

Annexe 1

QUALITÉ DE L'AIR

Remarque de l'Ae :

Les éléments présentés résultent d'une étude de risque sanitaire de niveau 2, adaptée aux caractéristiques du projet. Ils montrent notamment que, du fait de l'augmentation du trafic et des distances parcourues induits par la nouvelle infrastructure, le projet conduit à un accroissement des émissions des différents polluants de 4 à 14 % à l'échelle de l'aire d'étude. Cependant l'éloignement des flux de circulation des secteurs les plus denses de l'agglomération conduit à une légère diminution de l'exposition globale de la population (les IPP de différents polluants diminuent, de -0,01 % à -0,3 %).

Note de bas de page n°76 : Dont, selon l'étude réalisée par le rapport du bureau d'études Numtech que la DREAL a transmise aux rapporteurs et sur la base duquel s'est fondé l'étude d'impact, +8 % pour les PM₁₀ et +9 % pour le benzène - polluants considérés comme les plus nocifs pour la santé humaine par l'Agence européenne de l'environnement.

Les bilans d'émissions établis pour l'horizon d'étude, à l'échelle de l'aire d'étude, sont les suivants :

	Conso. (T/jr)	CO ₂ (T/ jr)	CO (T/jr)	NOx (T/jr)	COV (T/jr)	PM (T/jr)	SO ₂ (kg/jr)	Benzène (kg/jr)	Cd (kg/jr)	Ni (kg/jr)
Projet A28-A13	891.5	2798.1	4.0	3.7	0.31	1.16	17.9	8.3	0.01	0.023
Fil de l'eau	847.9	2661.8	3.5	3.6	0.29	1.07	17.1	7.6	0.01	0.022
Impact de la mise en place du projet	+5%	+5%	+14%	+3%	+7%	+8%	+5%	+9%	+0%	+5%

TABLEAU 1 - BILAN DES ÉMISSIONS SUR L'AIRE D'ÉTUDE (ANNÉE 2024)

Ces chiffres ne peuvent pas directement être comparés aux résultats de l'IPP, pour plusieurs raisons :

- Les résultats de l'IPP font intervenir les concentrations dans l'air ambiant en polluants, et non leurs émissions ;
- certains de ces résultats intègrent également la pollution de fond, c'est-à-dire une part de concentration non imputable au trafic routier ;
- enfin, l'IPP a été calculé uniquement au niveau des bâtiments d'habitation du domaine d'étude. Par conséquent l'intégralité du domaine d'étude n'est pas couverte, alors que les données d'émission couvrent tout le domaine.

Afin de compléter le rapport Air et santé sur ce point, le tableau suivant présente les valeurs moyennes des variations des concentrations moyennes annuelles simulées avec et sans projet, pour les polluants NO₂, PM₁₀ et benzène. Ces résultats correspondent aux variations calculées au niveau des zones habitées du domaine d'étude, c'est-à-dire sur les mêmes points de calcul que ceux ayant été exploités pour le calcul de l'IPP. Le tableau présente également la proportion du nombre de points de calcul du domaine d'étude qui voit sa concentration augmenter après la mise en place du projet.

Ce tableau présente ces résultats pour le trafic routier modélisé seul, c'est-à-dire sans tenir compte de la pollution de fond.

Réseau routier modélisé seul	Benzène	NO ₂	PM ₁₀
Ecart relatif après mise en place du projet	2.89 %	-0.54 %	-0.03 %
Proportion des points de calculs pour lesquels la concentration moyenne annuelle augmente	54%	40%	48%

TABLEAU 2 – VARIATIONS DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES SUR LES POINTS DE CALCUL CONSIDÉRÉS DE L'AIRE D'ÉTUDE, SUITE À LA MISE EN PLACE DU PROJET, POUR L'HORIZON 2024

Globalement à l'échelle du domaine d'étude, pour les points de calculs considérés (habitations), on constate une augmentation des concentrations moyennes annuelles en benzène, et une diminution des concentrations moyennes annuelles en NO₂ et PM₁₀. De même, une majorité (plus de 50%) des points de calculs voient leur concentration moyenne annuelle augmenter en benzène, suite à la mise en place du projet, et diminuer en NO₂ et PM₁₀.

Ces différences entre les polluants sont notamment dues à l'impact de la vitesse de circulation sur les émissions de ces polluants. Le graphe suivant illustre l'impact de la vitesse de circulation sur les émissions unitaires des VL (en trait plein) et des PL (en pointillés). Ces émissions sont exprimées de façon unitaire de façon à pouvoir être comparées : l'émission calculée pour un véhicule parcourant 1 km à 50km/h est ramenée à 1, et les émissions pour les autres vitesses sont exprimées par rapport à cette référence. A noter que pour les PL, la vitesse maximale permise par COPCETE est de 86 km/h (la vitesse maximale autorisée sur autoroute pour la majorité des PL étant de 90 km/h).

Cette courbe montre que pour le benzène, le rapport entre l'émission des VL à 130 km/h (vitesse considérée pour le projet) et l'émission à vitesse plus réduite, est plus important que pour les NOx et les PM₁₀. Par conséquent la mise en place du projet (qui reporte une partie des trafics vers un axe à vitesse de circulation plus élevée) a un impact plus négatif pour le benzène que pour les deux autres polluants.

