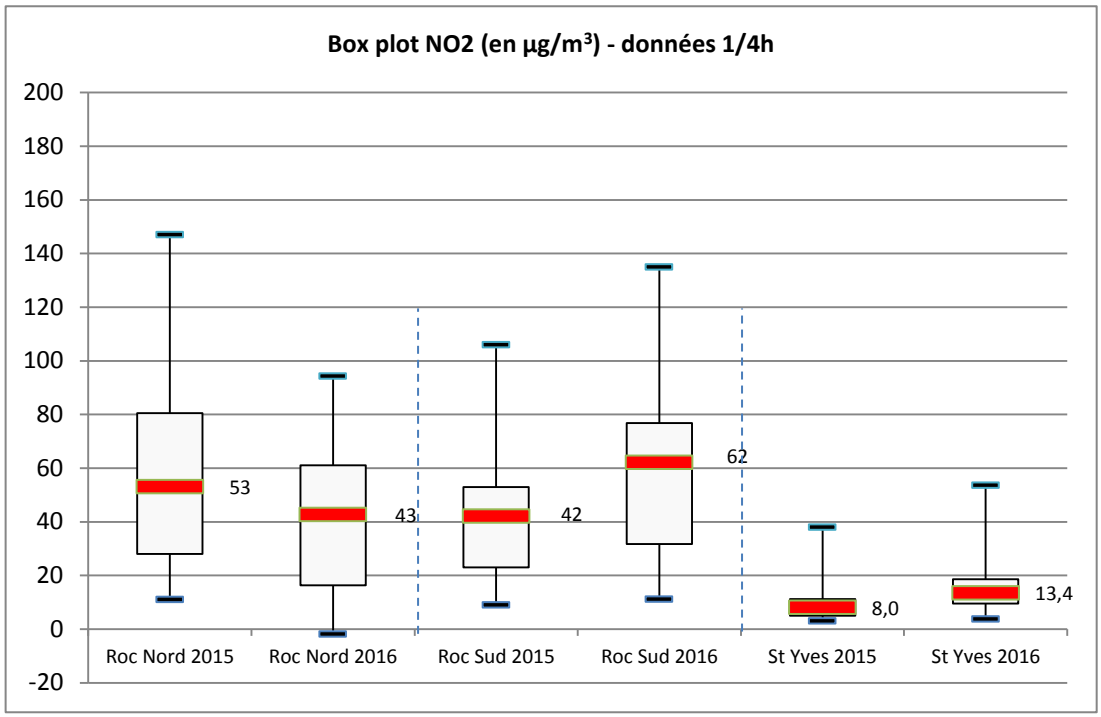
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-29,7%	35,0%

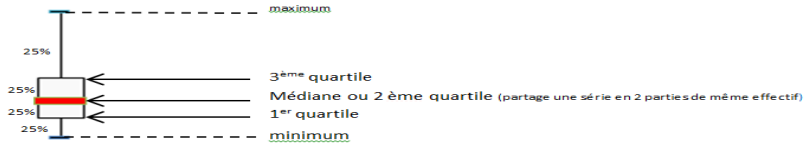
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
5,4

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





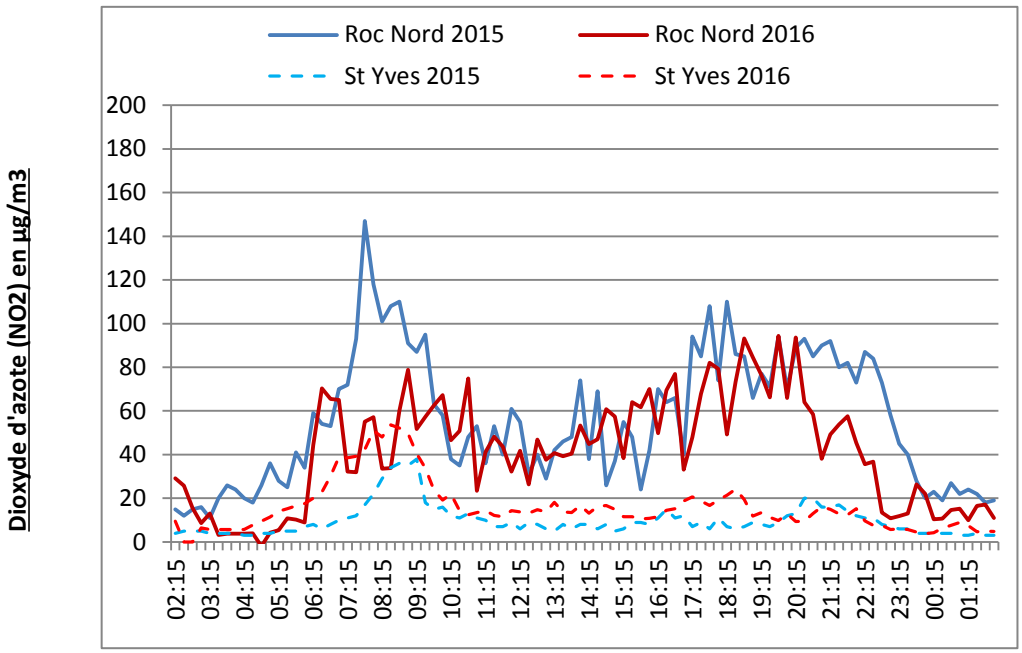
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B3	le	mardi 8 septembre 2015	et le	lundi 2 mai 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

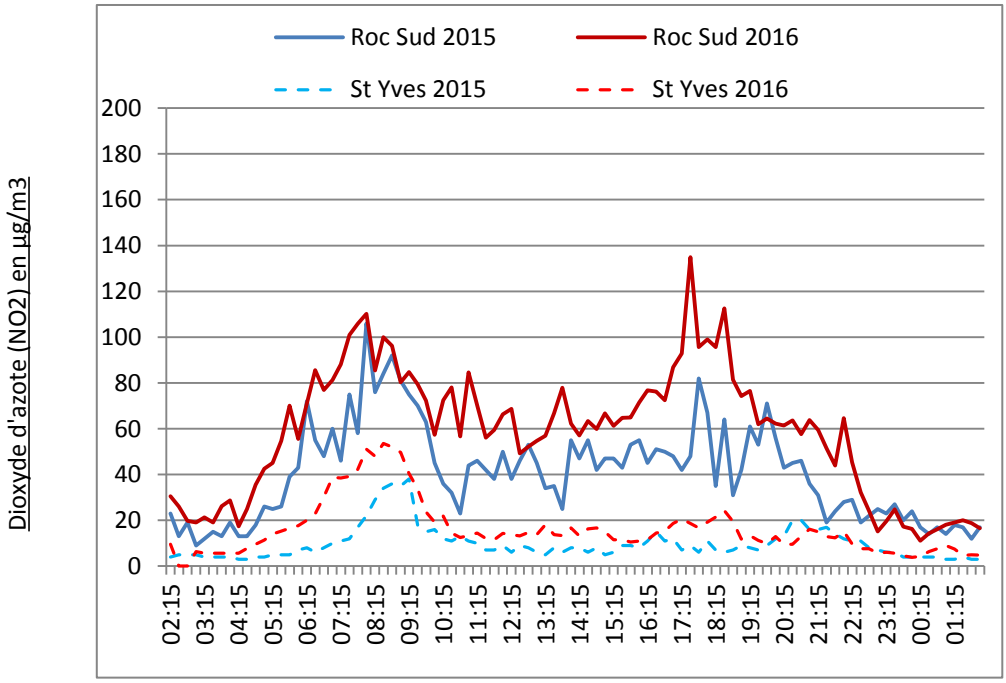
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m^3)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 (µg/m^3)

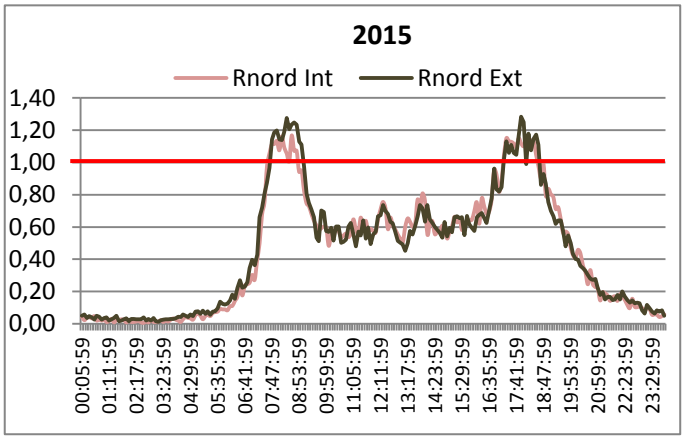


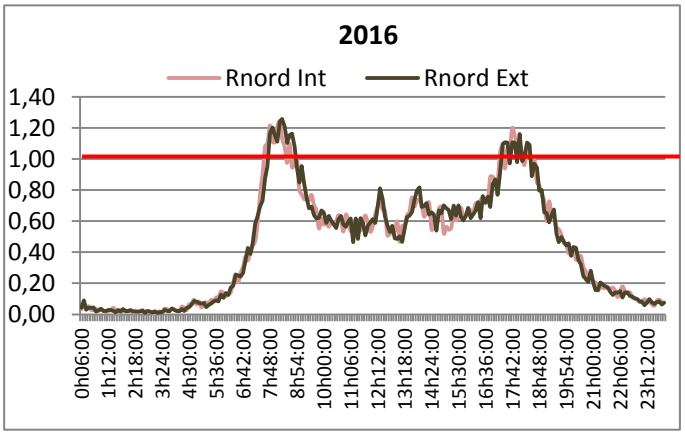
COUPLE B3	le	mardi 8 septembre 2015	et le	lundi 2 mai 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

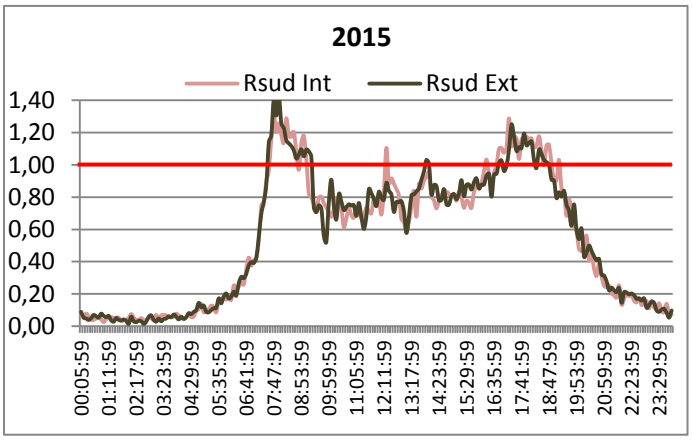
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	77800	77666	**-0,2%**	94109	91169	**-3,1%**	
Vitesse moyenne (km/h)	96,5	91,3	**-5,2**	84,4	72,9	**-11,5**	
% PL	10,3	11,4		12,7	12,0		
nb camion	7990	8823	**1,1%**	11980	10931	**-0,7%**	
Ind de congestion j *	0,45	0,45	**0,00**	0,54	0,53	**-0,02**	** Débit/capacité voie*

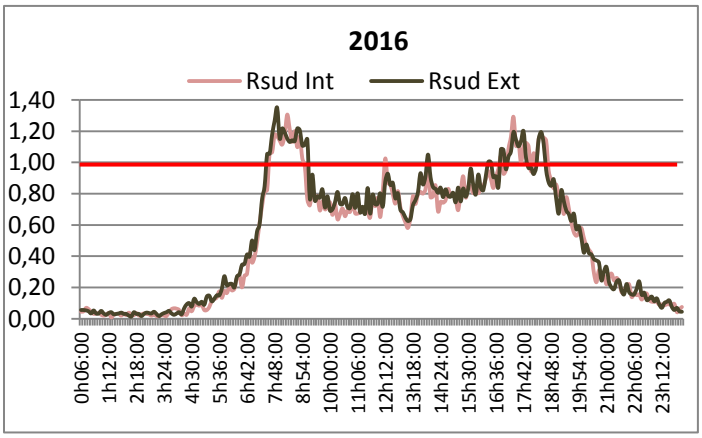
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	11%	9%	16%	13%
>0,9 - <1	trafic dense	2%	3%	5%	6%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	88%	79%	81%

COUPLE B4 le **mardi 1 septembre 2015** et le **mercredi 1 juin 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	94	96	54	96	96	96
TF (en %)	98%	100%	56%	100%	100%	100%
moyenne journalière	61	35	56	55	8	12
mini	17,0	11,8	15,0	19,5	3,0	7,6
P25 (1er quartile)	45	19	39	36	5	10
P50 (médiane)	**60**	**36**	**53**	**59**	**7,0**	**11,8**
P75 (3ème quartile)	75	46	71	73	10	14
maxi	**141**	**73**	**104**	**106**	**28**	**20**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-29,0	1,5

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

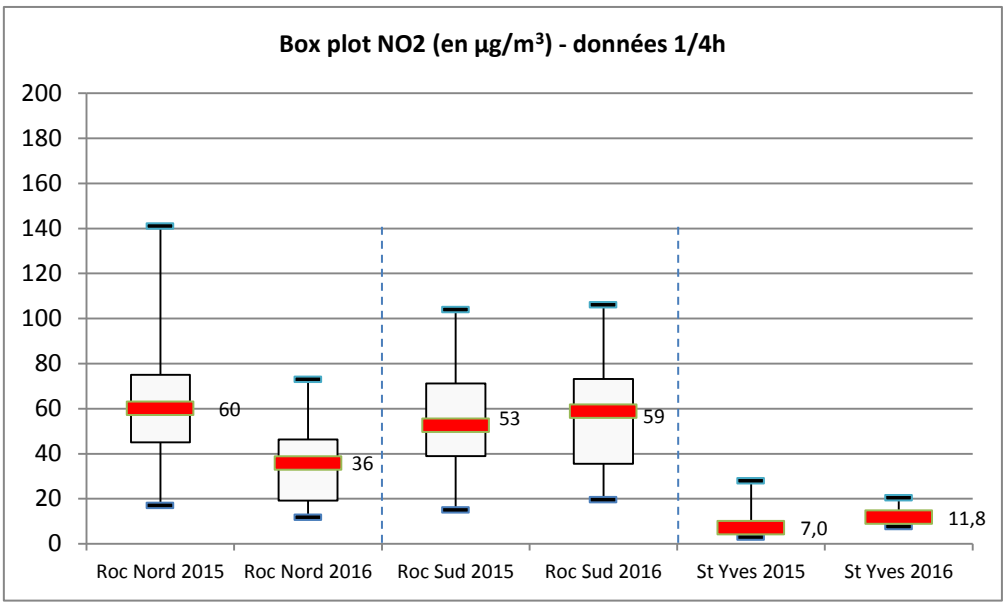
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-48,3%	2,8%

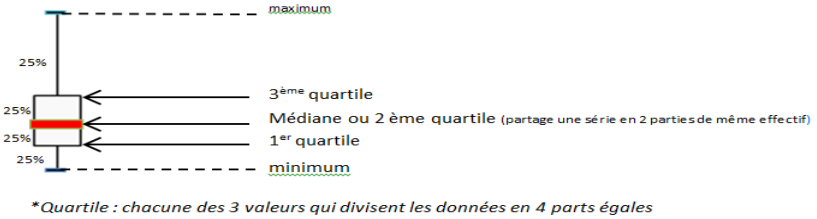
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
4,8

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





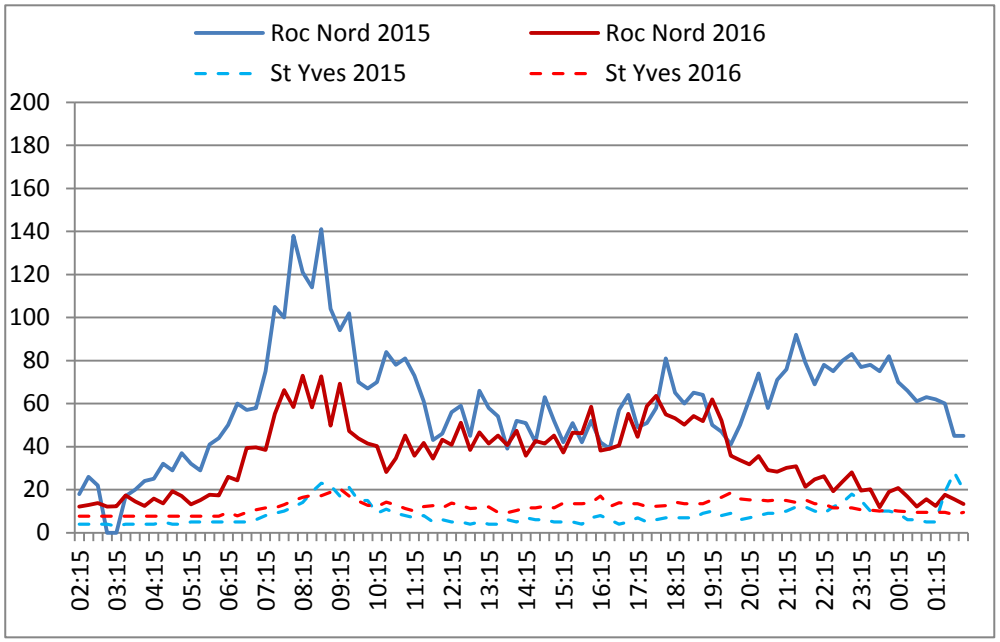
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B4	le	mardi 1 septembre 2015	et le	mercredi 1 juin 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

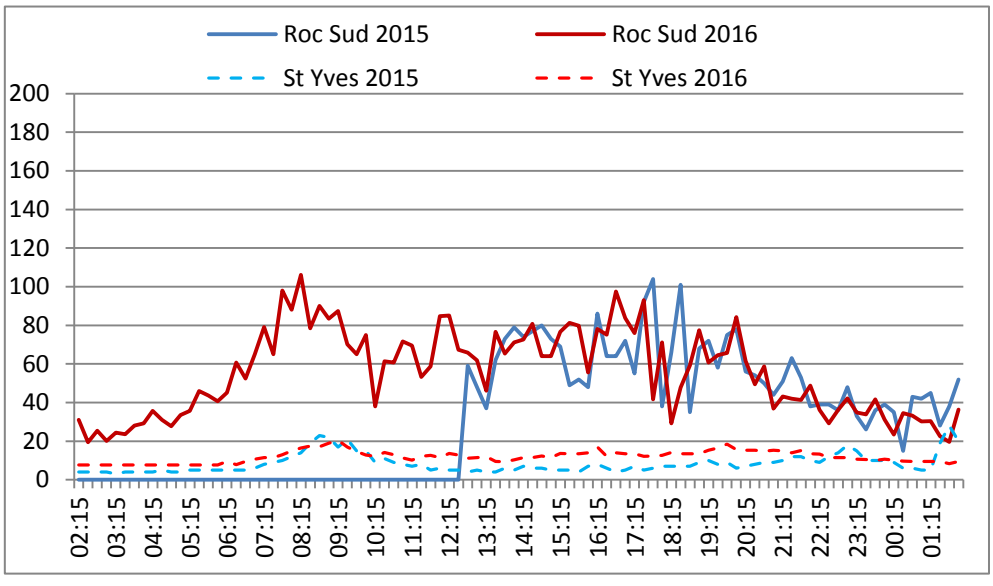
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)

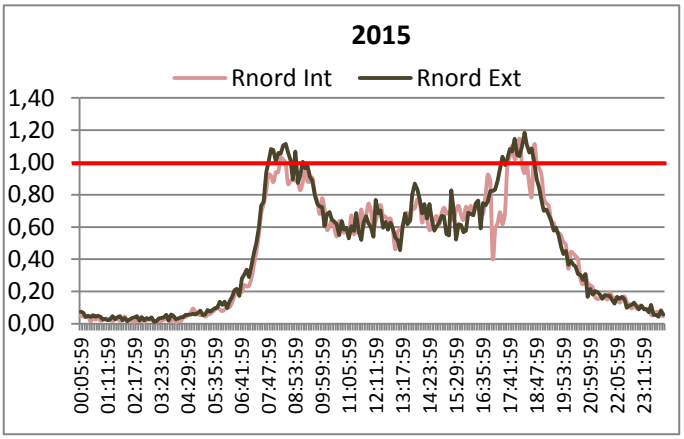


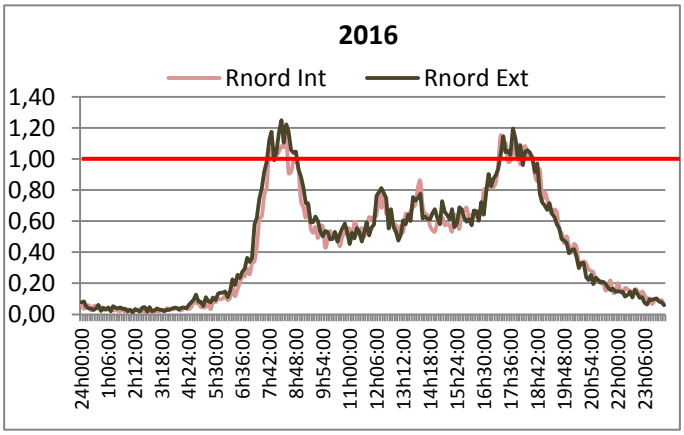
COUPLE B4	le	mardi 1 septembre 2015	et le	mercredi 1 juin 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

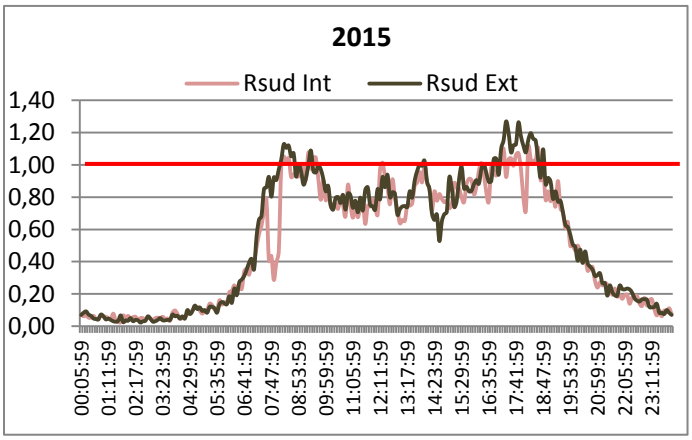
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	77519	76761	**-1,0%**	91188	91775	**0,6%**	
Vitesse moyenne (km/h)	96,0	91,1	**-4,9**	83,4	72,7	**-10,8**	
% PL	10,5	12,0		12,5	12,4		
nb camion	8101	9204	**1,5%**	11408	11380	**-0,1%**	
Ind de congestion j *	0,45	0,44	**0,00**	0,53	0,53	**0,00**	** Débit/capacité voie*

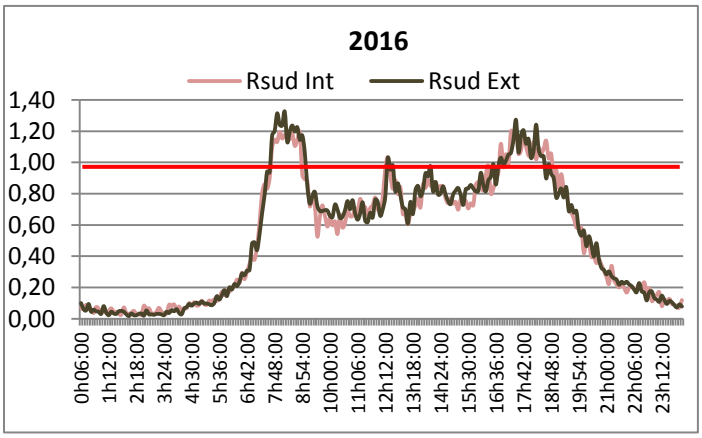
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	7%	9%	11%	13%
>0,9 - <1	trafic dense	4%	4%	11%	5%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	89%	87%	78%	82%

COUPLE B5 le **samedi 5 septembre 2015** et le **samedi 4 juin 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	63	33	51	46	10	8
mini	17,0	9,2	17,0	22,0	3,0	5,4
P25 (1er quartile)	49	24	41	35	6	6
P50 (médiane)	**62**	**36**	**51**	**45**	**8,0**	**7,6**
P75 (3ème quartile)	78	43	62	55	13	9
maxi	**116**	**74**	**91**	**82**	**28**	**12**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)
(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-25,4	-5,9

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

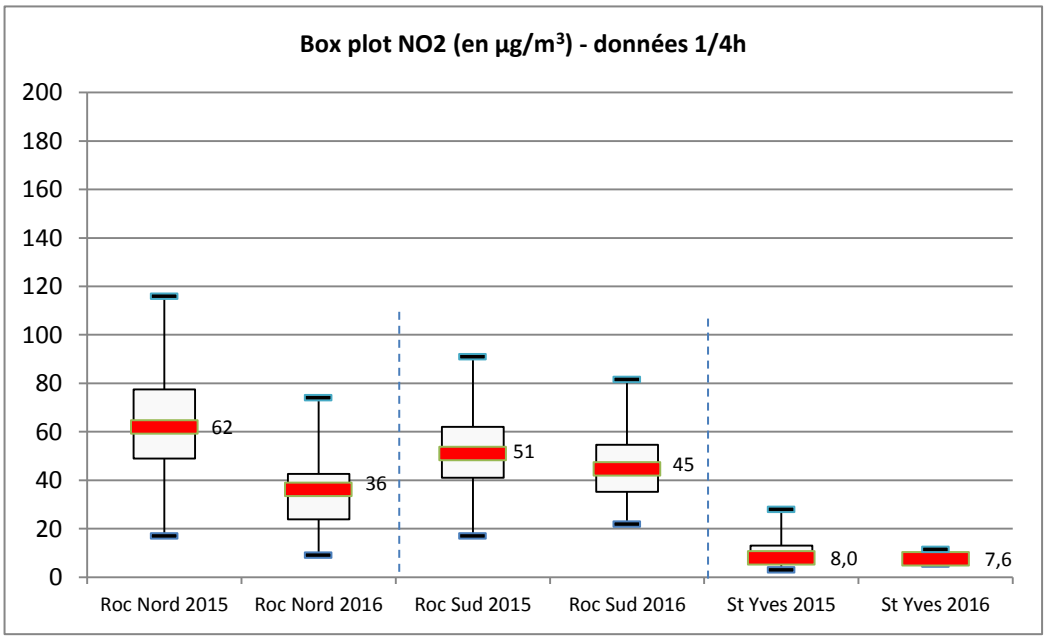
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-41,0%	-11,6%

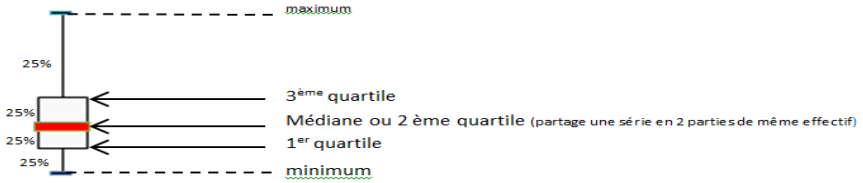
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-0,4

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





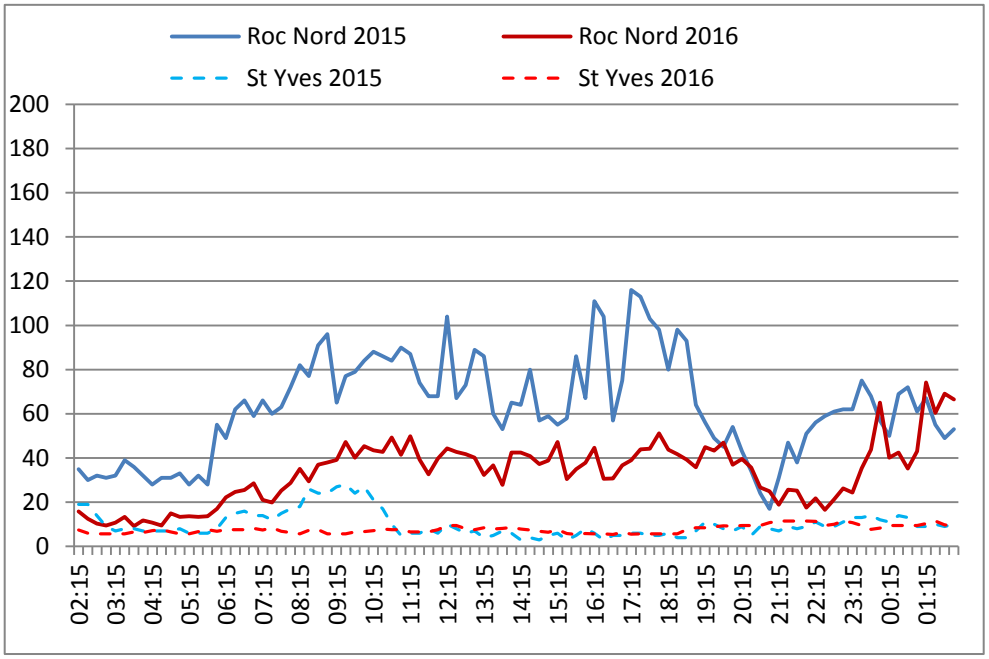
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B5	le	samedi 5 septembre 2015	et le	samedi 4 juin 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

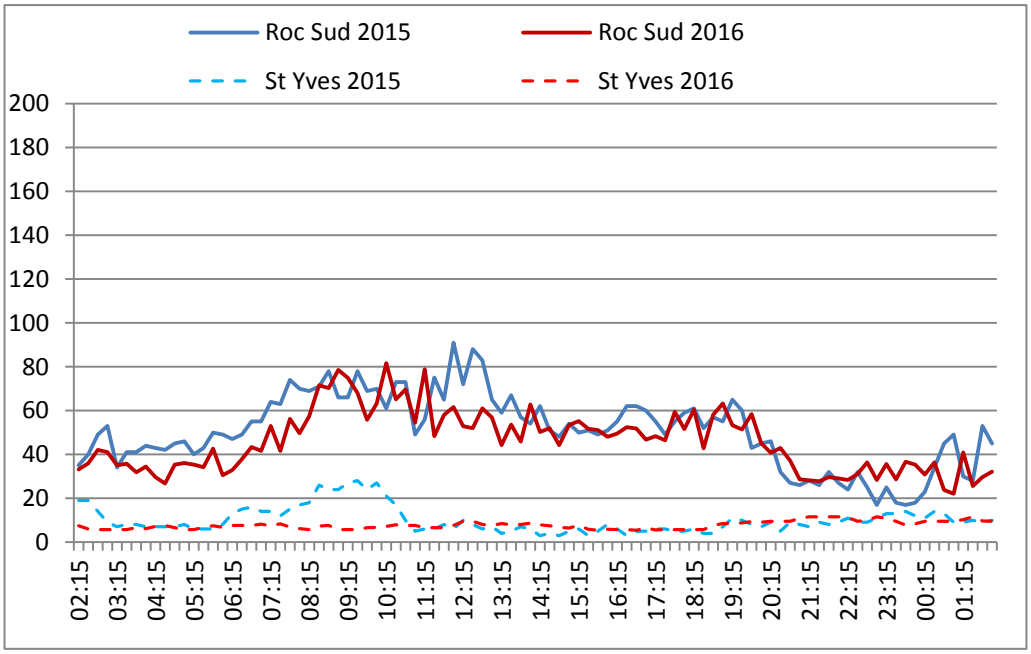
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m^3)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m^3)

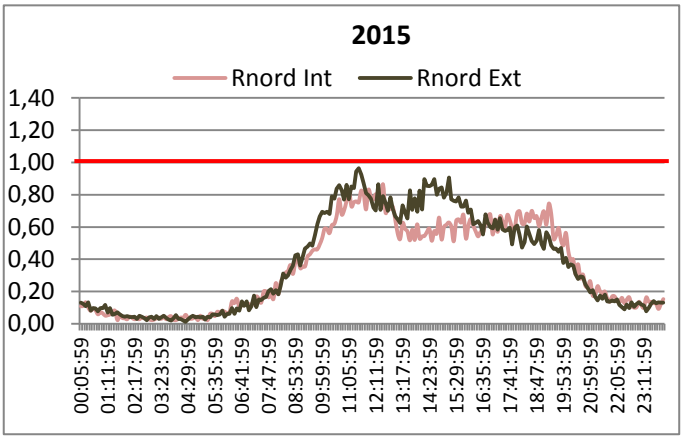


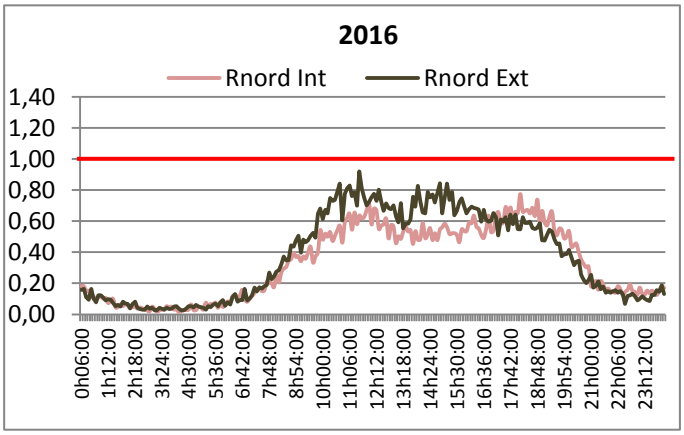
COUPLE B5	le	samedi 5 septembre 2015	et le	samedi 4 juin 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

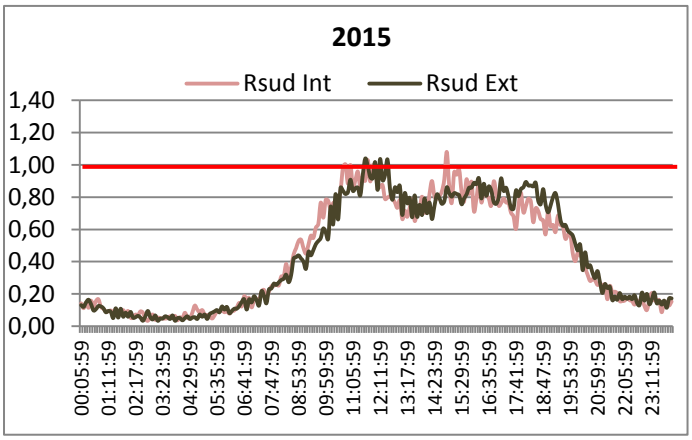
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	62761	60442	**-3,7%**	75997	70646	**-7,0%**	
Vitesse moyenne (km/h)	100,5	92,7	**-7,8**	87,8	74,4	**-13,4**	
% PL	4,7	5,4		5,3	5,3		
nb camion	2956	3264	**0,7%**	4058	3751	**0,0%**	
Ind de congestion j *	0,36	0,35	**-0,01**	0,44	0,41	**-0,03**	** Débit/capacité voie*

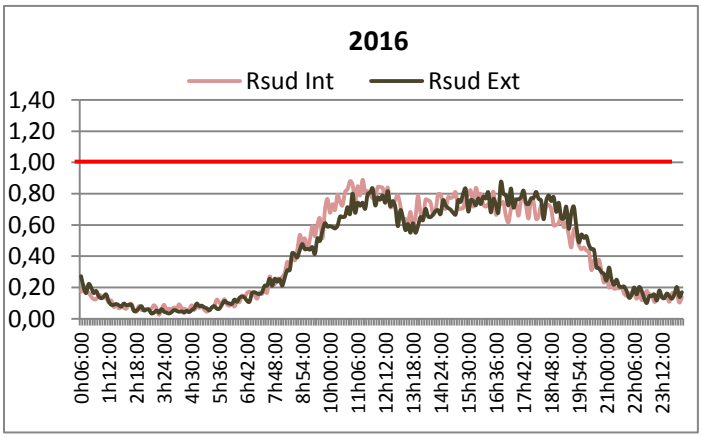
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	0%	0%	2%	0%
>0,9 - <1	trafic dense	1%	0%	4%	0%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	99%	100%	94%	100%

COUPLE B6	le	lundi 15 juin 2015	et le	lundi 30 mai 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	78	96	96	96	94	94
TF (en %)	81%	100%	100%	100%	98%	98%
moyenne journalière	56	38	57	51	10	11
mini	13,0	11,3	13,0	15,7	4,0	5,7
P25 (1er quartile)	31	23	30	32	8	8
P50 (médiane)	**58**	**37**	**60**	**50**	**9,0**	**8,3**
P75 (3ème quartile)	76	46	79	64	12	10
maxi	**121**	**99**	**120**	**114**	**24**	**32**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-20,1	-9,1

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

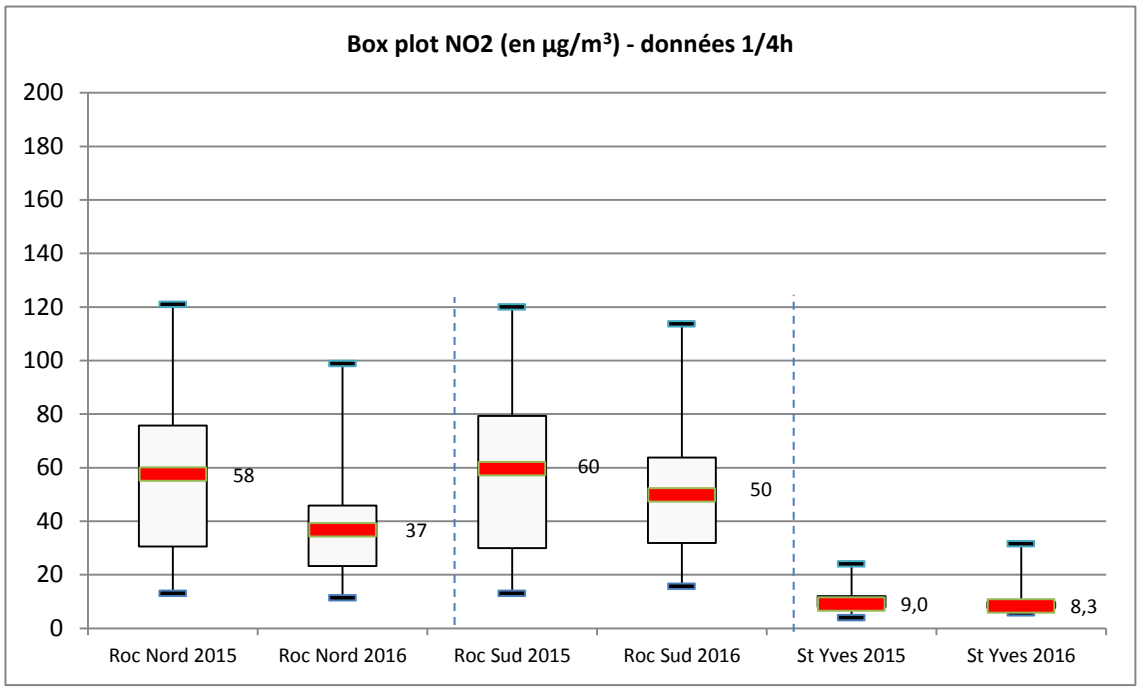
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-34,9%	-15,2%

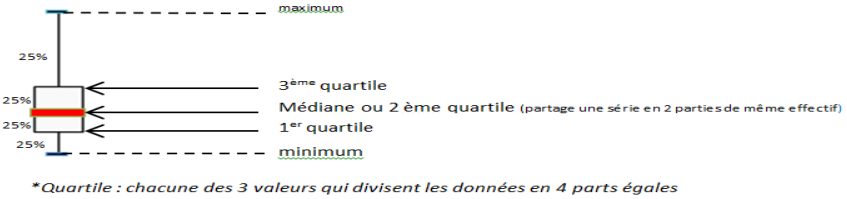
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-0,7

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





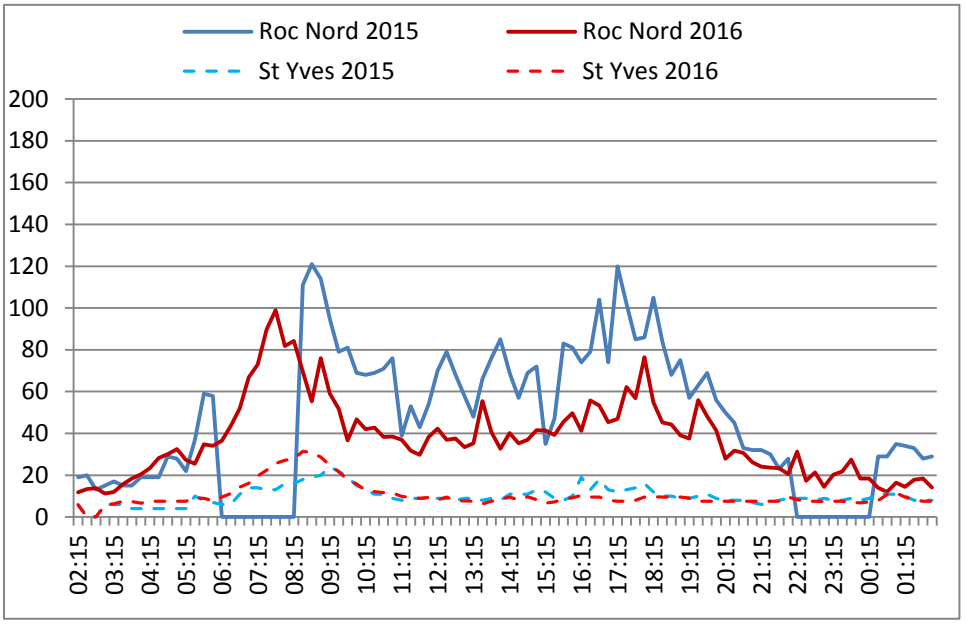
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B6	le	lundi 15 juin 2015	et le	lundi 30 mai 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

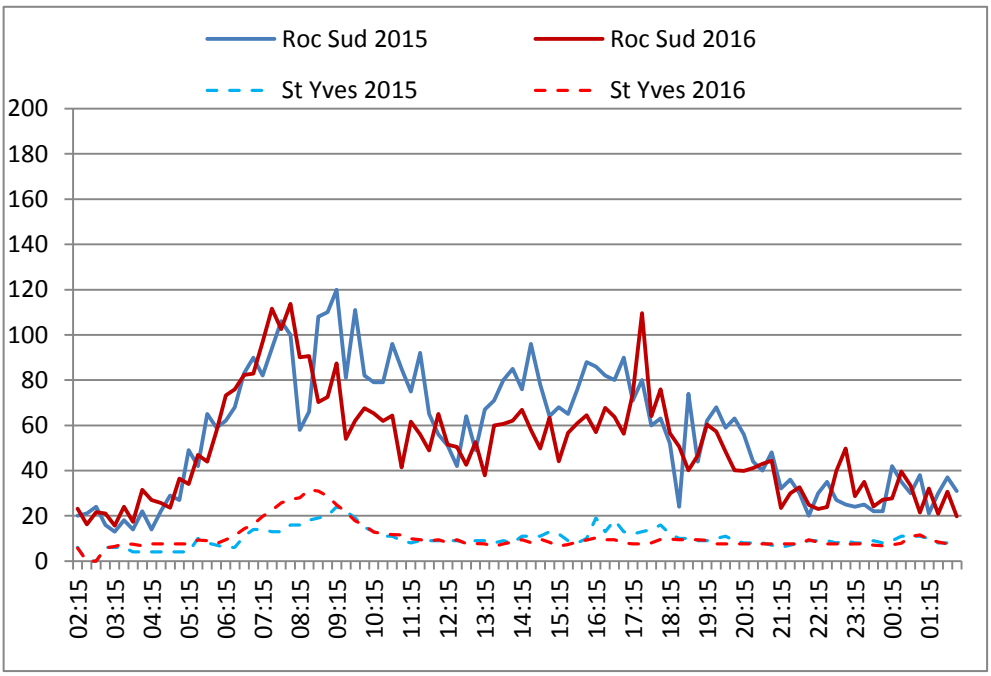
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en $NO_{2\,(\mu g/m^3)}$



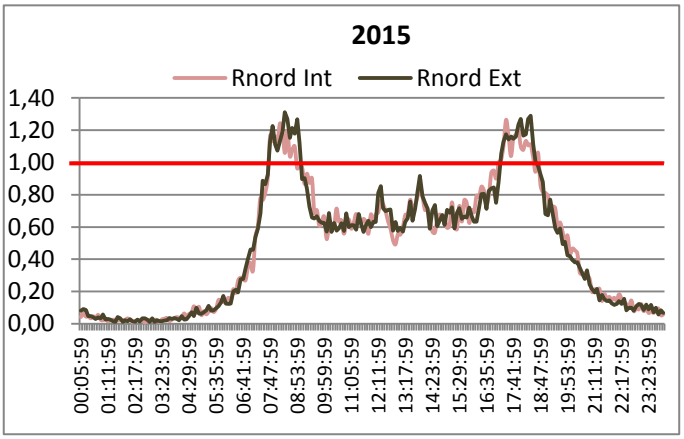
COUPLE B6	le	lundi 15 juin 2015	et le	lundi 30 mai 2016

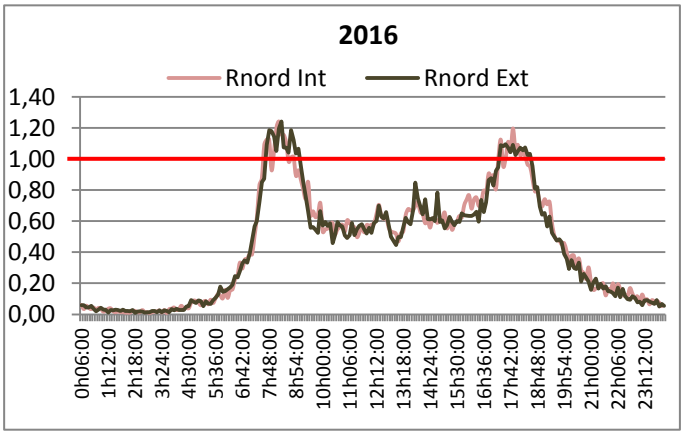
3- EVOLUTION TRAFIC

	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	
Trafic cumulé par j	82081	76394	**-6,9%**	95092	87494	**-8,0%**
Vitesse moyenne (km/h)	97,4	90,8	**-6,6**	82,7	73,0	**-9,7**
% PL	9,7	11,7		12,0	12,2	
nb camion	7995	8923	**1,9%**	11392	10683	**0,2%**
Ind de congestion j*	0,48	0,44	**-0,03**	0,55	0,51	**-0,04**

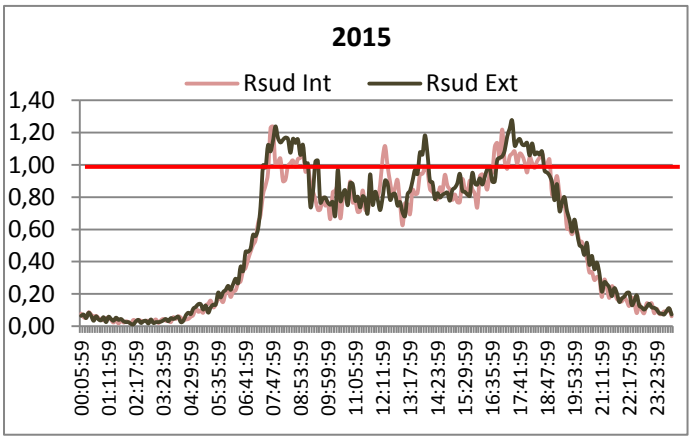
** Débit/capacité voie*

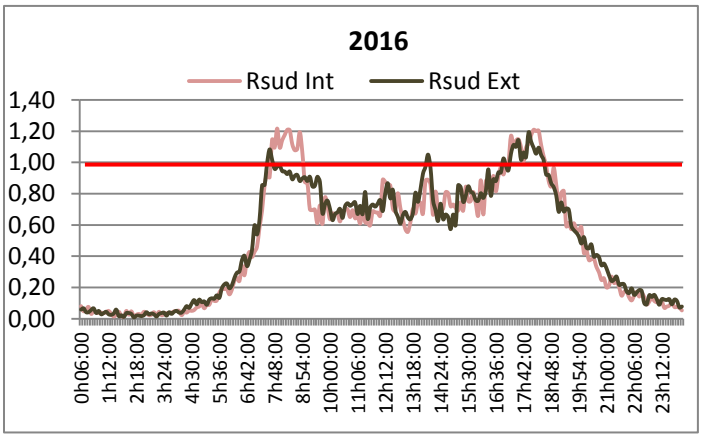
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	12%	10%	15%	10%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	2%	9%	7%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	87%	76%	84%

COUPLE B7	le	jeudi 18 juin 2015	et le	mardi 21 juin 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	45	22	49	58	10	11
mini	9,0	2,7	7,0	26,1	2,0	1,9
P25 (1er quartile)	33	7	34	39	6	9
P50 (médiane)	**45**	**19**	**50**	**58**	**9,0**	**11,3**
P75 (3ème quartile)	57	32	62	71	11	15
maxi	**103**	**69**	**119**	**122**	**29**	**24**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-27,9	5,6

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

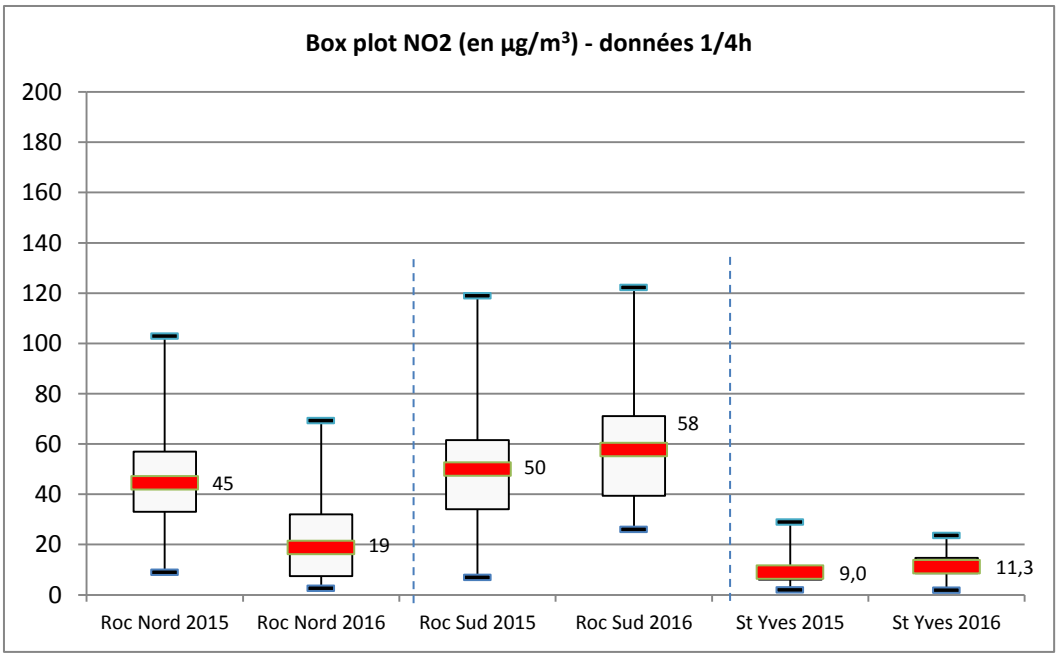
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-62,6%	11,2%

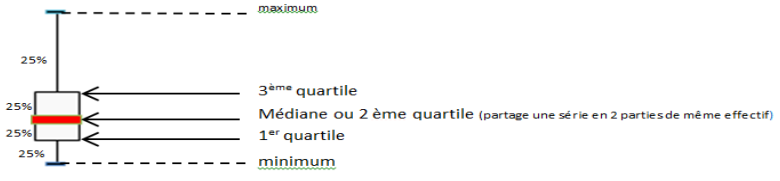
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
2,3

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





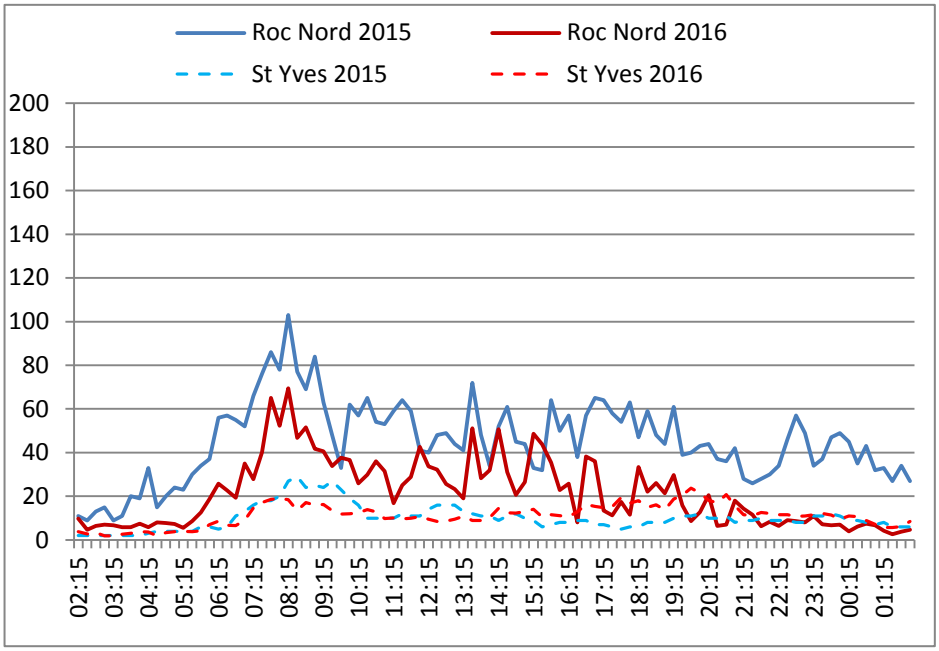
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B7	le	jeudi 18 juin 2015	et le	mardi 21 juin 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

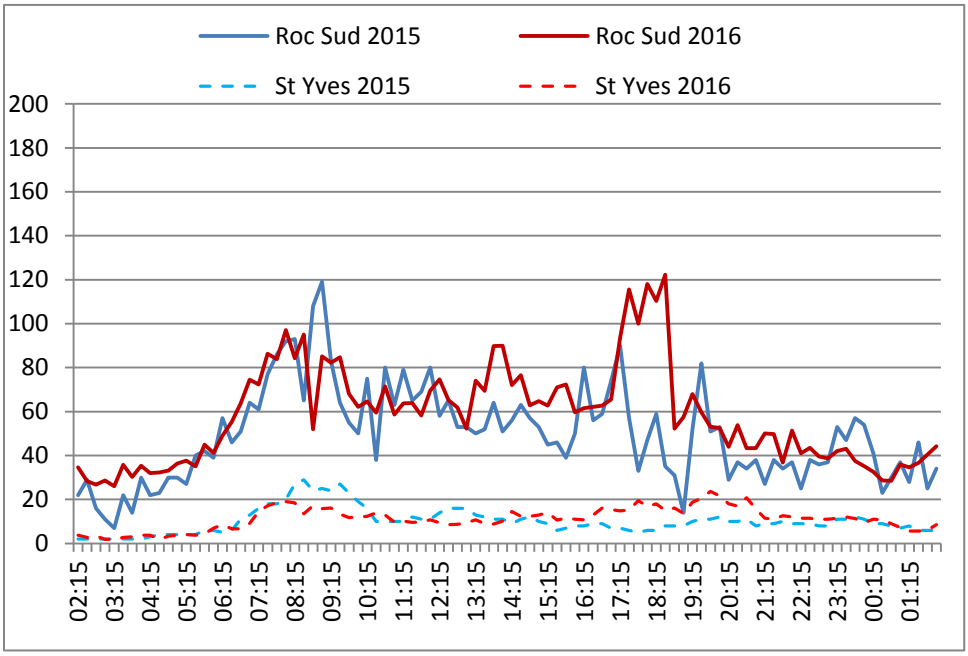
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO2 (µg/m³)

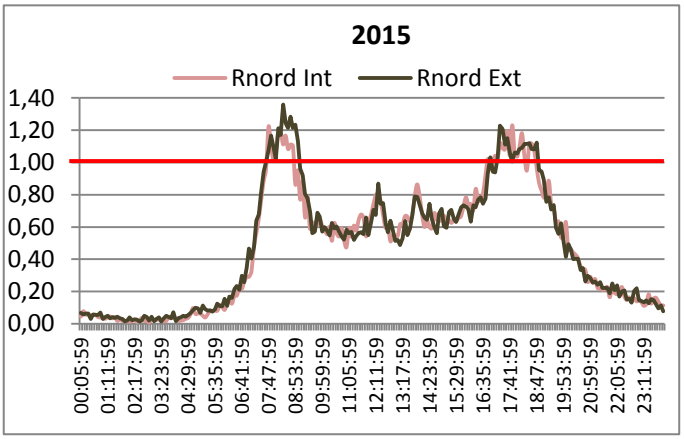


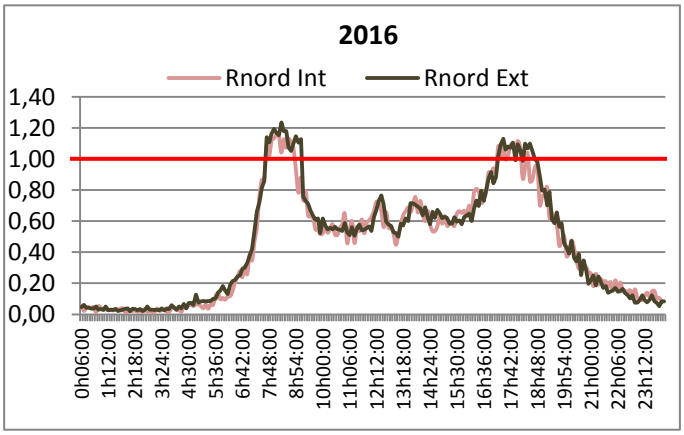
COUPLE B7	le	jeudi 18 juin 2015	et le	mardi 21 juin 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

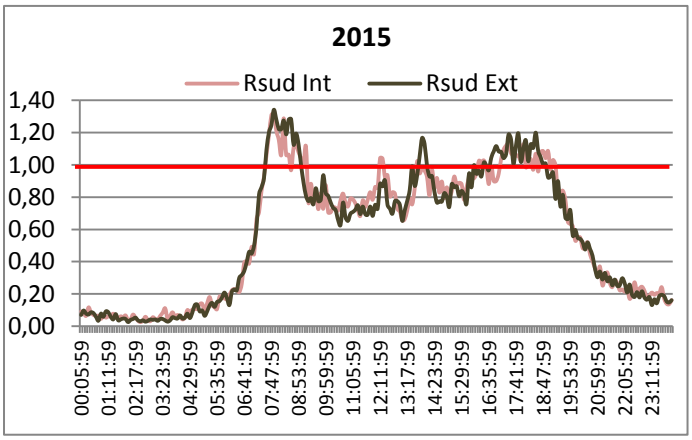
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	82779	78401	**-5,3%**	98276	91782	**-6,6%**	
Vitesse moyenne (km/h)	97,1	90,1	**-7,0**	81,8	72,0	**-9,8**	
% PL	10,4	12,9		12,2	12,0		
nb camion	8568	10098	**2,5%**	11941	10968	**-0,2%**	
Ind de congestion j *	0,48	0,45	**-0,03**	0,57	0,53	**-0,04**	** Débit/capacité voie*

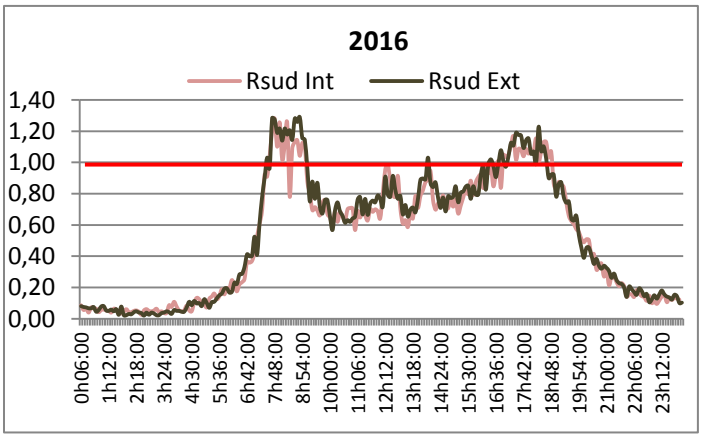
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	13%	10%	17%	14%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	3%	9%	5%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	84%	87%	74%	80%

COUPLE B8 le **mercredi 17 juin 2015** et le **mercredi 8 juin 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	58	43	58	66	12	9
mini	8,0	11,8	12,0	26,8	3,0	3,7
P25 (1er quartile)	31	29	38	46	8	6
P50 (médiane)	**62**	**40**	**59**	**66**	**9,0**	**8,0**
P75 (3ème quartile)	77	55	76	84	14	10
maxi	**143**	**101**	**146**	**117**	**33**	**26**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)
(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-20,9	7,7

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

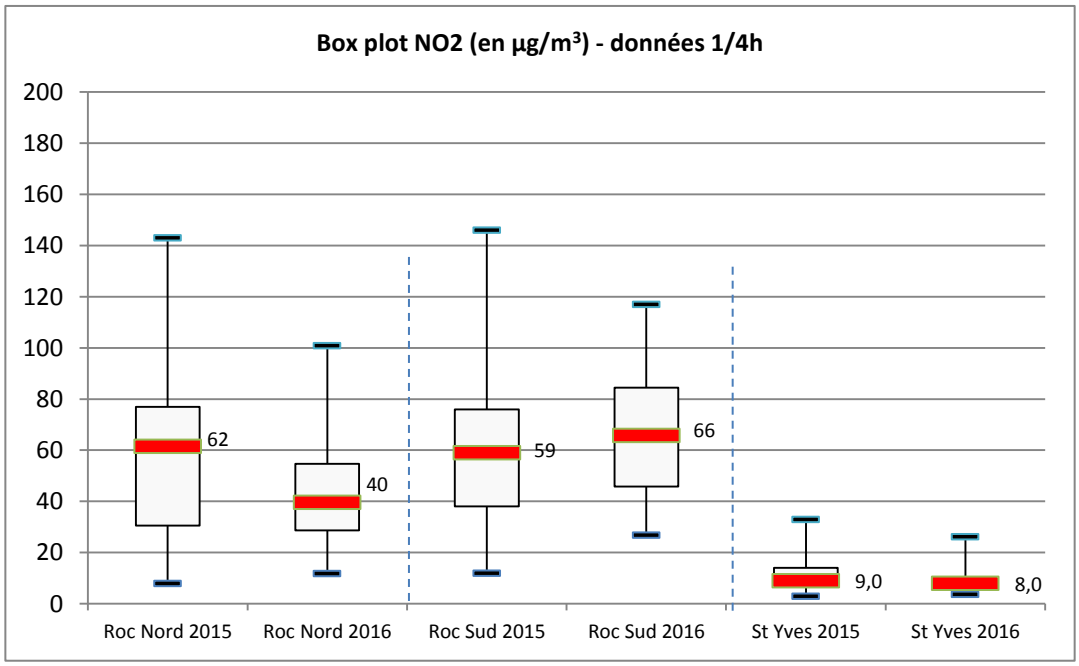
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-33,9%	13,1%

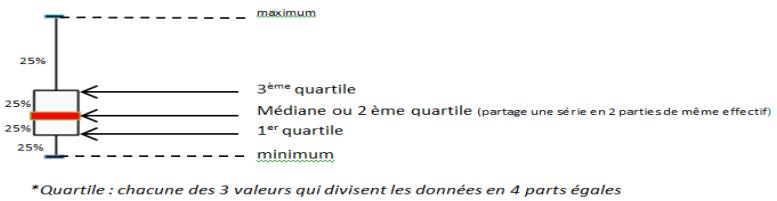
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-1,1

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





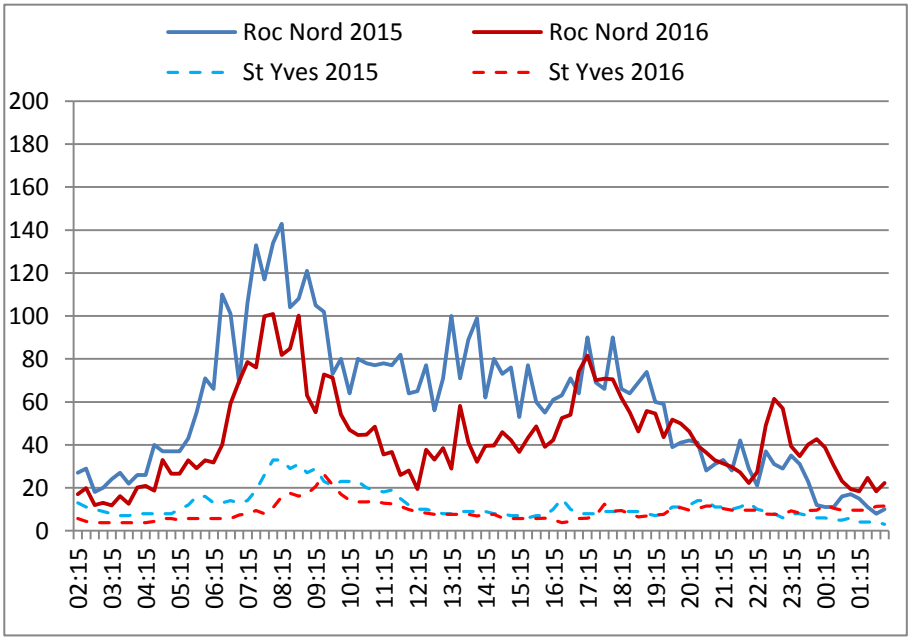
**Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales*

COUPLE B8	le	mercredi 17 juin 2015	et le	mercredi 8 juin 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

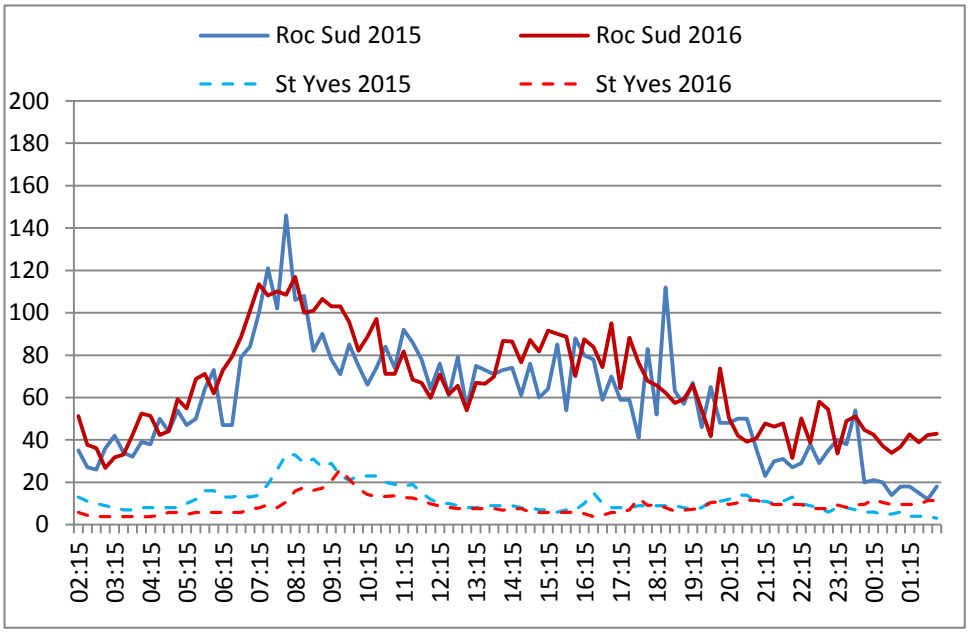
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

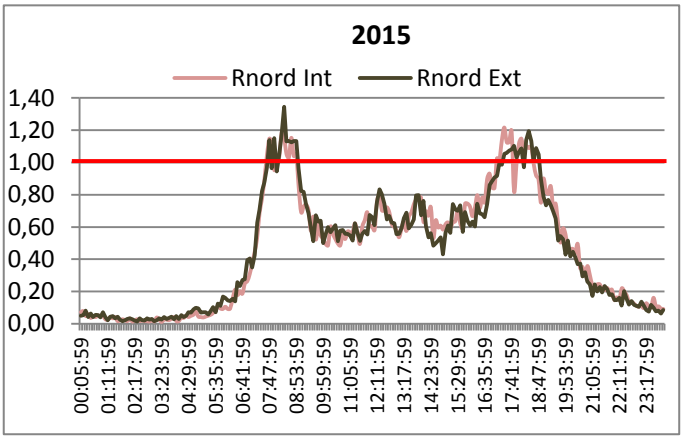


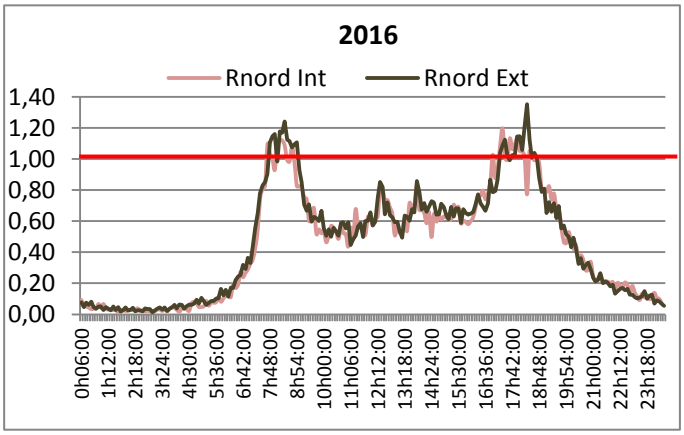
COUPLE B8	le	mercredi 17 juin 2015	et le	mercredi 8 juin 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

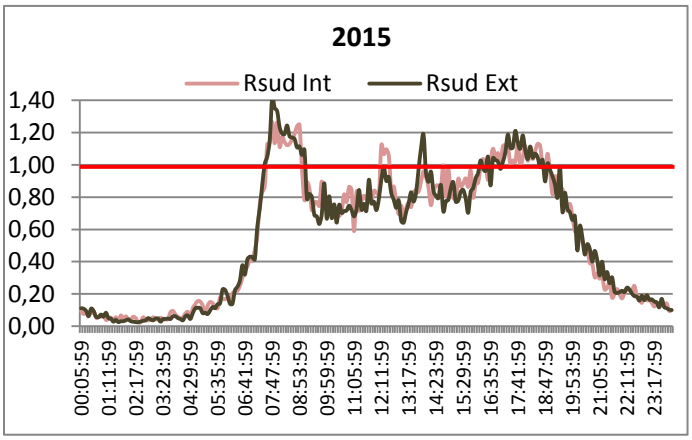
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	79369	79140	**-0,3%**	96970	93081	**-4,0%**	
Vitesse moyenne (km/h)	96,5	89,6	**-6,9**	84,6	72,5	**-12,1**	
% PL	10,3	11,8		12,3	11,9		
nb camion	8175	9331	**1,5%**	11937	11058	**-0,4%**	
Ind de congestion j *	0,46	0,46	**0,00**	0,56	0,54	**-0,02**	** Débit/capacité voie*

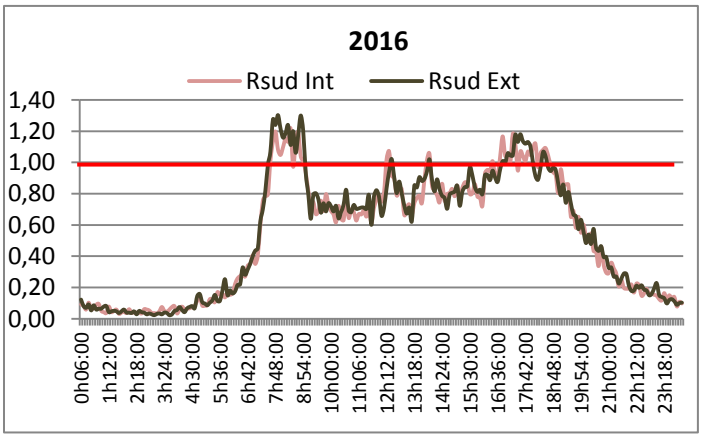
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	10%	10%	17%	13%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	2%	7%	8%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	87%	88%	76%	79%

COUPLE B9 le **lundi 14 septembre 2015** et le **mardi 31 mai 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	94	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	98%	100%
moyenne journalière	41	38	41	53	8	11
mini	0,0	10,5	2,0	18,1	0,0	5,7
P25 (1er quartile)	4	20	16	31	4	8
P50 (médiane)	**47**	**36**	**40**	**45**	**7,0**	**10,4**
P75 (3ème quartile)	68	51	56	66	11	13
maxi	**119**	**106**	**122**	**141**	**30**	**21**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)
(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-14,8	2,5

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

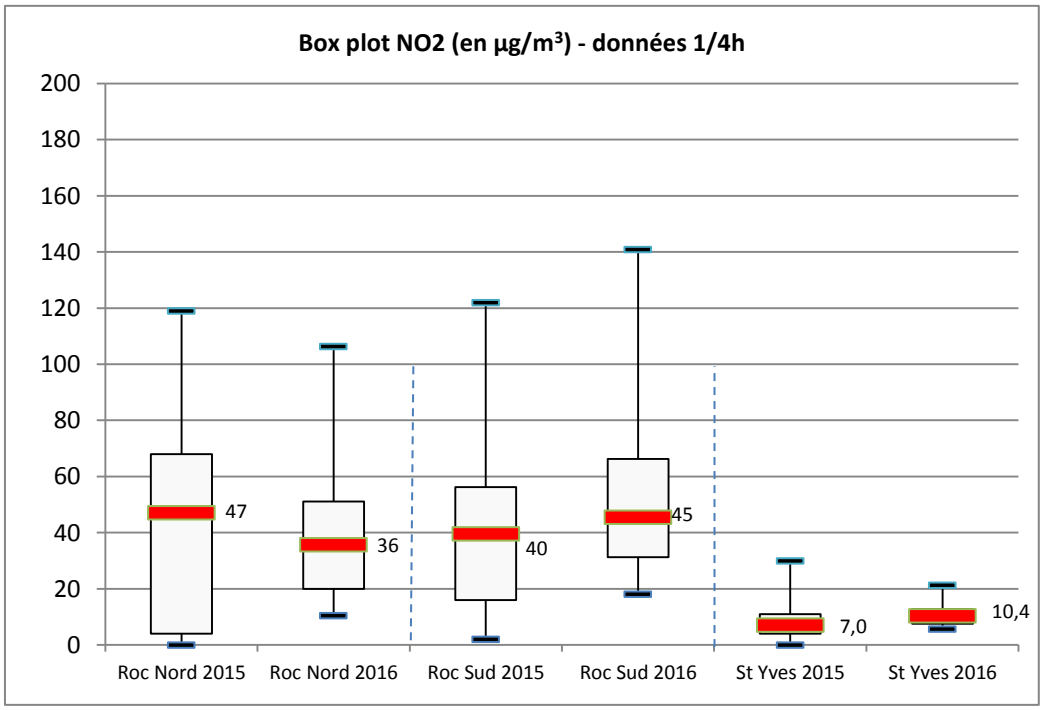
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-31,4%	6,3%

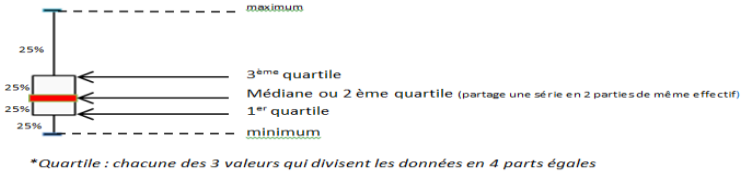
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
3,4

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





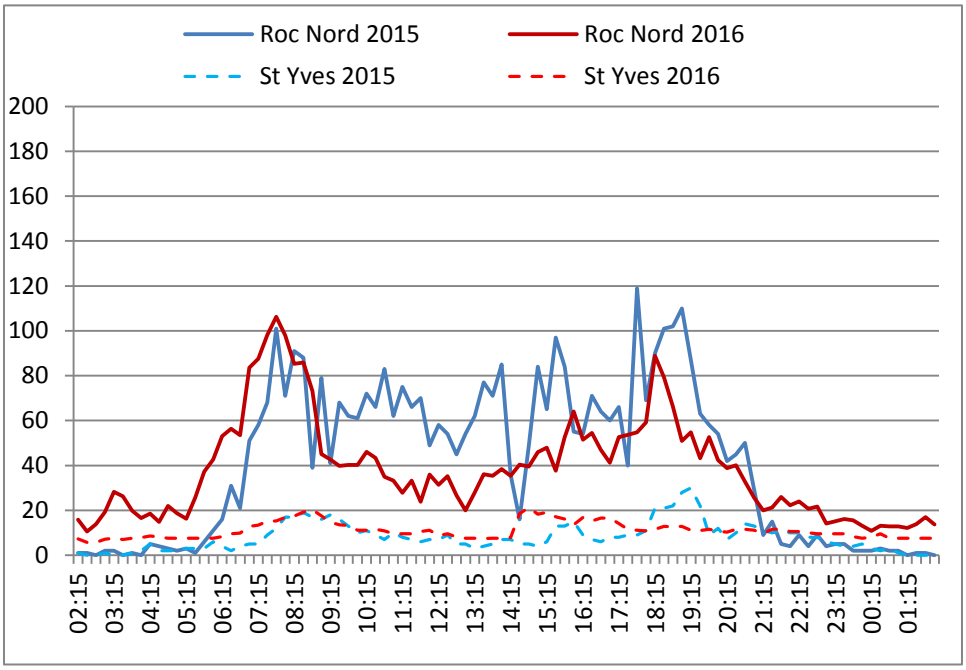
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B9	le	lundi 14 septembre 2015	et le	mardi 31 mai 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

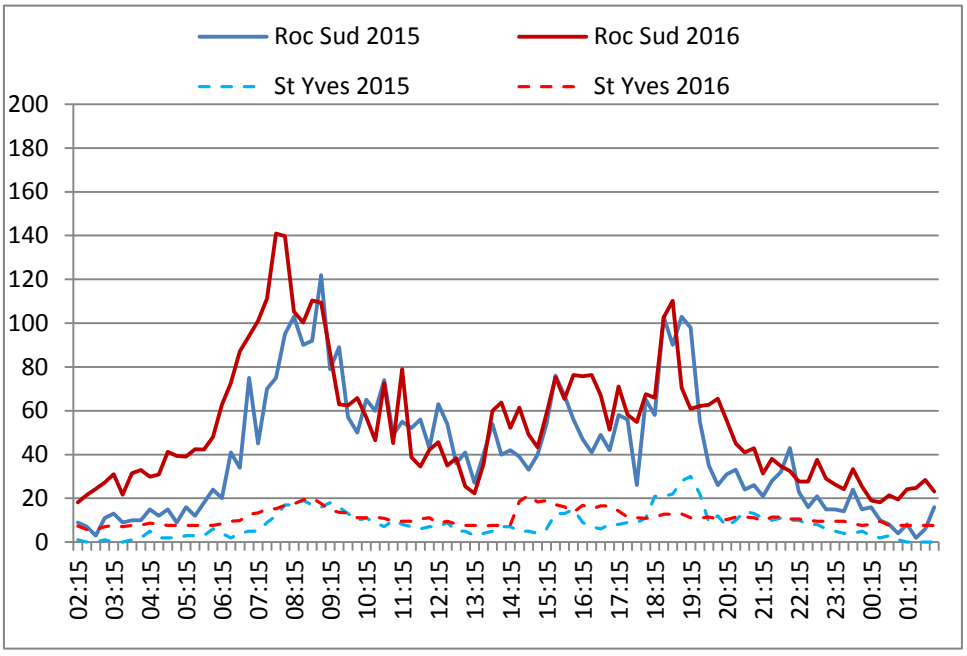
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

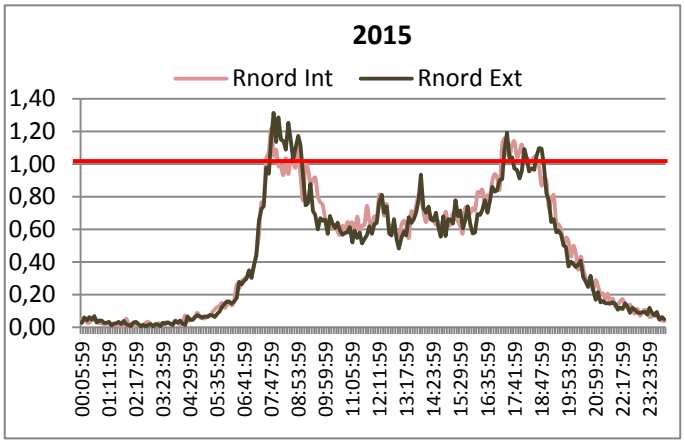


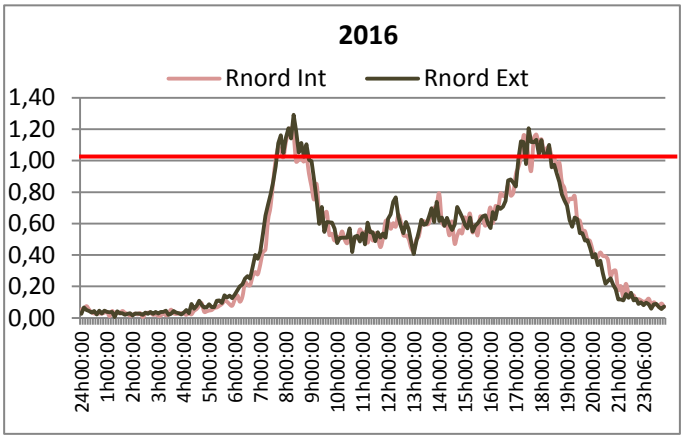
COUPLE B9	le	lundi 14 septembre 2015	et le	mardi 31 mai 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

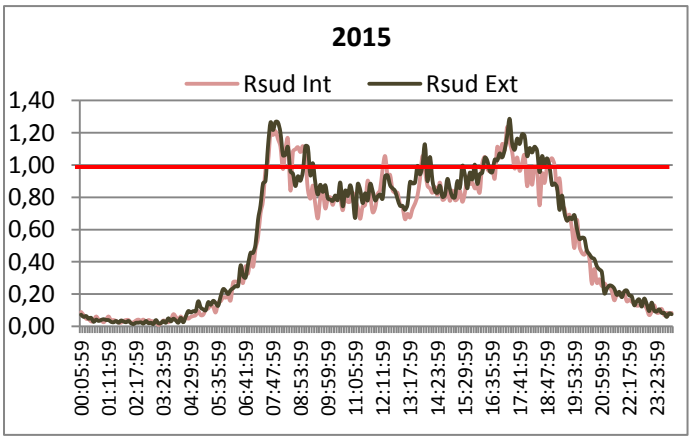
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	80273	74991	**-6,6%**	95252	87778	**-7,8%**	
Vitesse moyenne (km/h)	94,1	91,0	**-3,2**	81,8	72,4	**-9,4**	
% PL	9,8	12,1		12,2	12,5		
nb camion	7883	9036	**2,2%**	11592	10999	**0,4%**	
Ind de congestion j *	0,46	0,43	**-0,03**	0,55	0,51	**-0,04**	** Débit/capacité voie*

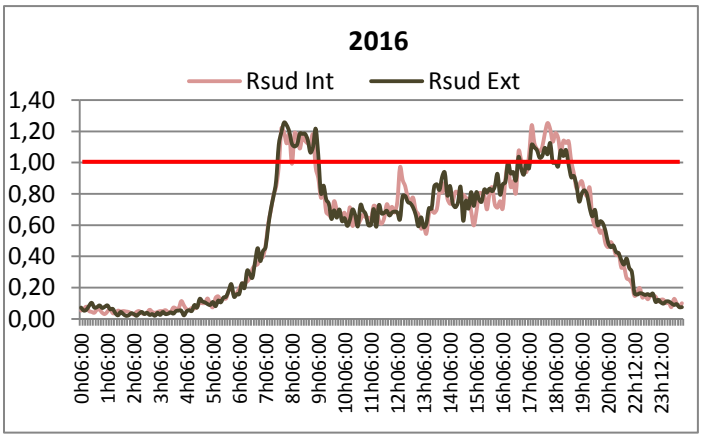
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps	ind congestion	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	10%	11%	15%	14%
>0,9 - <1	trafic dense	6%	3%	9%	4%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	84%	86%	76%	82%

COUPLE B10	le	jeudi 9 juillet 2015	et le	mercredi 6 juillet 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	94
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	98%
moyenne journalière	63	49	59	52	10	11
mini	26,0	16,8	19,0	10,0	4,0	3,8
P25 (1er quartile)	43	30	46	32	6	6
P50 (médiane)	**61**	**46**	**59**	**46**	**9,0**	**7,4**
P75 (3ème quartile)	77	62	73	69	11	10
maxi	**135**	**108**	**139**	**134**	**36**	**38**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-13,8	-11,8

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

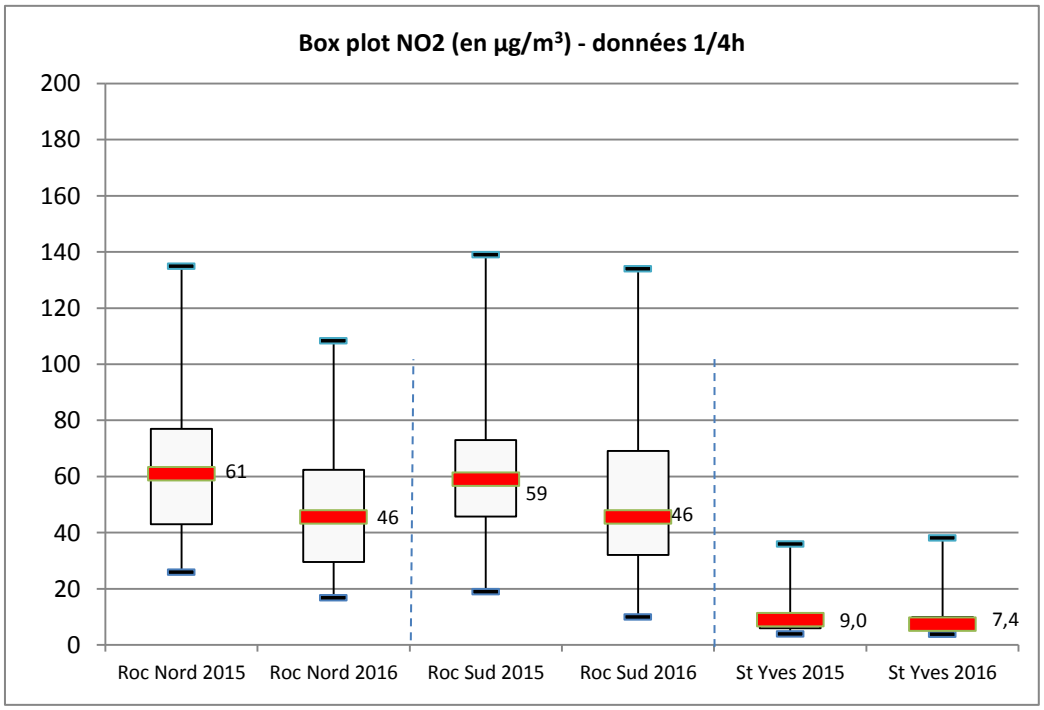
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-22,5%	-19,9%

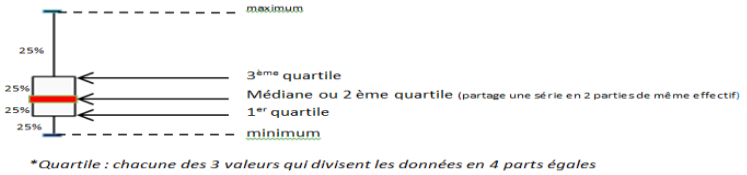
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-1,7

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





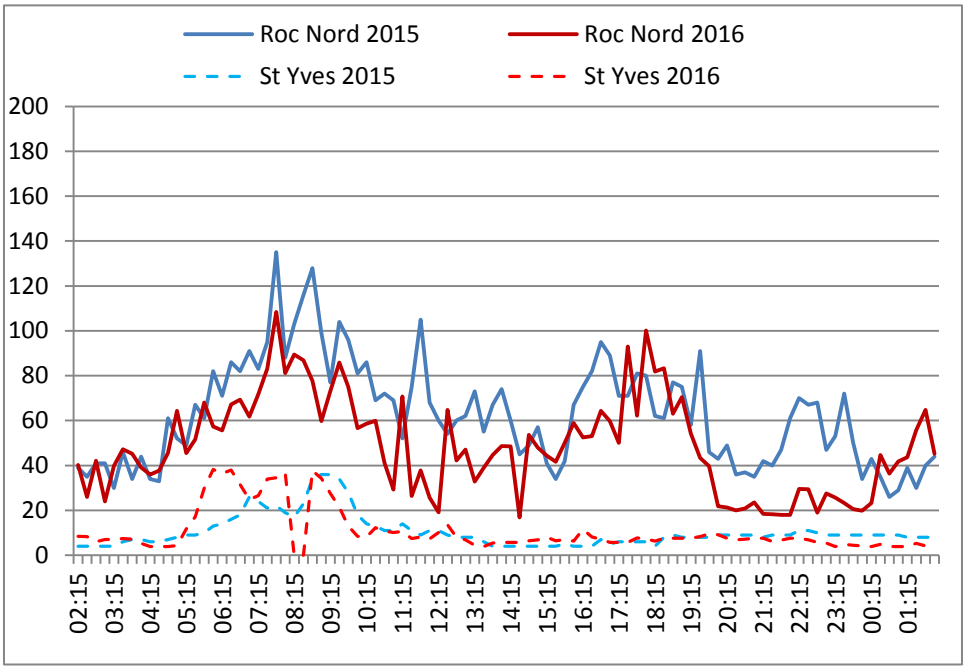
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B10	le	jeudi 9 juillet 2015	et le	mercredi 6 juillet 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

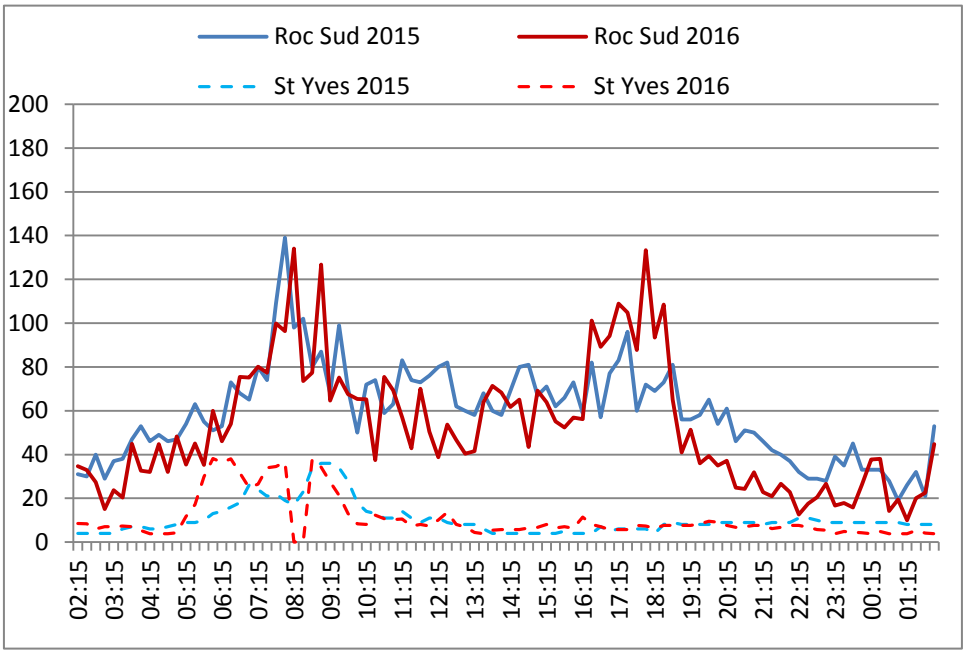
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

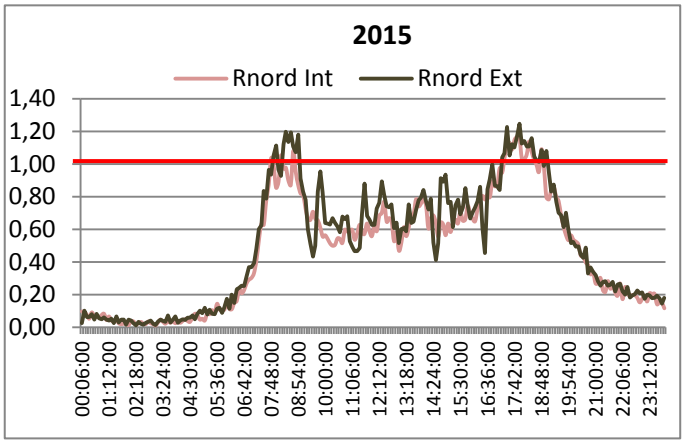


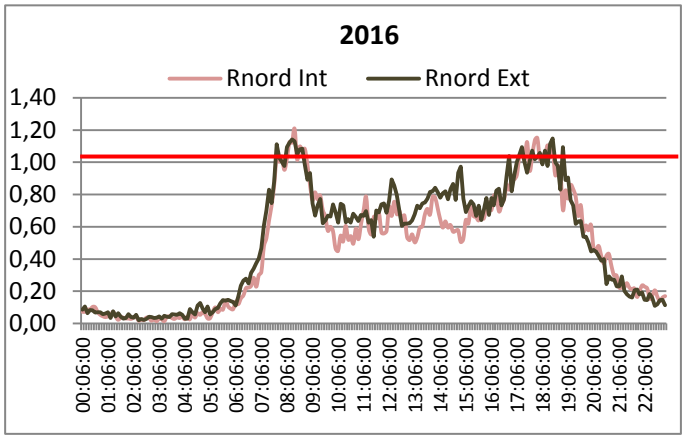
COUPLE B10	le	jeudi 9 juillet 2015	et le	mercredi 6 juillet 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

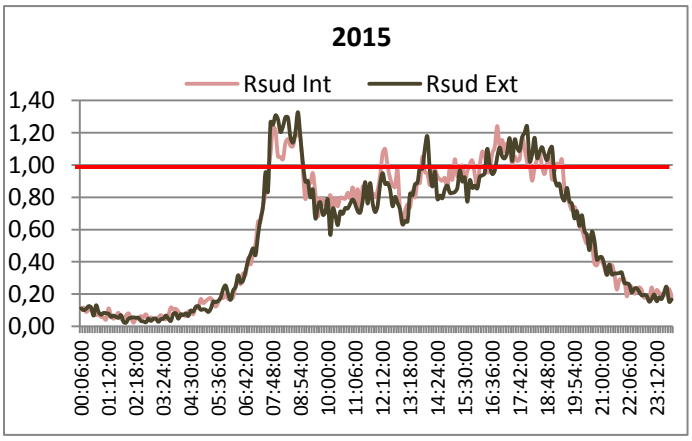
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	83462	83215	**-0,3%**	100976	96175	**-4,8%**	
Vitesse moyenne (km/h)	95,9	90,0	**-5,9**	84,3	70,8	**-13,5**	
% PL	10,9%	11,6%		12,4%	12,1%		
nb camion	9077	9667	**0,7%**	12509	11672	**-0,3%**	
Ind de congestion j *	0,48	0,48	**0,00**	0,58	0,56	**-0,03**	** Débit/capacité voie*

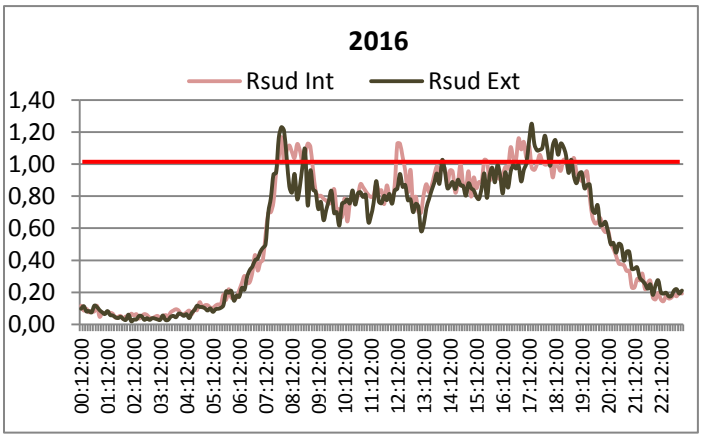
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	9%	10%	18%	12%
>0,9 - <1	trafic dense	4%	4%	10%	12%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	86%	72%	76%

COUPLE B11 le **vendredi 7 août 2015** et le **vendredi 22 juillet 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	58	36	56	46	10	7
mini	20,0	17,7	18,0	10,5	4,0	2,5
P25 (1er quartile)	45	28	37	27	8	5
P50 (médiane)	**55**	**35**	**55**	**49**	**9,0**	**5,7**
P75 (3ème quartile)	67	43	71	62	12	8
maxi	**122**	**79**	**118**	**94**	**28**	**20**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-16,5	-2,5

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

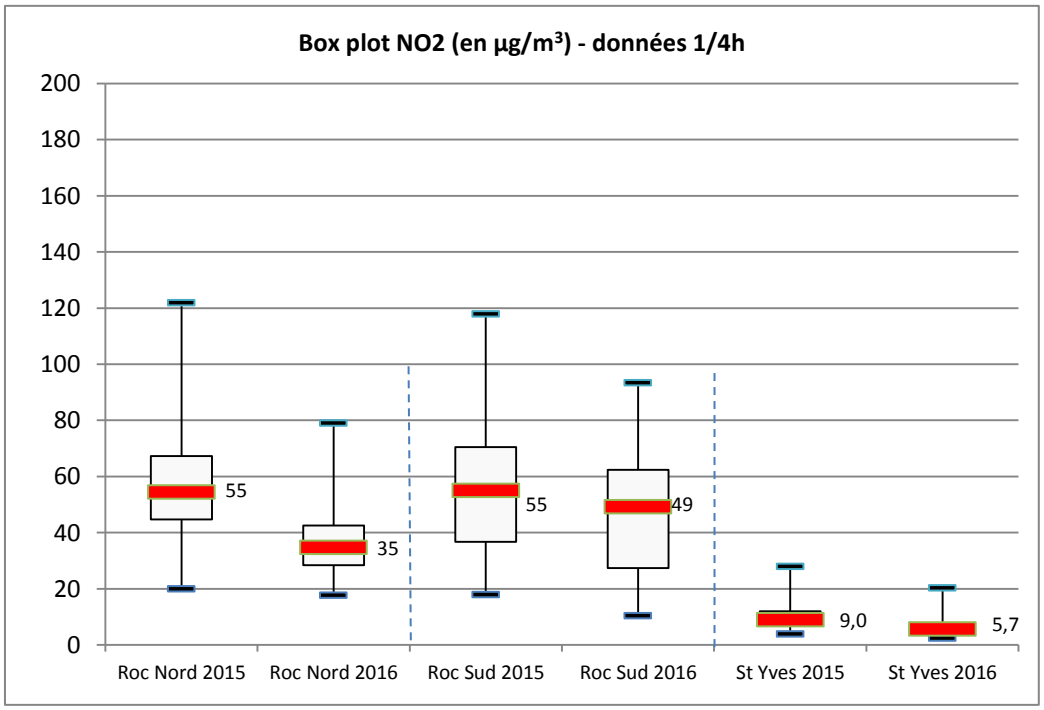
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-30,3%	-4,5%

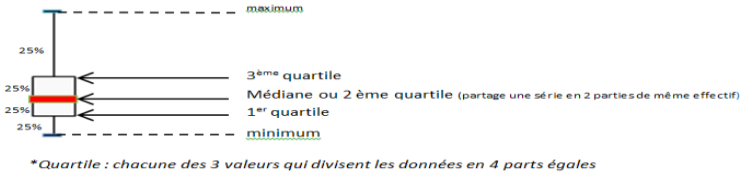
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-3,3

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





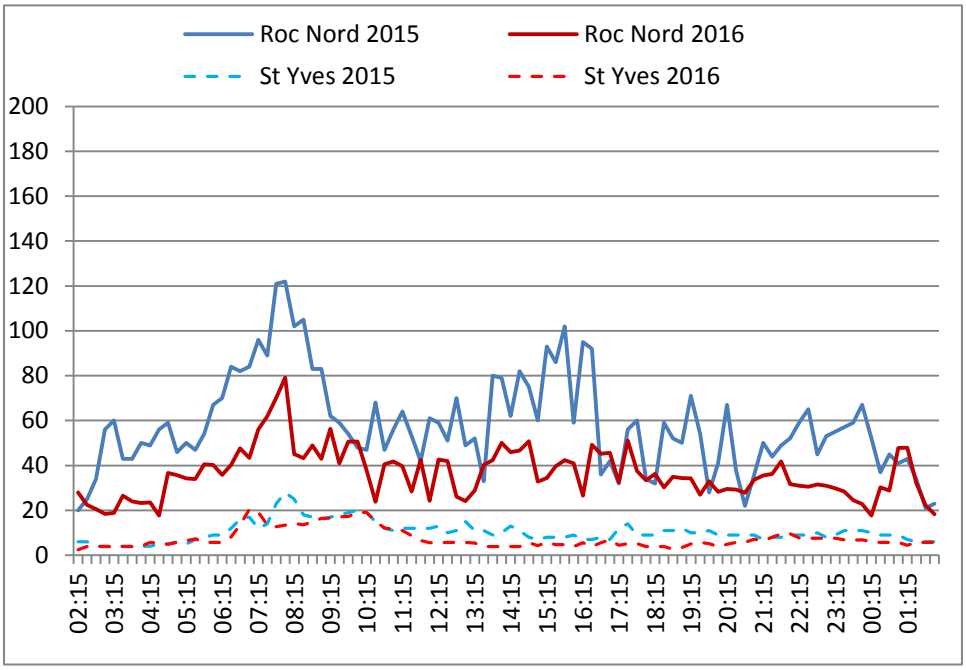
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B11 **le** **vendredi 7 août 2015** **et le** **vendredi 22 juillet 2016**

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

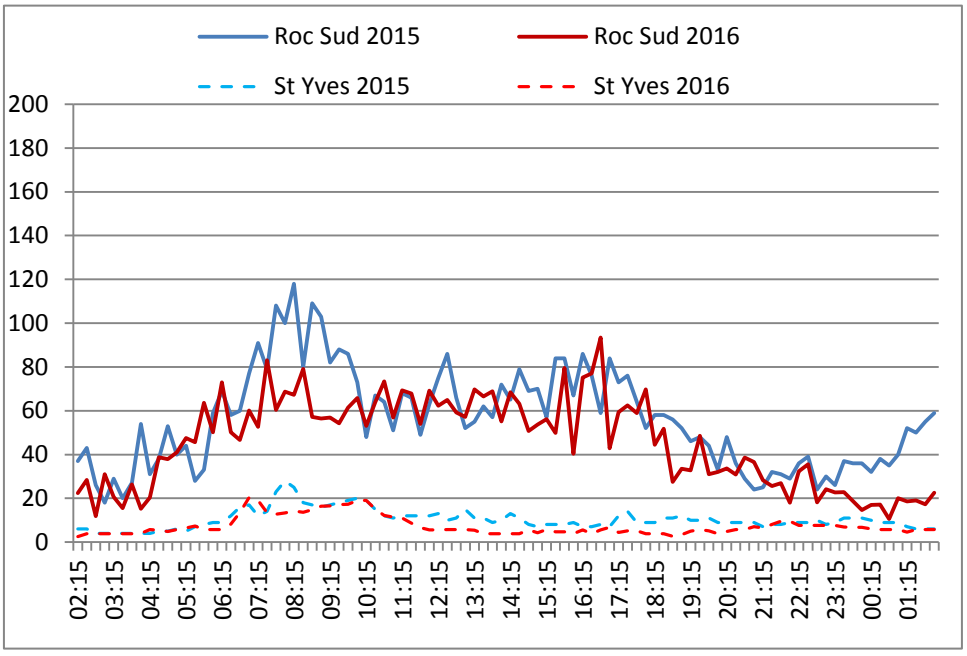
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

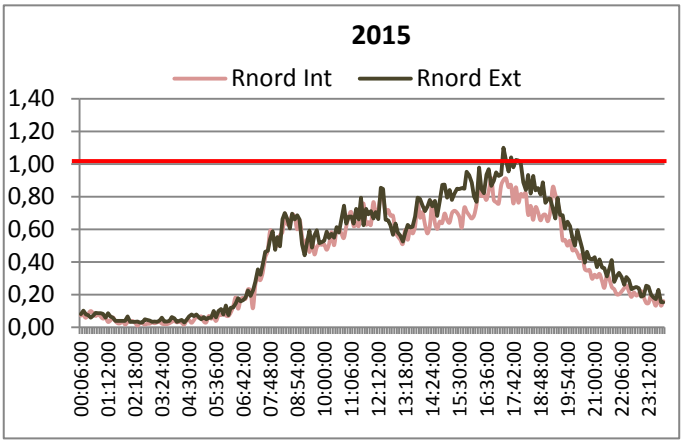


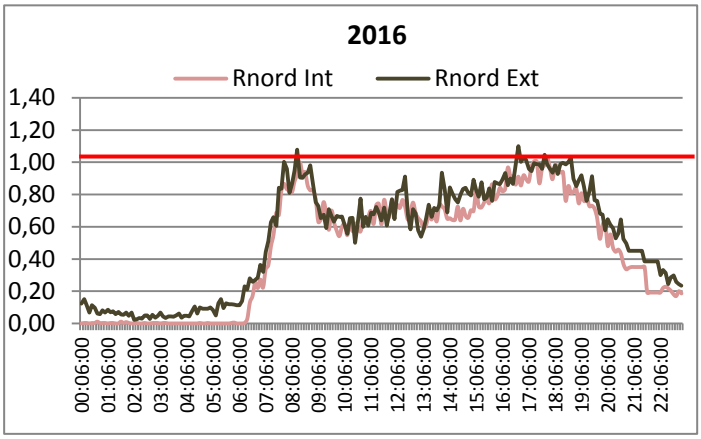
COUPLE B11	le	vendredi 7 août 2015	et le	vendredi 22 juillet 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

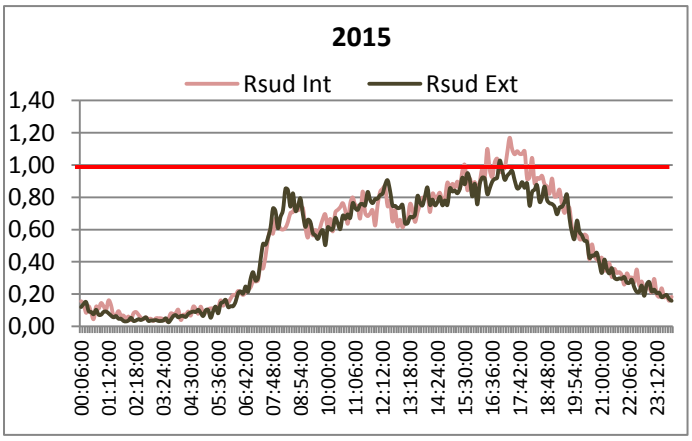
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	75446	84034	**11,4%**	85387	97287	**13,9%**	
Vitesse moyenne (km/h)	99,1	81,5	**-17,6**	87,7	72,1	**-15,7**	
% PL	8,9%	11,2%		11,5%	12,0%		
nb camion	6695	9433	**2,4%**	9792	11698	**0,6%**	
Ind de congestion j *	0,44	0,49	**0,05**	0,49	0,56	**0,07**	** Débit/capacité voie*

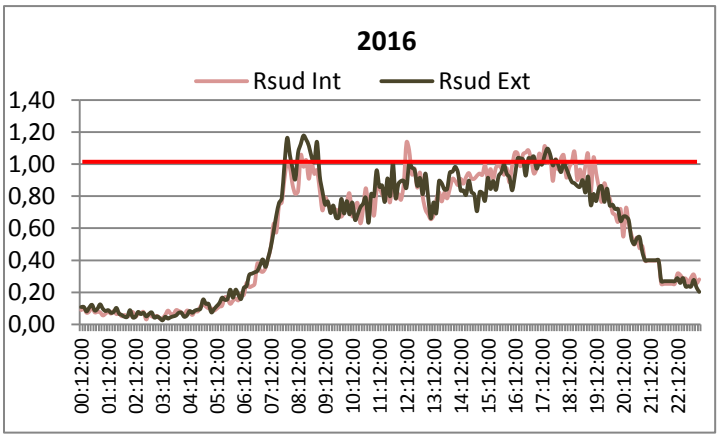
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	1%	3%	3%	10%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	9%	6%	14%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	96%	88%	91%	75%

COUPLE B12	le	jeudi 23 juillet 2015	et le	mardi 26 juillet 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	61	39	72	48	11	9
mini	21,0	10,1	15,0	10,2	3,0	2,3
P25 (1er quartile)	41	26	46	32	6	5
P50 (médiane)	**51**	**37**	**77**	**49**	**9,5**	**5,7**
P75 (3ème quartile)	78	50	95	64	11	8
maxi	**144**	**86**	**121**	**104**	**35**	**32**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-9,7	-24,2

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

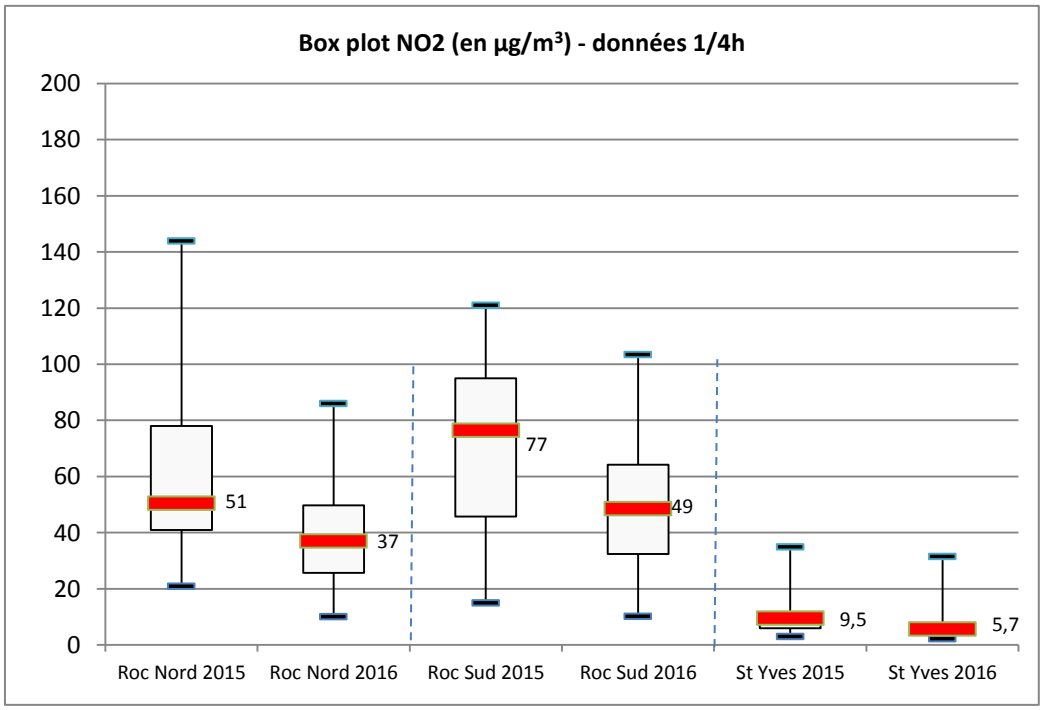
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-19,1%	-31,6%

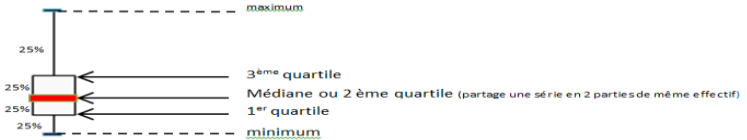
ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-3,8

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





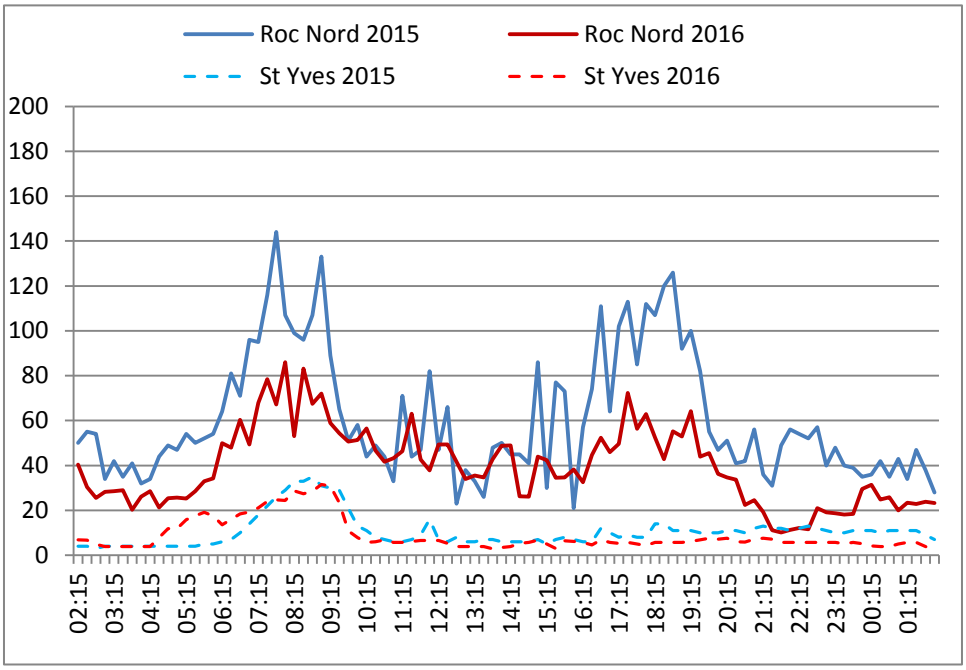
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B12	le	jeudi 23 juillet 2015	et le	mardi 26 juillet 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

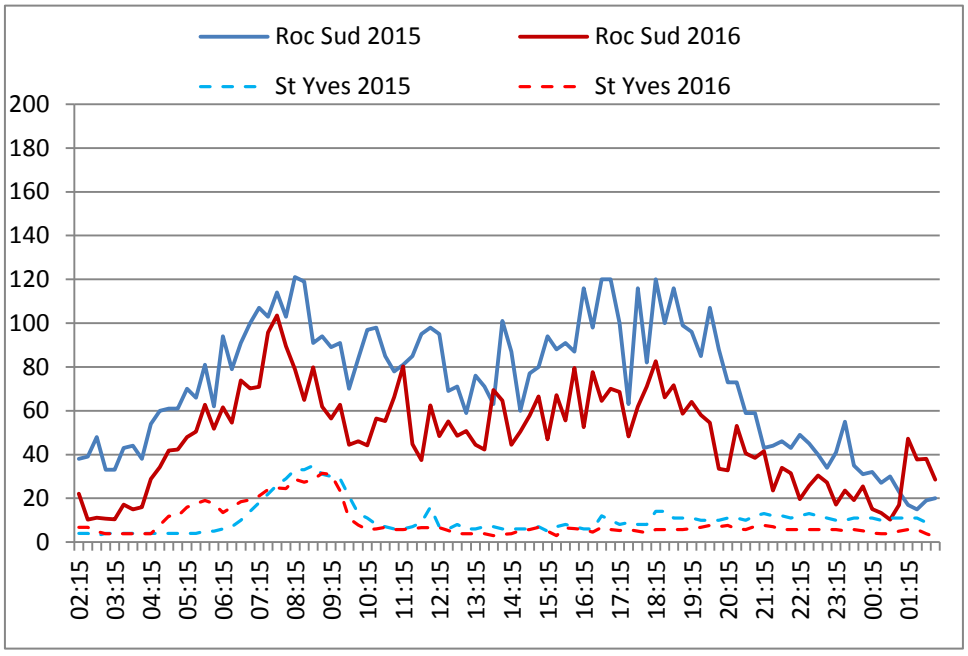
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

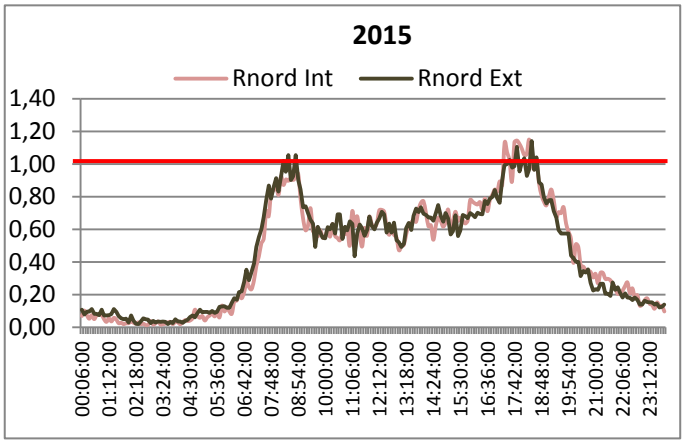


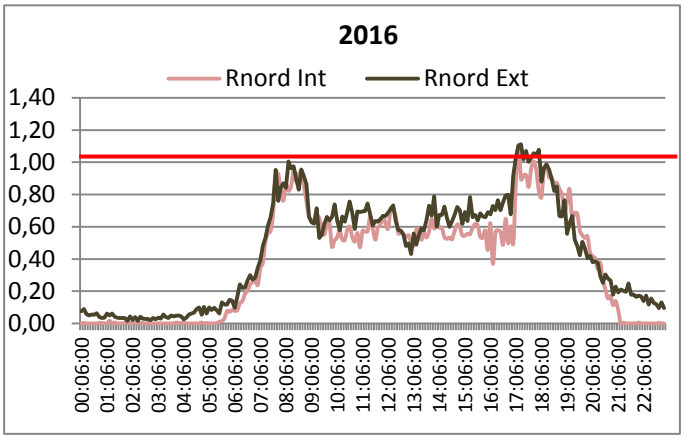
COUPLE B12	le	jeudi 23 juillet 2015	et le	mardi 26 juillet 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

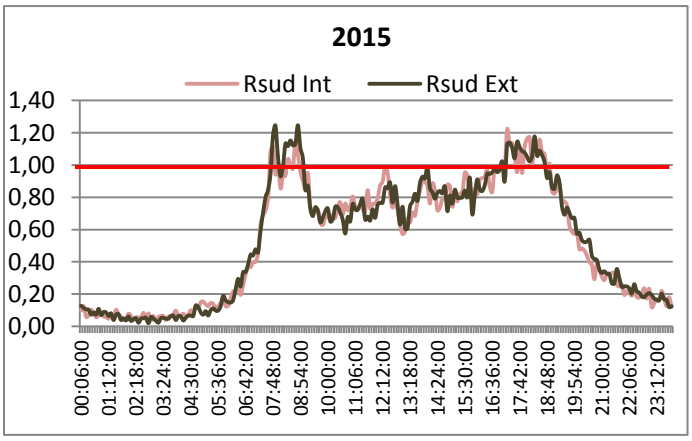
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	77989	70218	**-10,0%**	92483	85585	**-7,5%**	
Vitesse moyenne (km/h)	98,1	77,1	**-21,1**	85,7	73,8	**-11,8**	
% PL	11,5%	13,5%		13,5%	13,4%		
nb camion	8993	9465	**1,9%**	12466	11443	**-0,1%**	
Ind de congestion j *	0,45	0,41	**-0,04**	0,54	0,50	**-0,04**	** Débit/capacité voie*

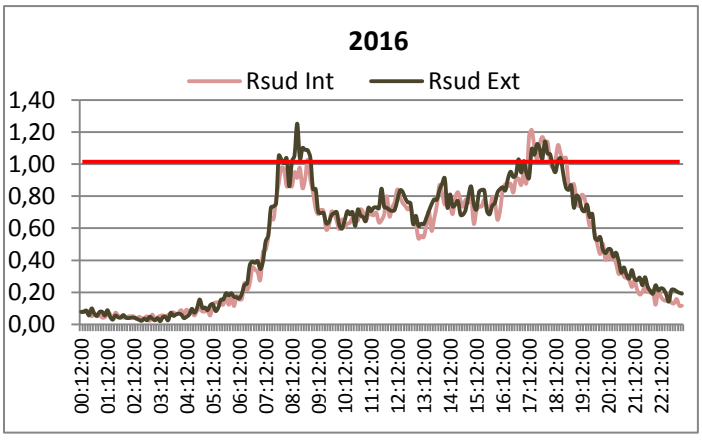
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	5%	3%	11%	8%
>0,9 - <1	trafic dense	4%	5%	8%	5%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	91%	93%	81%	87%

COUPLE B13	le	lundi 20 juillet 2015	et le	jeudi 28 juillet 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	94	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	98%	100%
moyenne journalière	25	35	30	47	9	7
mini	0,0	5,7	3,0	12,5	2,0	1,9
P25 (1er quartile)	6	16	12	25	6	5
P50 (médiane)	**24**	**34**	**31**	**56**	**10,0**	**7,4**
P75 (3ème quartile)	39	51	44	66	13	9
maxi	**77**	**81**	**81**	**87**	**19**	**13**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	12,7	27,9

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

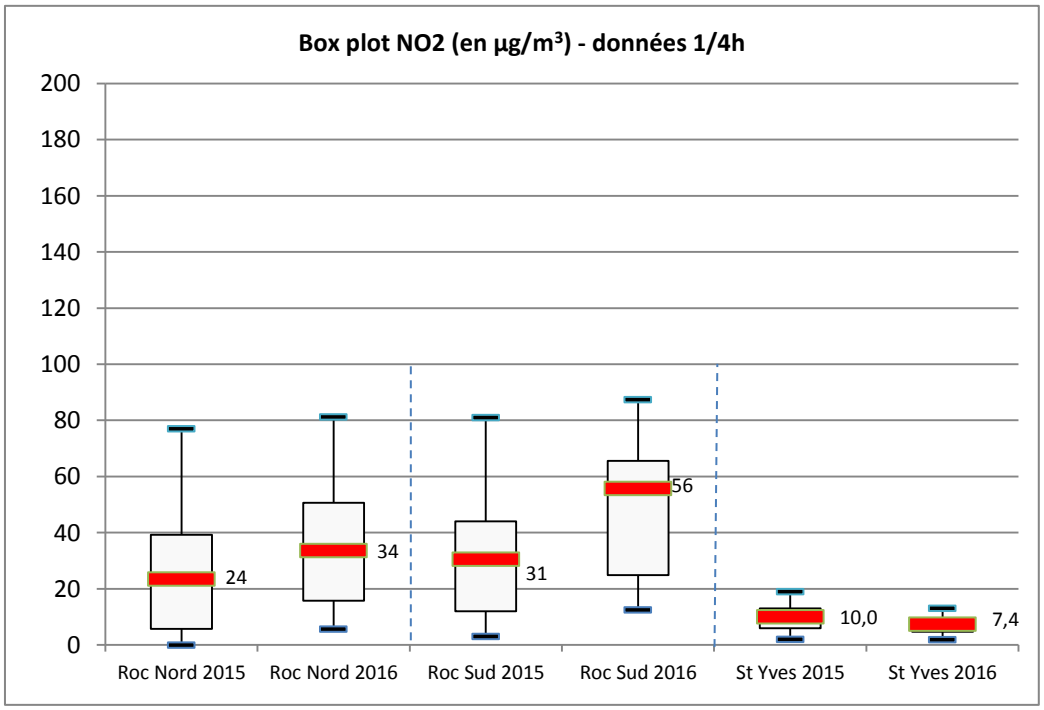
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	54,0%	91,5%

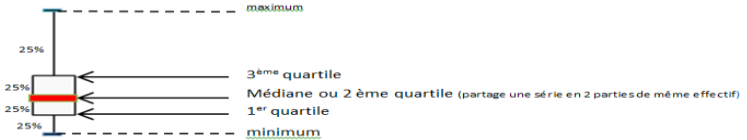
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-2,7

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





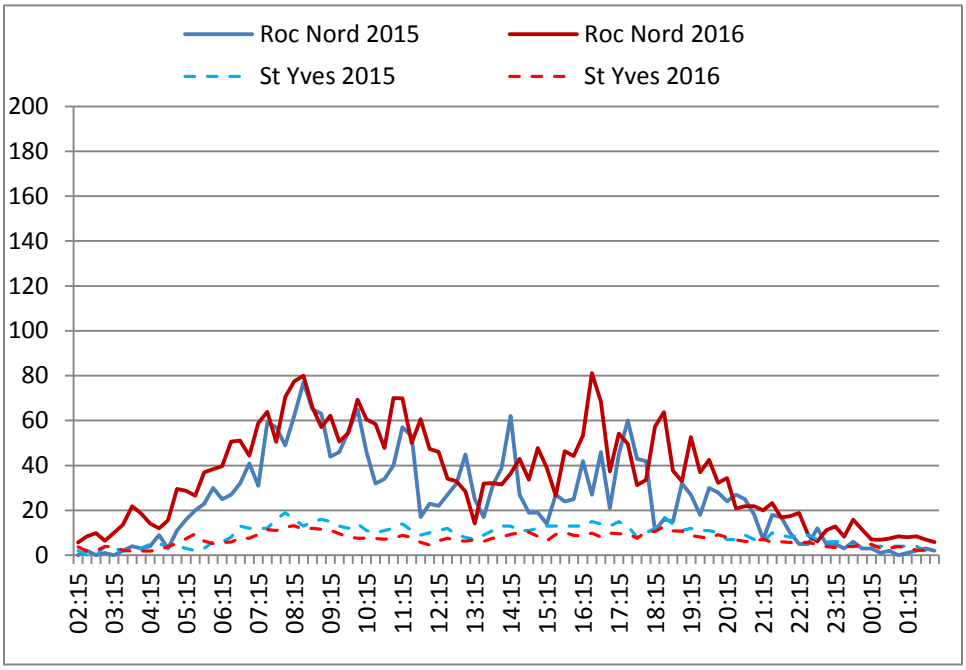
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B13	le	lundi 20 juillet 2015	et le	jeudi 28 juillet 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

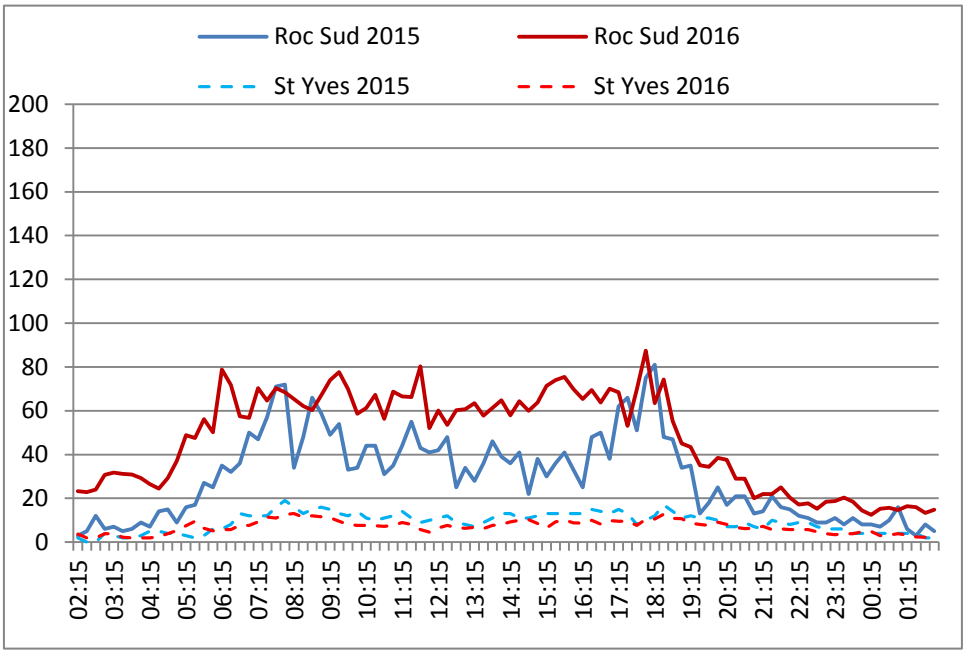
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

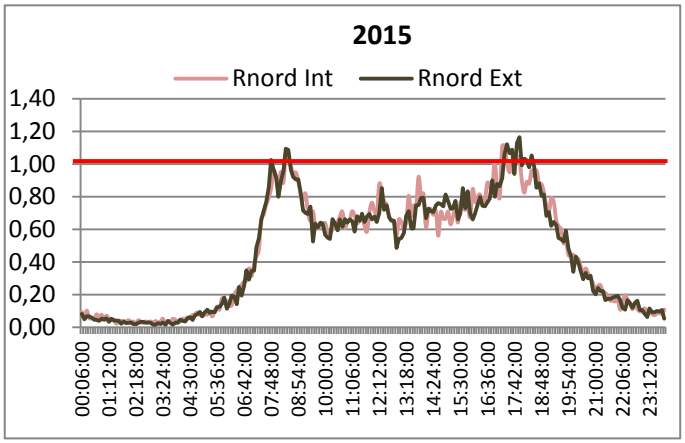


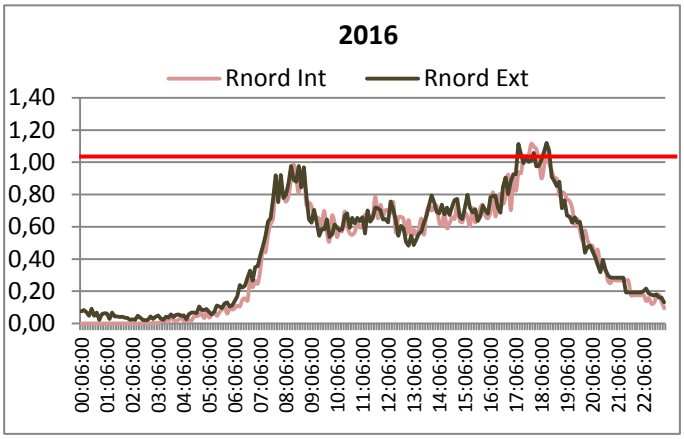
COUPLE B13	le	lundi 20 juillet 2015	et le	jeudi 28 juillet 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

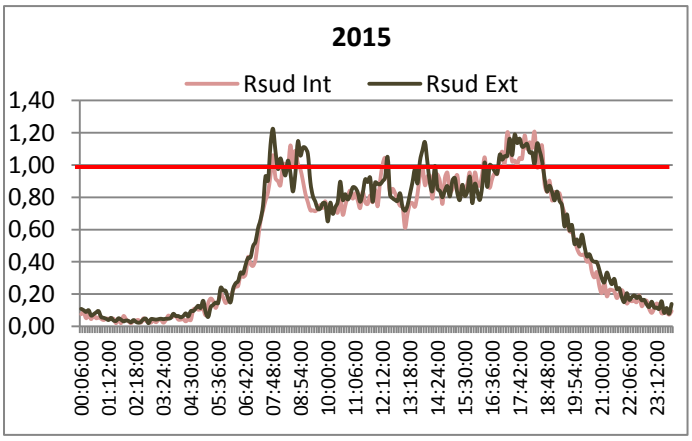
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	79753	76834	**-3,7%**	93773	88045	**-6,1%**	
Vitesse moyenne (km/h)	98,8	84,2	**-14,6**	85,5	72,5	**-12,9**	
% PL	10,9%	12,8%		11,4%	13,2%		
nb camion	8723	9823	**1,8%**	10729	11628	**1,8%**	
Ind de congestion j *	0,46	0,44	**-0,02**	0,54	0,51	**-0,03**	** Débit/capacité voie*

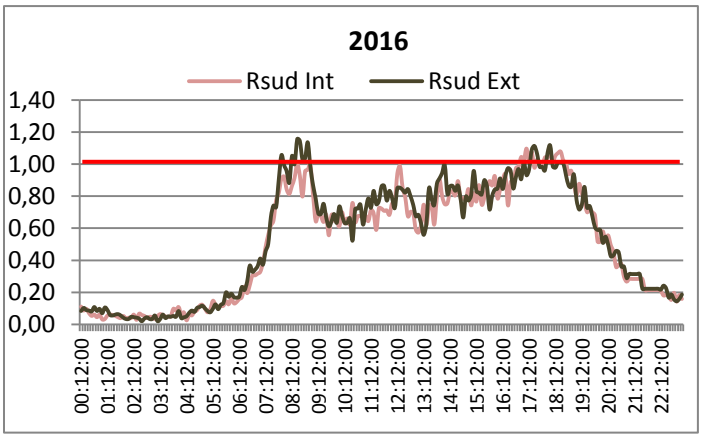
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	5%	4%	13%	7%
>0,9 - <1	trafic dense	5%	5%	9%	9%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	91%	91%	78%	84%

COUPLE B14	le	jeudi 30 juillet 2015	et le	lundi 1 août 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	94
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	98%
moyenne journalière	59	40	68	46	13	10
mini	24,0	2,5	29,0	4,9	4,0	1,9
P25 (1er quartile)	41	25	42	27	6	5
P50 (médiane)	**53**	**40**	**64**	**49**	**8,0**	**7,8**
P75 (3ème quartile)	67	57	89	64	11	12
maxi	**149**	**92**	**158**	**98**	**52**	**32**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-12,4	-15,2

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

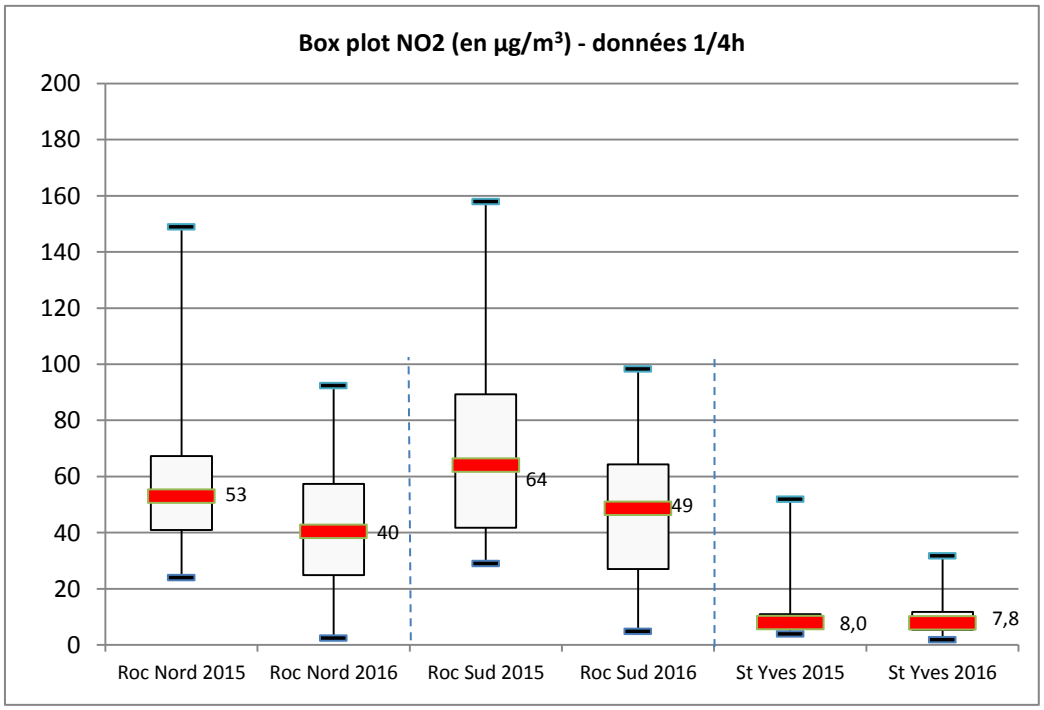
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-23,4%	-23,8%

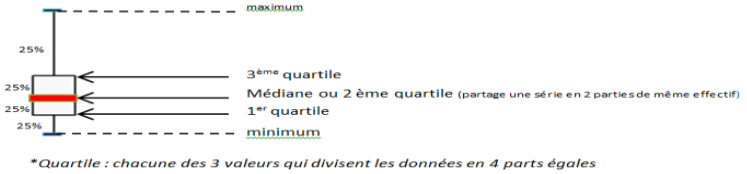
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-0,2

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





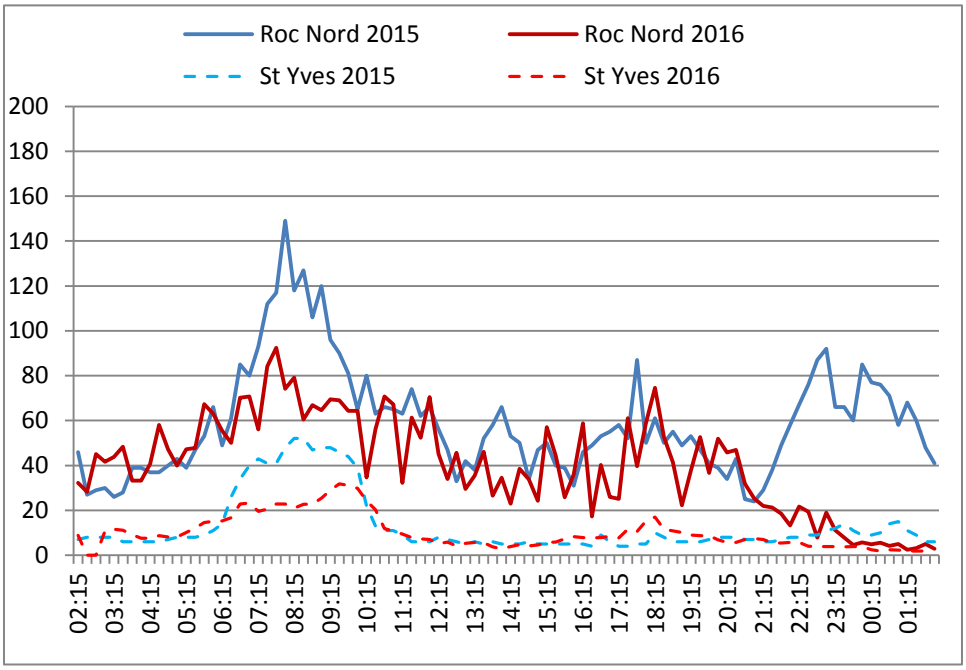
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B14	le	jeudi 30 juillet 2015	et le	lundi 1 août 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

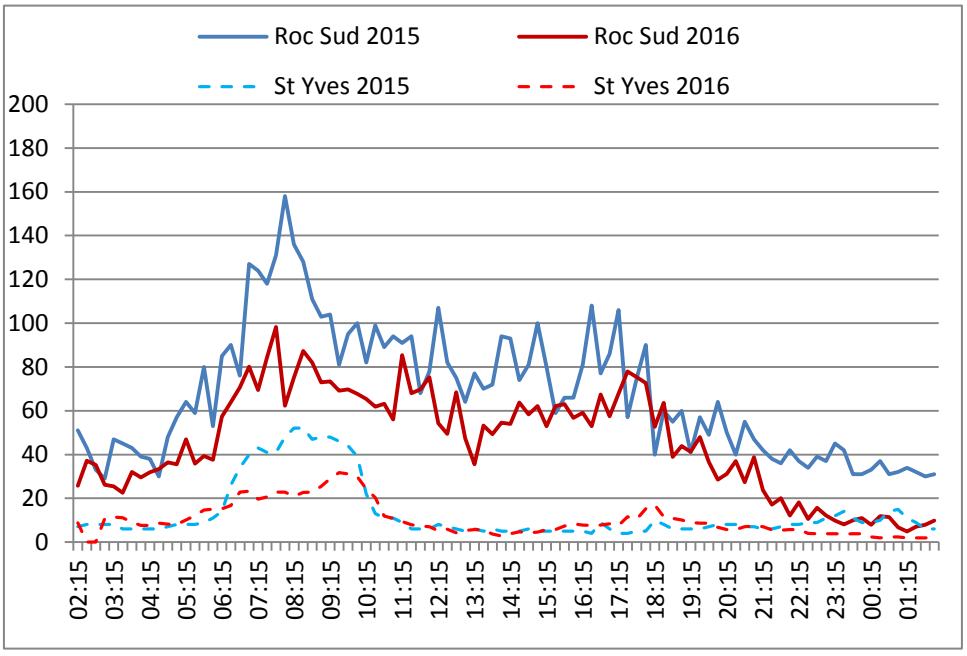
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

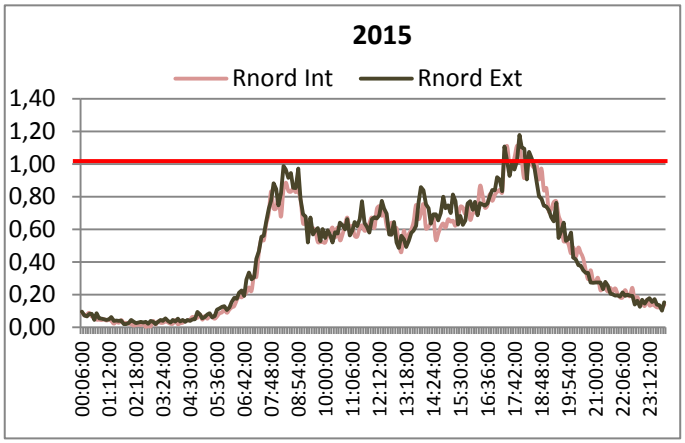


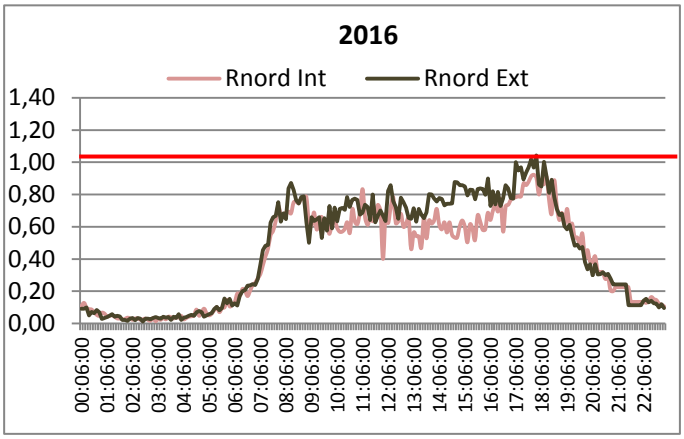
COUPLE B14	le	jeudi 30 juillet 2015	et le	lundi 1 août 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

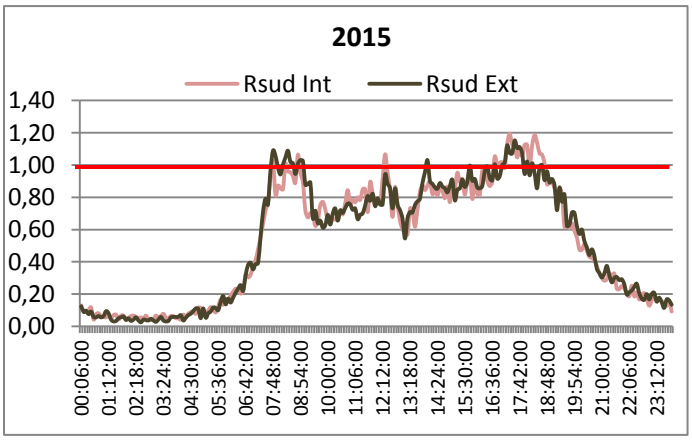
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	76711	73133	**-4,7%**	91482	83456	**-8,8%**	
Vitesse moyenne (km/h)	98,4	89,8	**-8,6**	86,4	73,6	**-12,8**	
% PL	11,6%	11,6%		13,4%	12,2%		
nb camion	8926	8514	**0,0%**	12266	10144	**-1,3%**	
Ind de congestion j *	0,44	0,42	**-0,02**	0,53	0,48	**-0,05**	** Débit/capacité voie*

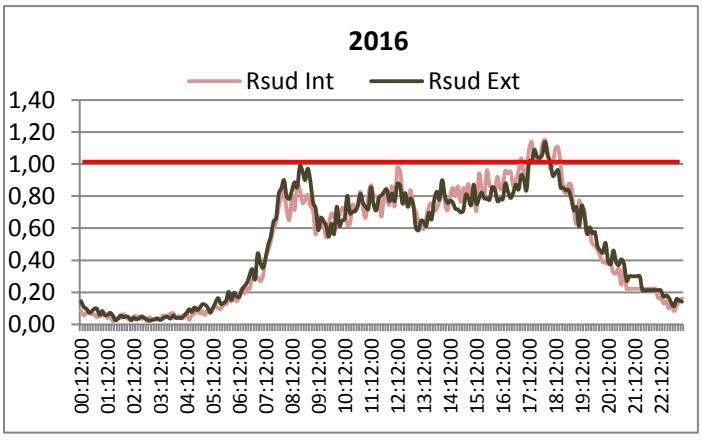
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps	ind congestion	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	4%	1%	10%	4%
>0,9 - <1	trafic dense	4%	2%	9%	9%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	93%	97%	82%	87%

COUPLE B15	le	mercredi 19 août 2015	et le	lundi 1 août 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	94
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	98%
moyenne journalière	63	40	58	46	19	10
mini	3,0	2,5	13,0	4,9	5,0	1,9
P25 (1er quartile)	44	25	39	27	10	5
P50 (médiane)	**62**	**40**	**60**	**49**	**13,5**	**7,8**
P75 (3ème quartile)	82	57	76	64	22	12
maxi	**128**	**92**	**120**	**98**	**63**	**32**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-15,4	-5,7

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

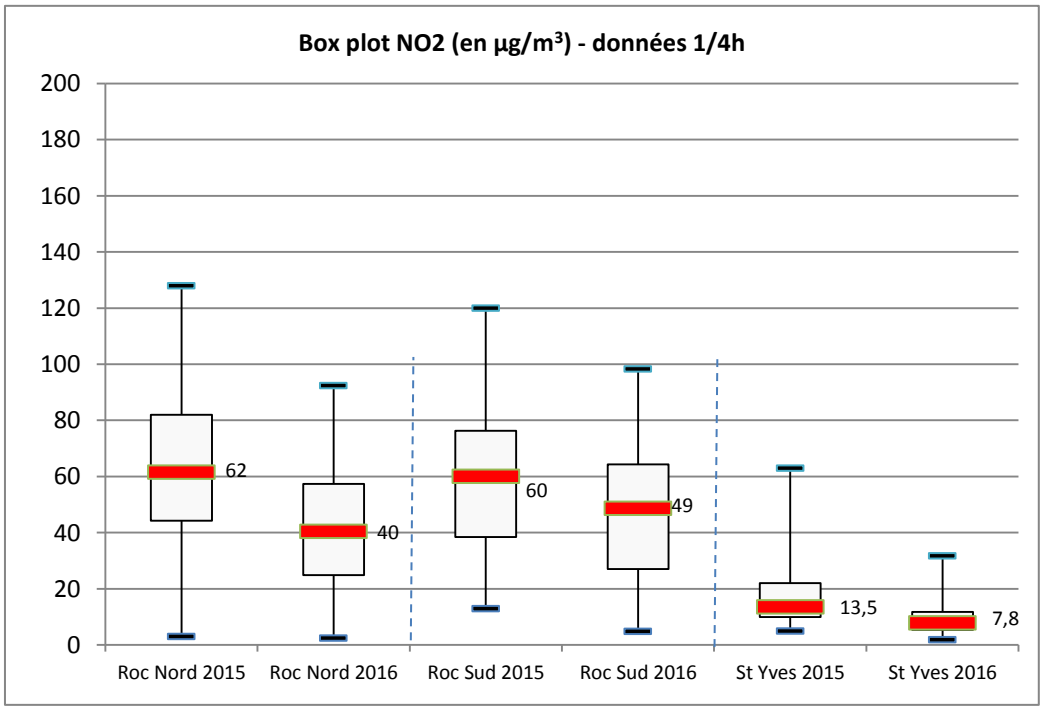
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-25,0%	-9,5%

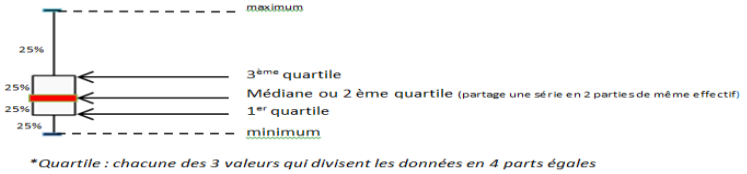
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-5,7

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





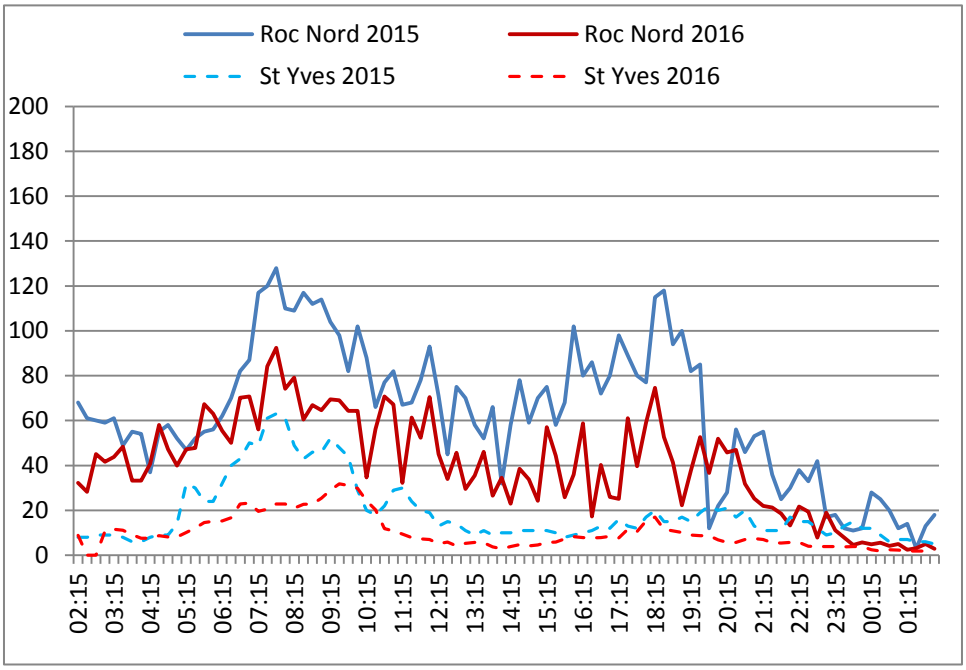
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B15 **le** **mercredi 19 août 2015** **et le** **lundi 1 août 2016**

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

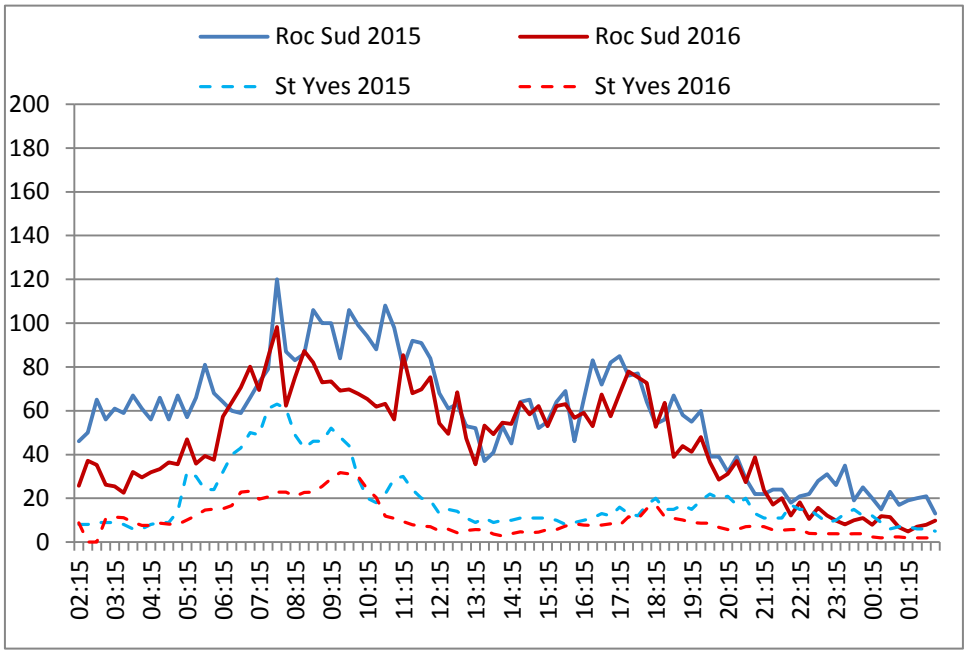
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

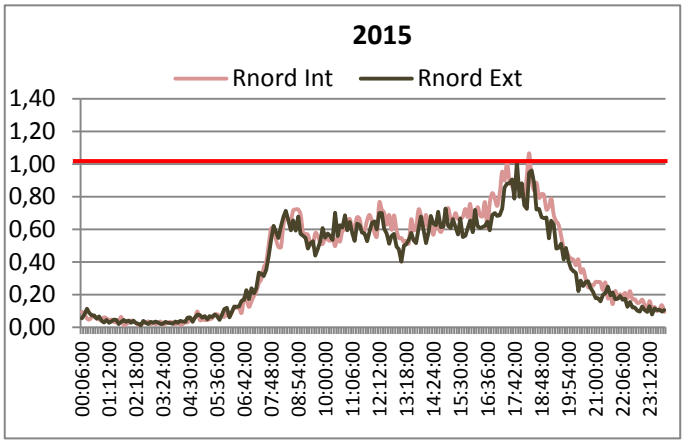


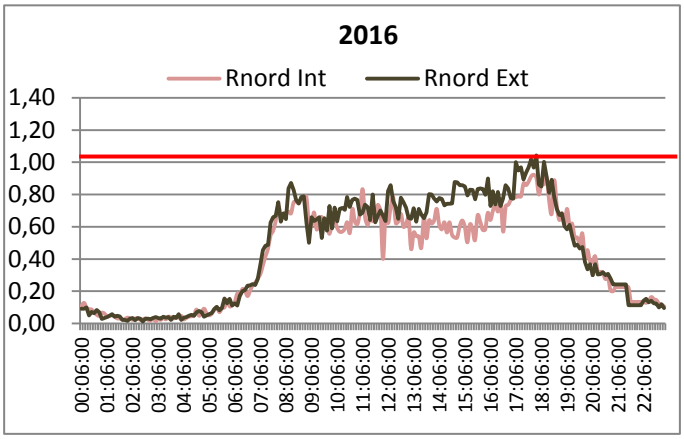
COUPLE B15	le	mercredi 19 août 2015	et le	lundi 1 août 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

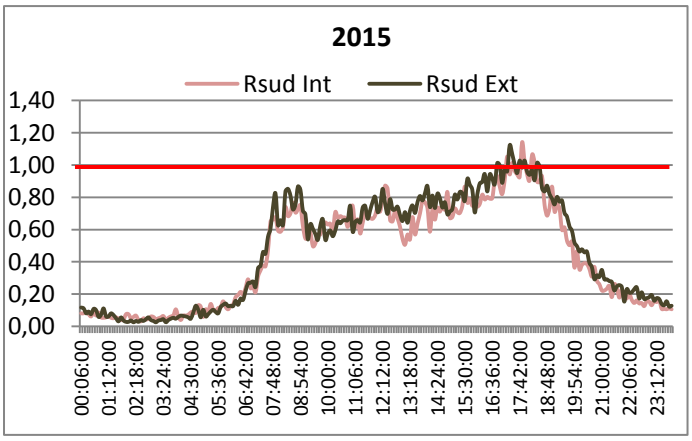
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	67077	73133	**9,0%**	79180	83456	**5,4%**	
Vitesse moyenne (km/h)	98,6	89,8	**-8,8**	87,3	73,6	**-13,8**	
% PL	9,8%	11,6%		12,1%	12,2%		
nb camion	6569	8514	**1,8%**	9604	10144	**0,0%**	
Ind de congestion j *	0,39	0,42	**0,04**	0,46	0,48	**0,02**	** Débit/capacité voie*

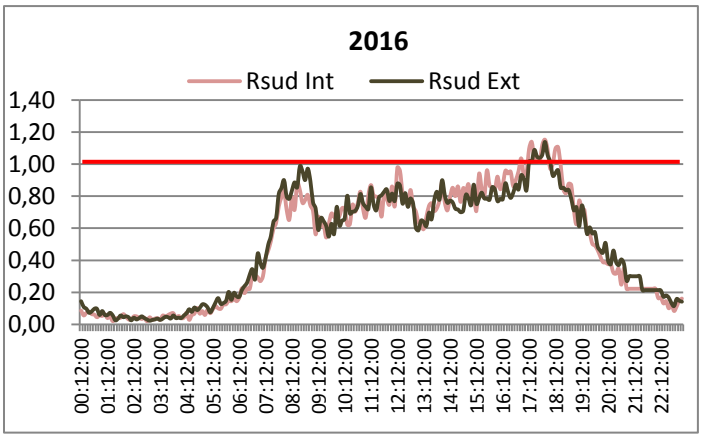
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	1%	1%	3%	4%
>0,9 - <1	trafic dense	1%	2%	5%	9%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	98%	97%	92%	87%

COUPLE B16	le	lundi 6 juillet 2015	et le	mardi 6 septembre 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	94	96	96	96	94	94
TF (en %)	98%	100%	100%	100%	98%	98%
moyenne journalière	54	40	35	46	19	13
mini	8,0	3,2	16,0	14,1	6,0	3,8
P25 (1er quartile)	35	22	27	33	12	8
P50 (médiane)	**50**	**32**	**35**	**43**	**15,0**	**12,0**
P75 (3ème quartile)	72	50	42	56	21	16
maxi	**134**	**103**	**60**	**102**	**51**	**34**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-15,0	11,3

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

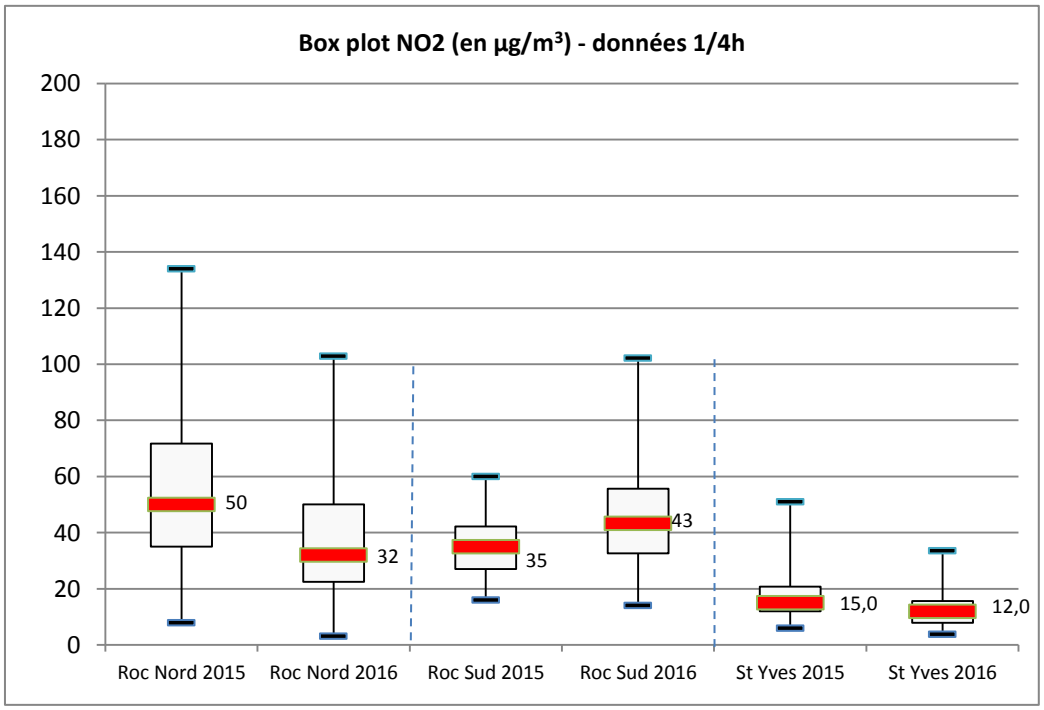
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-30,0%	32,3%

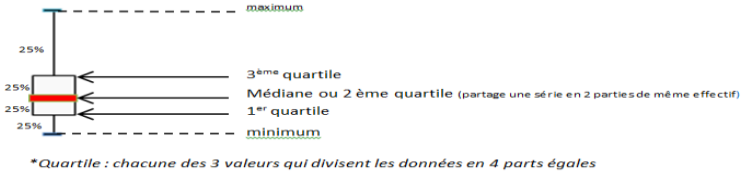
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
-3,1

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





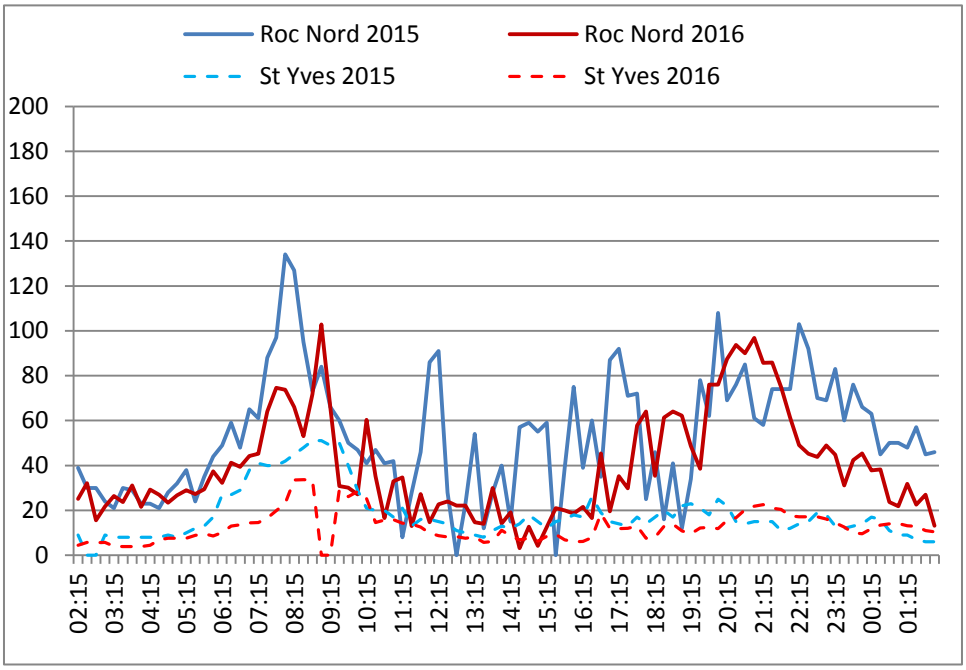
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B16	le	lundi 6 juillet 2015	et le	mardi 6 septembre 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

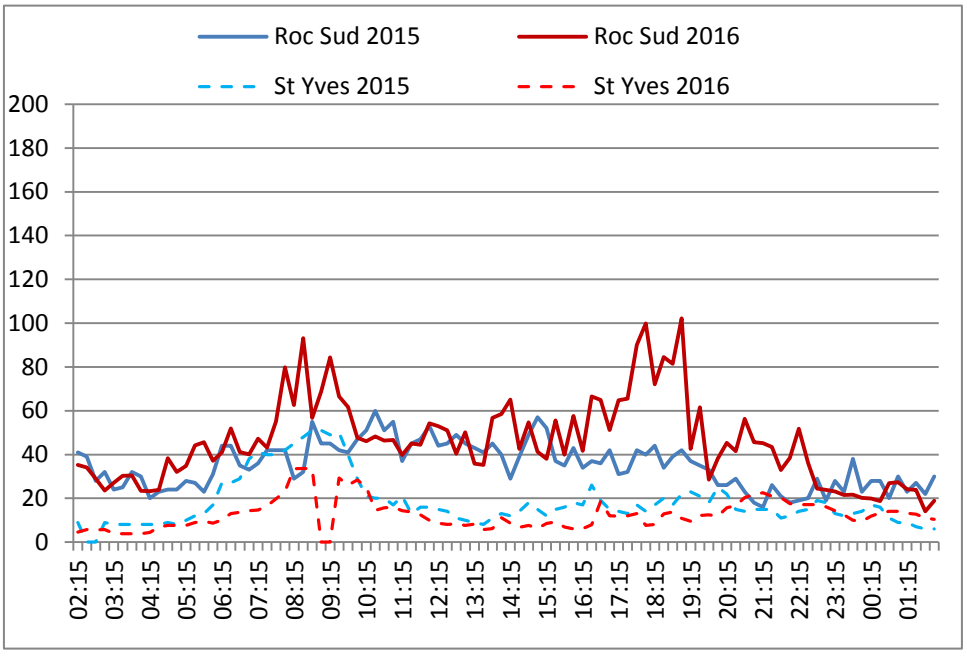
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

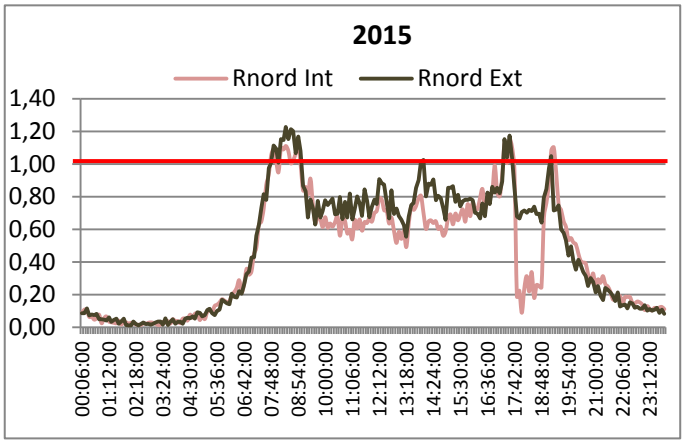


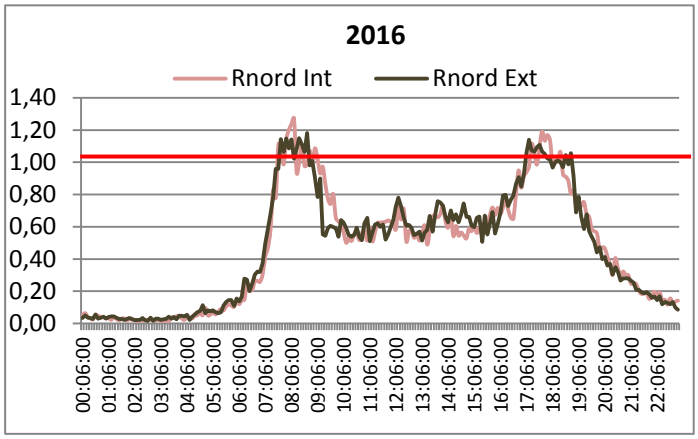
COUPLE B16	le	lundi 6 juillet 2015	et le	mardi 6 septembre 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

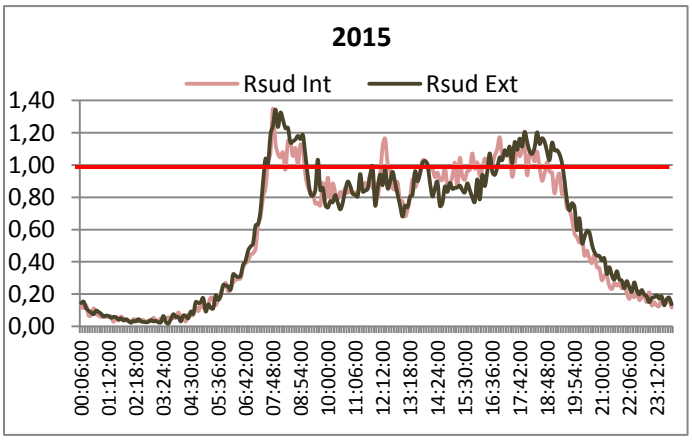
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	80891	79066	**-2,3%**	101661	88125	**-13,3%**	
Vitesse moyenne (km/h)	95,0	87,7	**-7,3**	83,7	70,4	**-13,3**	
% PL	10,5%	11,7%		11,8%	12,6%		
nb camion	8493	9265	**1,2%**	12035	11129	**0,8%**	
Ind de congestion j *	0,47	0,46	**-0,01**	0,59	0,51	**-0,08**	** Débit/capacité voie*

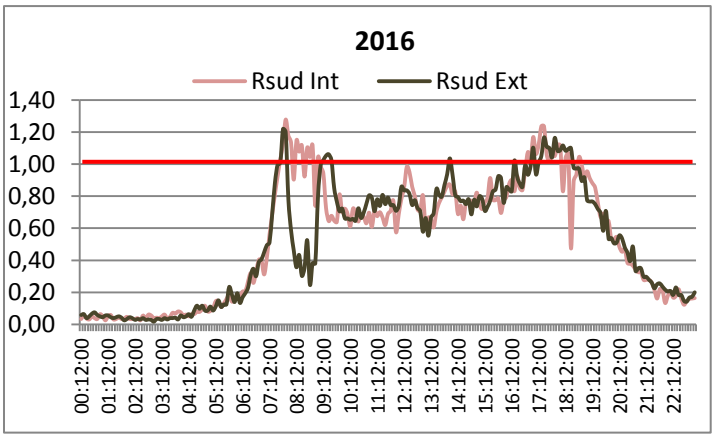
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
ind congestion					
≥ 1	trafic saturé	8%	10%	19%	11%
>0,9 - <1	trafic dense	3%	5%	10%	6%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	90%	85%	70%	83%

COUPLE B17	le	mercredi 9 septembre 2015	et le	mercredi 7 septembre 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	88	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	92%	100%
moyenne journalière	66	42	50	65	19	22
mini	11,0	0,6	13,0	10,4	3,0	7,6
P25 (1er quartile)	39	17	26	44	13	14
P50 (médiane)	**58**	**29**	**53**	**63**	**19,0**	**20,2**
P75 (3ème quartile)	89	59	63	85	24	31
maxi	**174**	**143**	**120**	**159**	**54**	**40**

ort impact réduction vitesse sur qualité air_

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-30,6	9,2

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

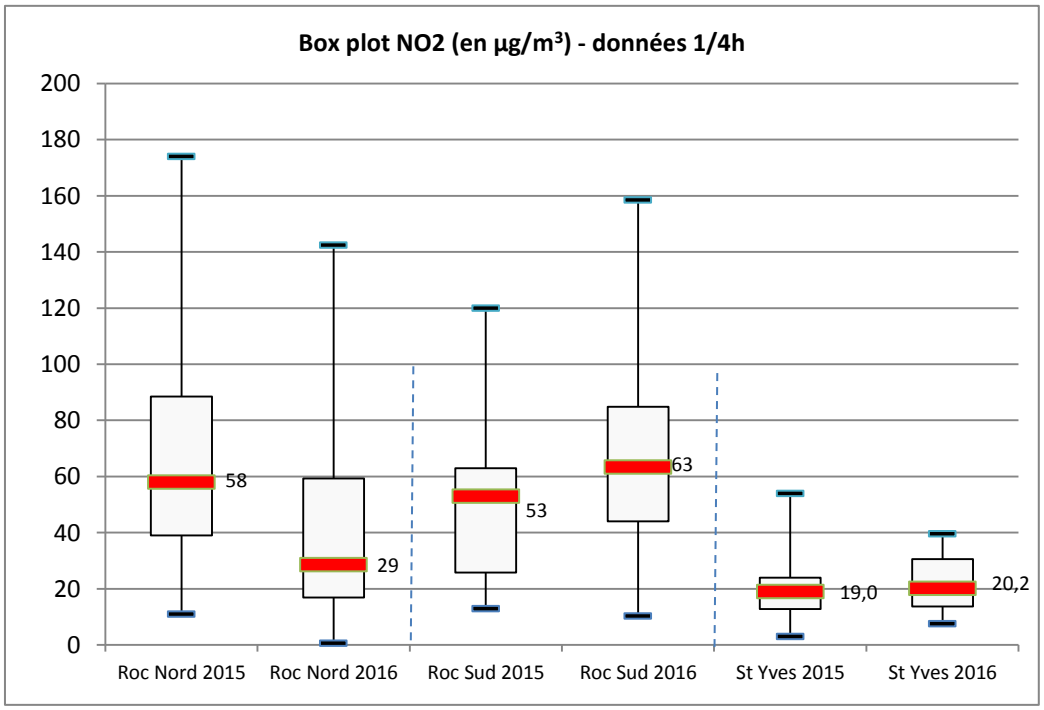
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-52,8%	17,3%

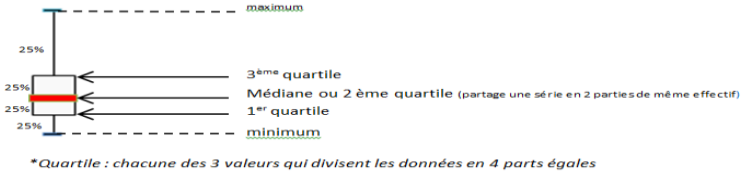
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
1,2

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





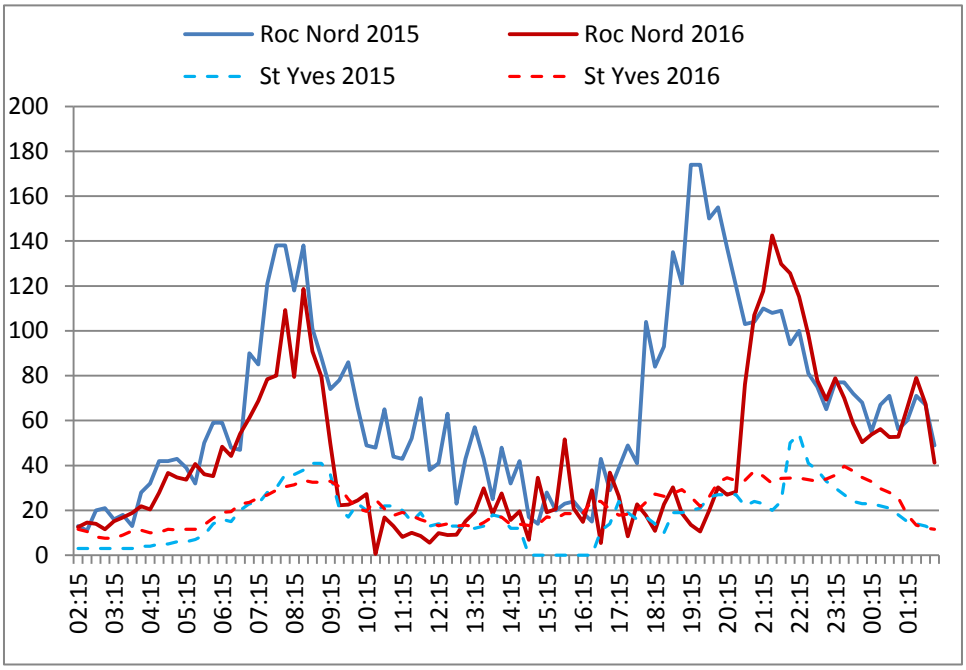
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B17 le **mercredi 9 septembre 2015** et le **mercredi 7 septembre 2016**

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

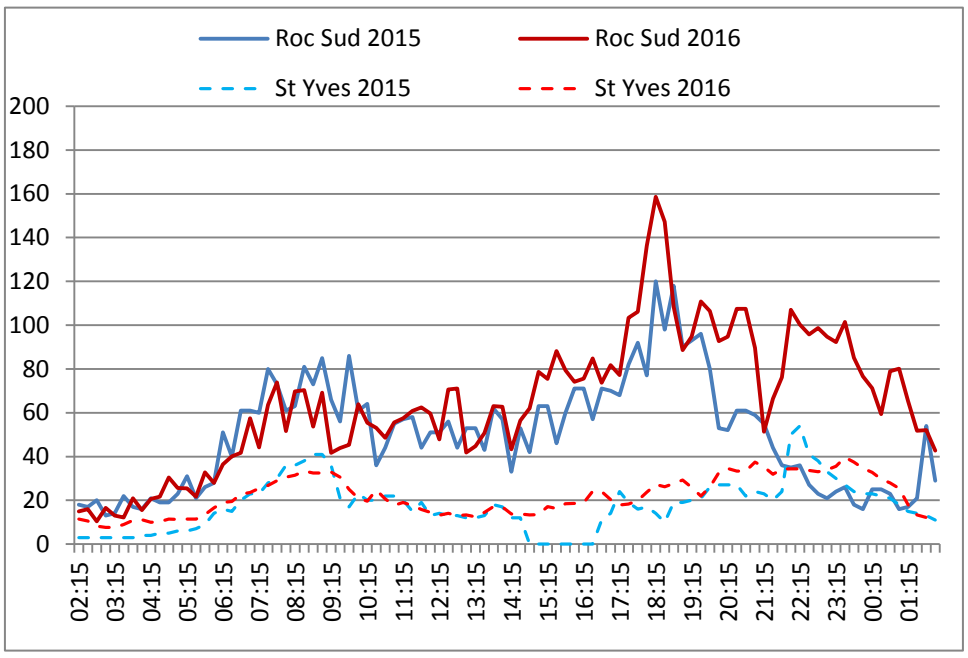
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

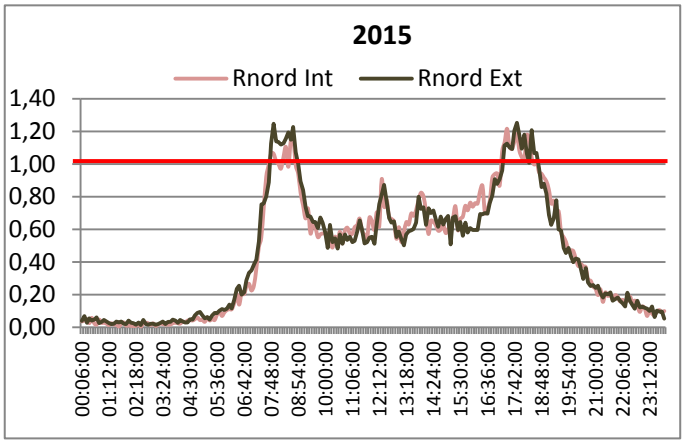


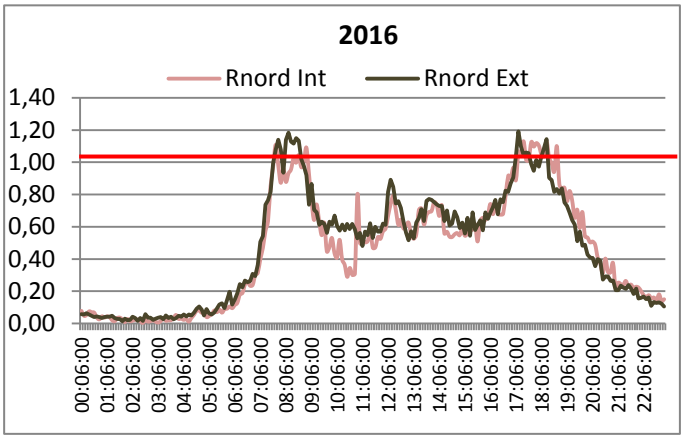
COUPLE B17	le	mercredi 9 septembre 2015	et le	mercredi 7 septembre 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

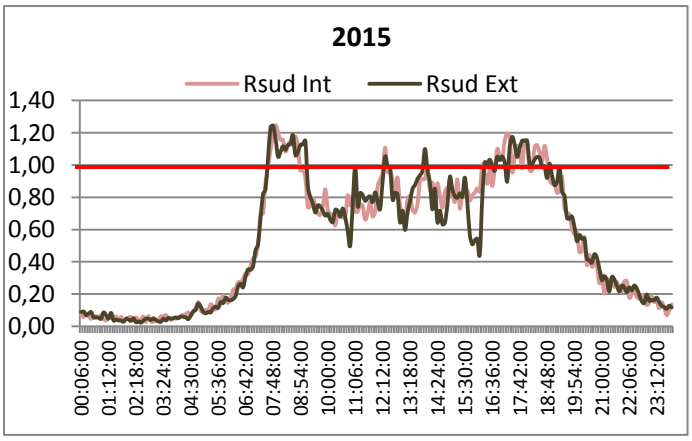
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	78970	77718	**-1,6%**	93748	90400	**-3,6%**	
Vitesse moyenne (km/h)	96,0	84,8	**-11,2**	83,2	71,8	**-11,4**	
% PL	10,3%	11,7%		12,9%	12,5%		
nb camion	8096	9064	**1,4%**	12090	11290	**-0,4%**	
Ind de congestion j *	0,46	0,45	**-0,01**	0,54	0,52	**-0,02**	** Débit/capacité voie*

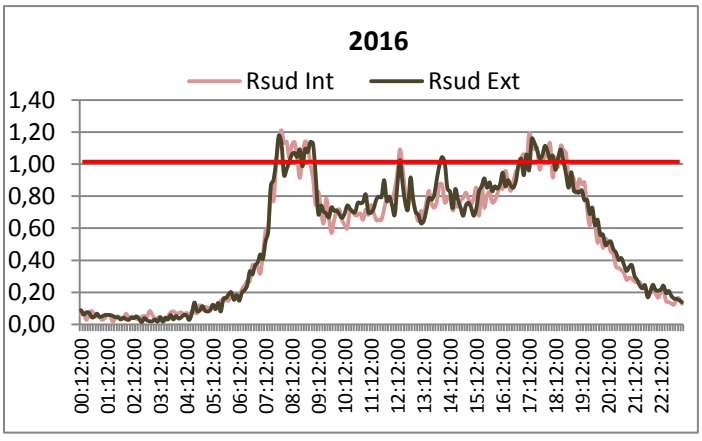
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
ind congestion					
≥ 1	trafic saturé	10%	8%	15%	12%
>0,9 - <1	trafic dense	4%	5%	8%	6%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	87%	77%	82%

COUPLE B18 le **vendredi 4 septembre 2015** et le **vendredi 9 septembre 2016**

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	91
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	95%
moyenne journalière	78	34	74	58	13	18
mini	25,0	4,8	39,0	27,5	2,0	0,9
P25 (1er quartile)	62	16	56	44	6	10
P50 (médiane)	**79**	**26**	**77**	**54**	**9,0**	**14,5**
P75 (3ème quartile)	96	46	88	67	18	19
maxi	**150**	**111**	**134**	**144**	**50**	**54**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)
(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3		(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
	NO2	-58,2	-28,4

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

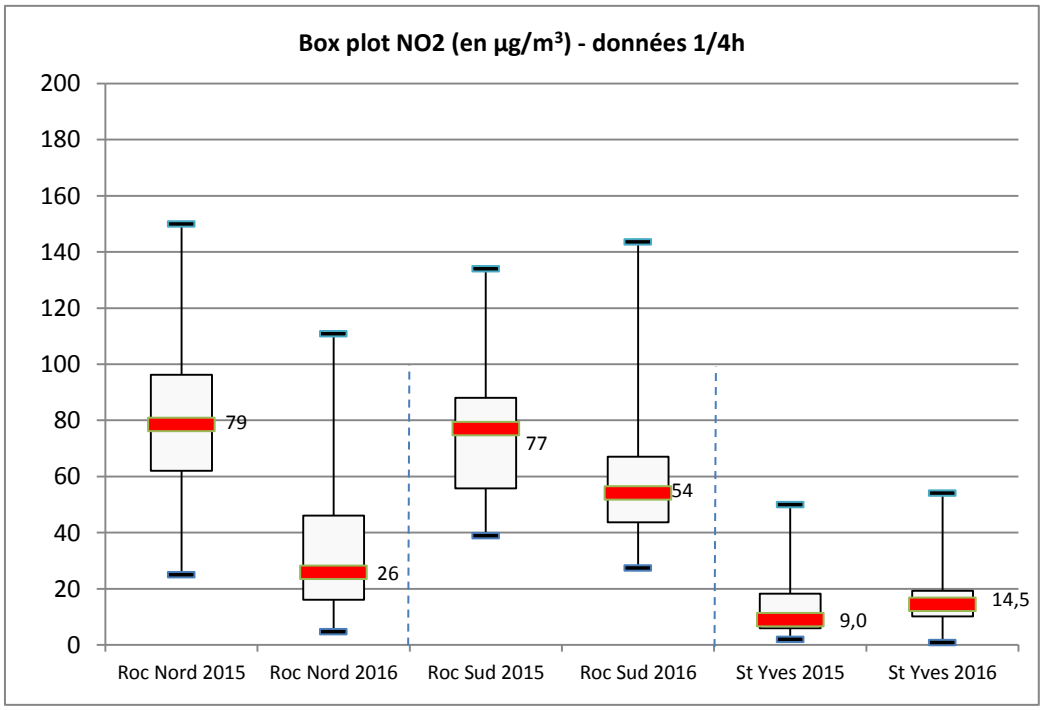
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-74,1%	-36,9%

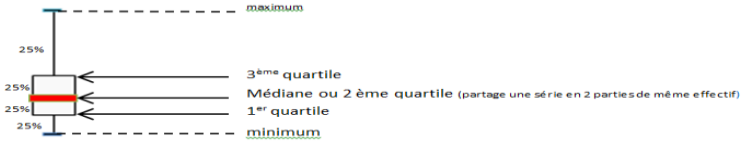
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
5,5

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





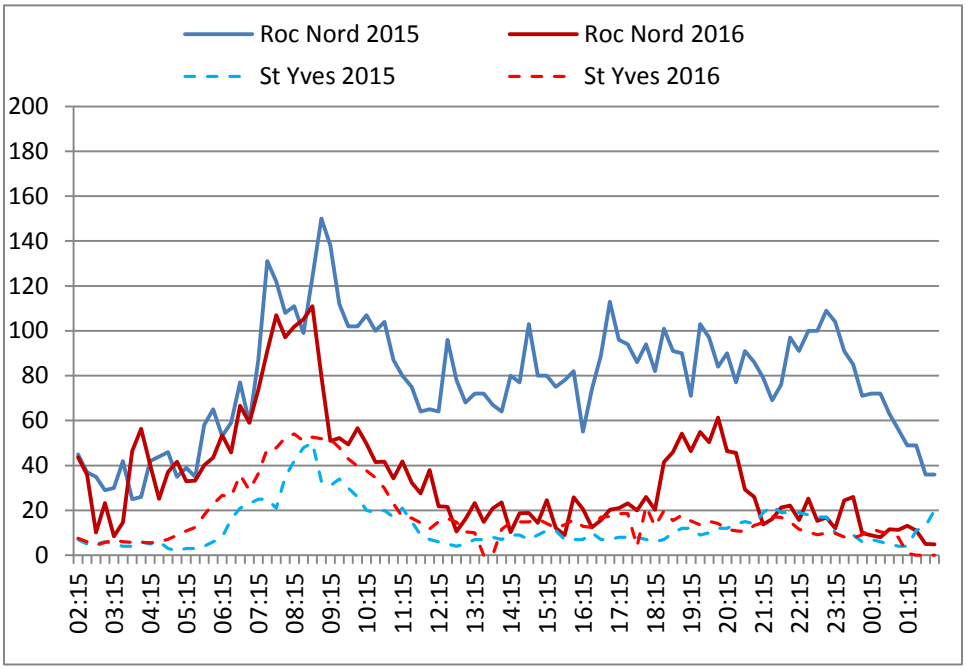
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B18 **le** **vendredi 4 septembre 2015** **et le** **vendredi 9 septembre 2016**

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

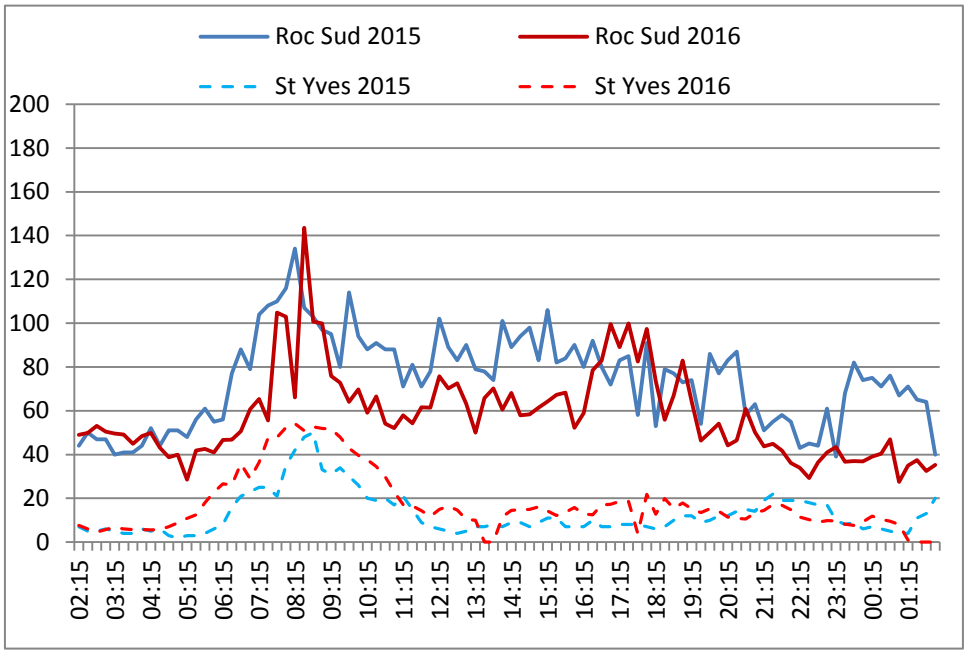
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

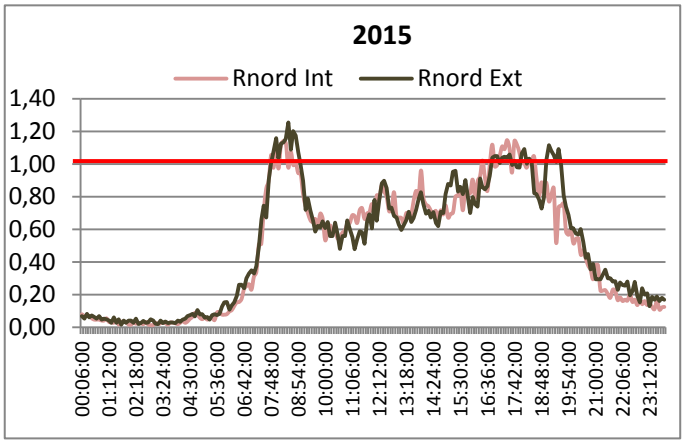


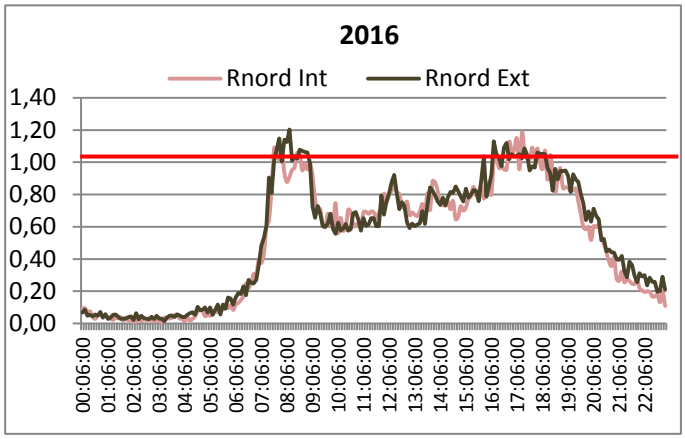
COUPLE B18	le	vendredi 4 septembre 2015	et le	vendredi 9 septembre 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

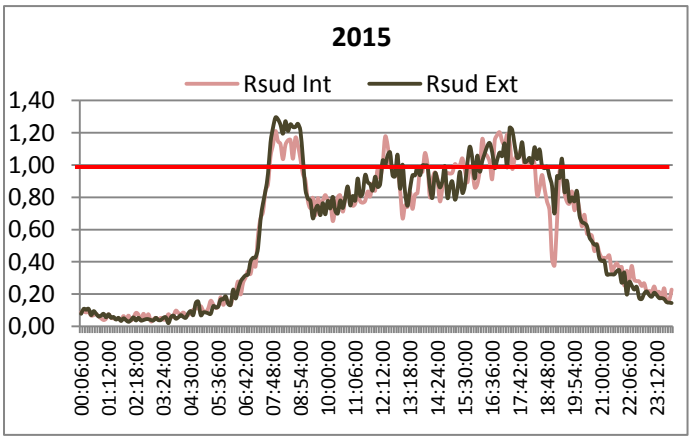
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	86519	88877	**2,7%**	101251	99782	**-1,5%**	
Vitesse moyenne (km/h)	96,3	86,2	**-10,1**	84,8	70,6	**-14,1**	
% PL	8,9%	9,9%		11,0%	10,8%		
nb camion	7734	8802	**1,0%**	11141	10755	**-0,2%**	
Ind de congestion j *	0,50	0,51	**0,01**	0,59	0,58	**-0,01**	** Débit/capacité voie*

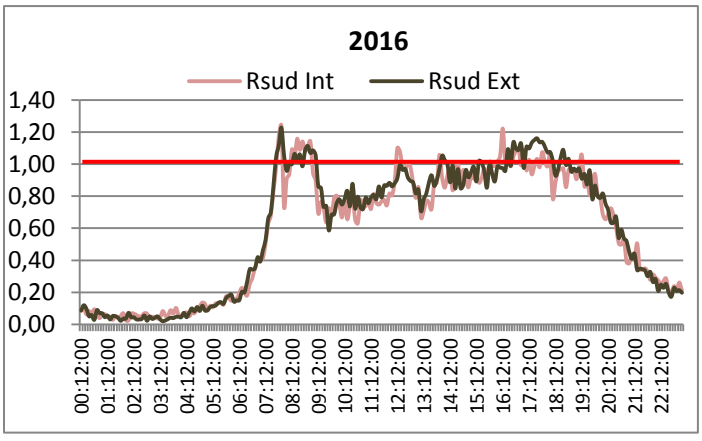
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps ind congestion		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
≥ 1	trafic saturé	11%	11%	18%	15%
>0,9 - <1	trafic dense	5%	7%	12%	15%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	83%	82%	70%	71%

COUPLE B19	le	jeudi 25 juin 2015	et le	jeudi 22 septembre 2016

1- DISTRIBUTION STATISTIQUE DES DONNEES

	NO2 (en µg/m³)					
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016	St Yves 2015	St Yves 2016
nb valeurs 1/4h	96	96	96	96	96	96
TF (en %)	100%	100%	100%	100%	100%	100%
moyenne journalière	89	66	83	73	31	31
mini	39,0	16,1	25,0	27,9	6,0	11,6
P25 (1er quartile)	69	41	67	52	17	18
P50 (médiane)	**88**	**63**	**79**	**74**	**22,5**	**24,6**
P75 (3ème quartile)	107	91	97	91	38	41
maxi	**172**	**121**	**154**	**134**	**93**	**75**

Ecart absolu médiane (prise en compte du fond)

(1) ER = (med 2016- (diff fond)) - med 2015

µg/m3	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-26,9	-6,6

Ecart relatif médiane (prise en compte du fond)

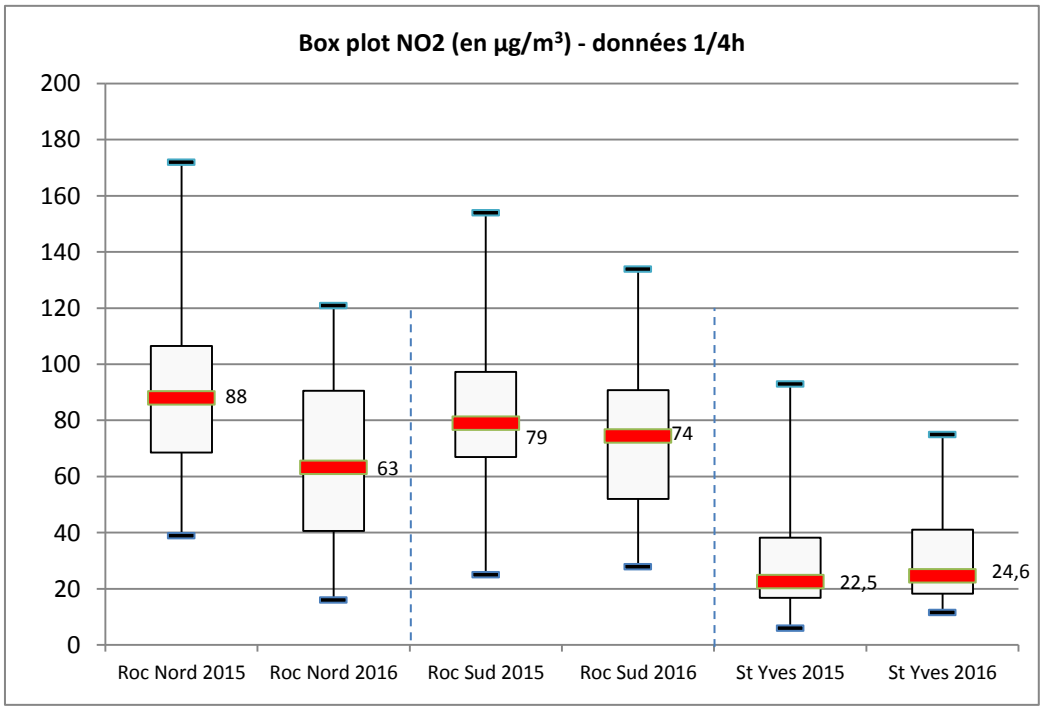
en %	(1) Roc Nord	(1) Roc Sud
NO2	-30,5%	-8,4%

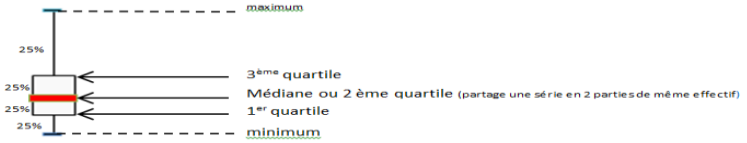
Différence fond (st yves) 2015-2016

St Yves (UF)
2,1

ER = ((med 2016-diff fond))-med 2015)/med 2015

2- GRAPHIQUE BOX PLOT





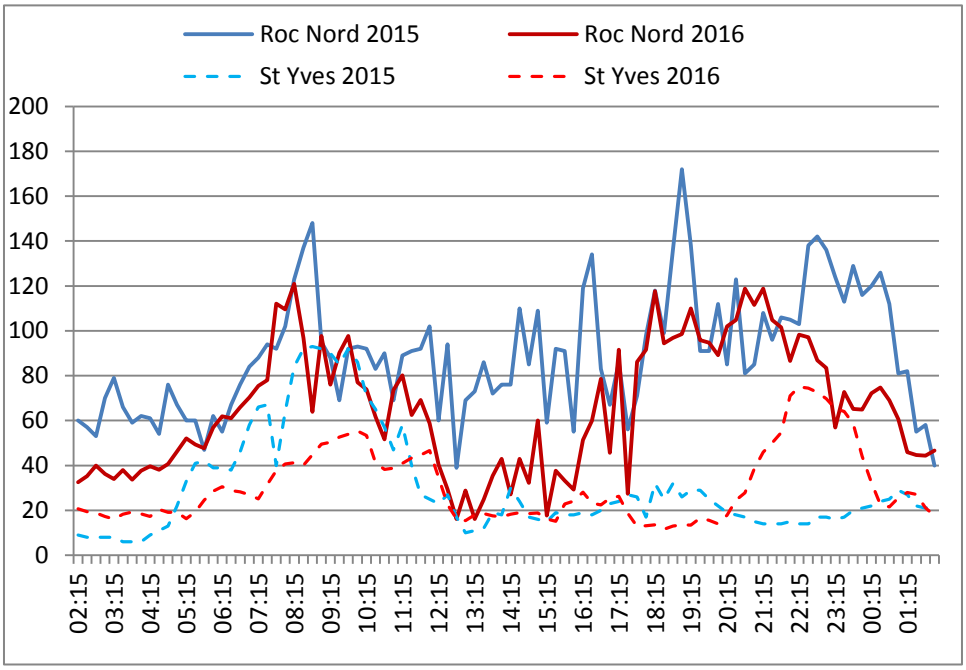
*Quartile : chacune des 3 valeurs qui divisent les données en 4 parts égales

COUPLE B19	le	jeudi 25 juin 2015	et le	jeudi 22 septembre 2016

2- EVOLUTION CONCENTRATIONS HORAIRES

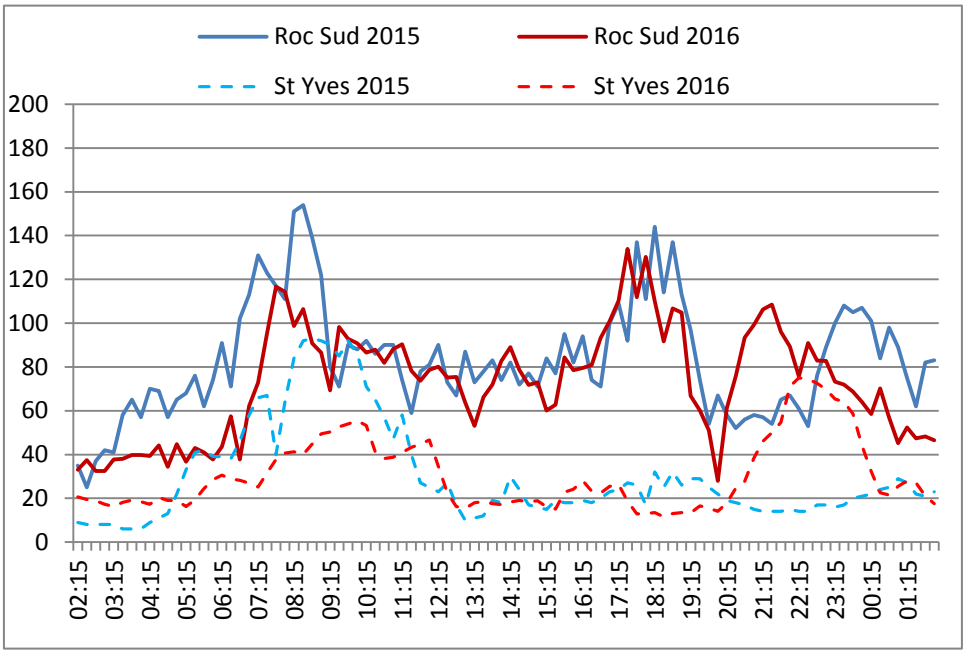
ROCADE NORD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)



ROCADE SUD

Evolution des concentrations (1/4h) en NO_2 ($\mu g/m^3$)

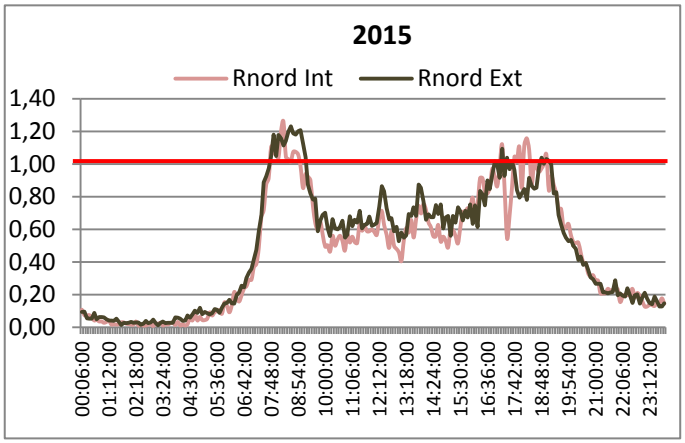


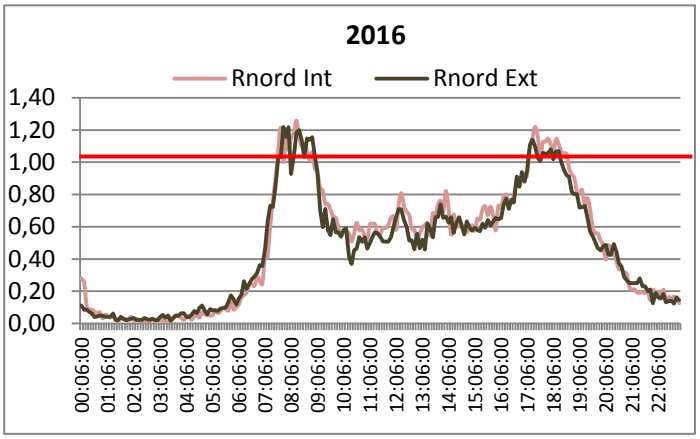
COUPLE B19	le	jeudi 25 juin 2015	et le	jeudi 22 septembre 2016

3- EVOLUTION TRAFIC

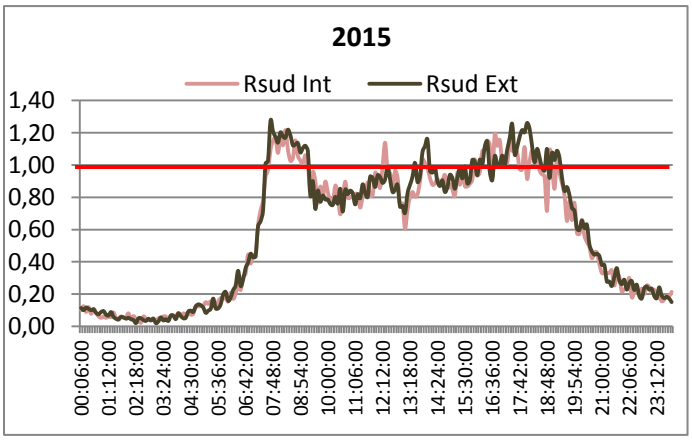
	Roc Nord 2015	Roc Nord 2016		Roc Sud 2015	Roc Sud 2016		
Trafic cumulé par j	82046	80321	**-2,1%**	102047	90649	**-11,2%**	
Vitesse moyenne (km/h)	94,7	89,5	**-5,2**	82,7	72,4	**-10,3**	
% PL	10,4%	11,5%		11,7%	12,3%		
nb camion	8552	9277	**1,1%**	11951	11152	**0,6%**	
Ind de congestion j *	0,47	0,46	**-0,01**	0,59	0,52	**-0,07**	** Débit/capacité voie*

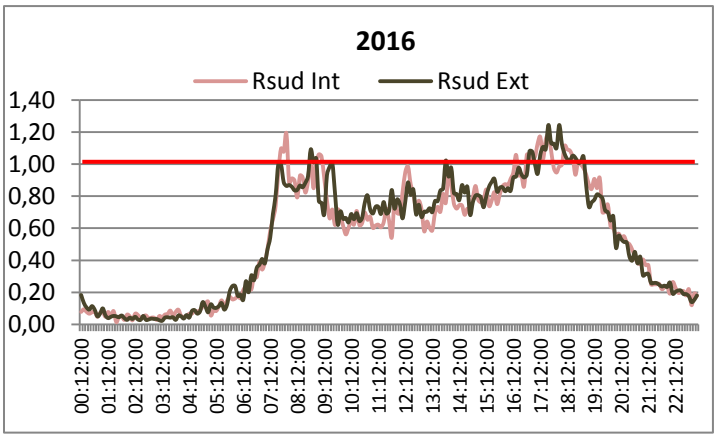
VITESSE TRAFIC ROCADE NORD





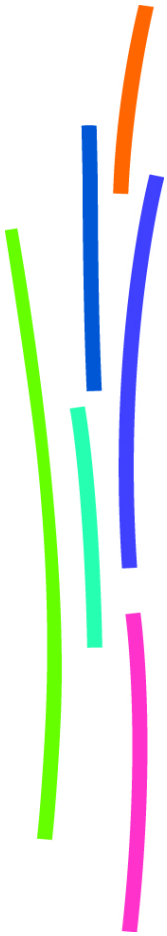
VITESSE TRAFIC ROCADE SUD





REGIME TRAFIC

% tps		Roc Nord 2015	Roc Nord 2016	Roc Sud 2015	Roc Sud 2016
ind congestion					
≥ 1	trafic saturé	10%	12%	19%	10%
>0,9 - <1	trafic dense	5%	3%	12%	8%
≤ 0,9	trafic fluide à dense	86%	85%	69%	82%



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Environnement,
de l'Énergie
et de la Mer