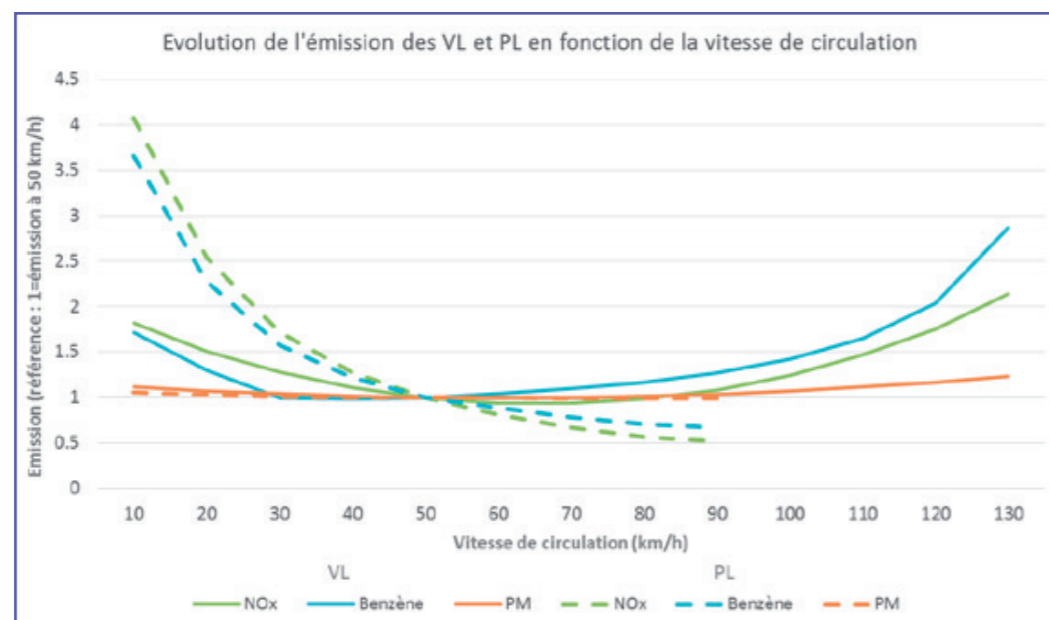


FIGURE 1 – EVOLUTION DES ÉMISSIONS DE NOX, BENZÈNE ET PM EN FONCTION DE LA VITESSE DE CIRCULATION (COPCETE, ANNÉE 2024)

A noter enfin que les cartes d'IPP permettent d'illustrer graphiquement ces variations des concentrations moyennes annuelles. En effet en chaque point, l'IPP est calculé comme le produit des concentrations en un polluant, et de la population. Les cartes du chapitre 6.4 – Variation spatiale de l'indice, du rapport Air et Santé présentent les variations de l'IPP, entre l'état futur avec et sans aménagement. La population étant supposée identique entre ces deux scénarios, ces cartes reflètent donc directement les variations de concentrations en polluants.

Ainsi, les valeurs de l'IPP global montrent qu'en ne considérant que l'impact du réseau routier modélisé, la mise en place du projet conduit à une diminution de l'IPP de 1.3% en benzène, 2.4% en NO₂, et 5.1% en PM₁₀.

Remarque de l'Ae :

Autour de la nouvelle infrastructure, c'est au niveau du rond-point des Vaches en entrée de Saint-Étienne-du-Rouvray que le projet conduit à la situation la plus critique. Les concentrations en PM₁₀ en bordure de voie pourront en effet y atteindre, en moyenne annuelle, 47 microgrammes par mètre cube. Concernant le NO₂, le dossier ne précise pas le résultat des simulations de concentration en bordure de voie. Il indique seulement que, au niveau du rond-point des Vaches et de la zone de raccordement à A13 à Incarville, ces simulations conduisent à des concentrations supérieures, en moyenne annuelle, à 20 microgrammes par mètre cube sur une distance « pouvant aller » jusqu'à 200 ou 300 mètres de la voie. L'Ae note la présence, à quelques dizaines de mètres du rond-point des Vaches et de la bande de DUP à Incarville, de bâtiments à usage de logement ou professionnel.

L'Ae recommande de préciser le résultat des simulations en dioxyde d'azote en bordure de voie au niveau du rond-point des Vaches et la zone de raccordement à A13 à Incarville.

En introduction pour rappel, les seuils réglementaires définis par l'article R 221-1 du Code de l'Environnement, portant sur les PM₁₀ et le NO₂ sont les suivants :

Polluant	Type de donnée	Valeur (µg/m³)	Définition
NO ₂	Moyenne annuelle	40	Objectif de qualité
	Moyenne annuelle	40	Valeur limite pour la protection de la santé humaine
	Moyenne horaire	200	Seuil d'information et de recommandation
	Percentiles 99.8 horaires	200	Valeur limite pour la protection de la santé humaine
	Moyenne horaire pendant 5 heures consécutives	400	Seuil d'alerte
PM ₁₀	Moyenne annuelle	30	Objectif de qualité
	Moyenne annuelle	40	Valeur limite pour la protection de la santé humaine
	Percentiles 90.4 journaliers	50	Valeur limite pour la protection de la santé humaine
	Moyenne journalière	50	Seuil d'information et de recommandation
	Moyenne journalière	80	Seuil d'alerte

TABEAU 3 – SEUILS DE QUALITÉ DE L'AIR ISSUS DE L'ARTICLE R221-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT POUR LE NO₂ ET LES PM₁₀

Lexique - Percentile : En chaque point de la grille d'étude, le percentile Px (horaire ou journalier) représente la concentration à laquelle x% des valeurs (horaires ou journalières) calculées sur la période en sont inférieures.

Les cartographies des pages suivantes présentent les concentrations simulées pour le fil de l'eau, et pour la situation projet, zoomées sur les zones en question : le rond-point des Vaches, puis la zone de raccordement à A13. Ces cartes sont fournies pour le NO₂, les PM₁₀, et le benzène.

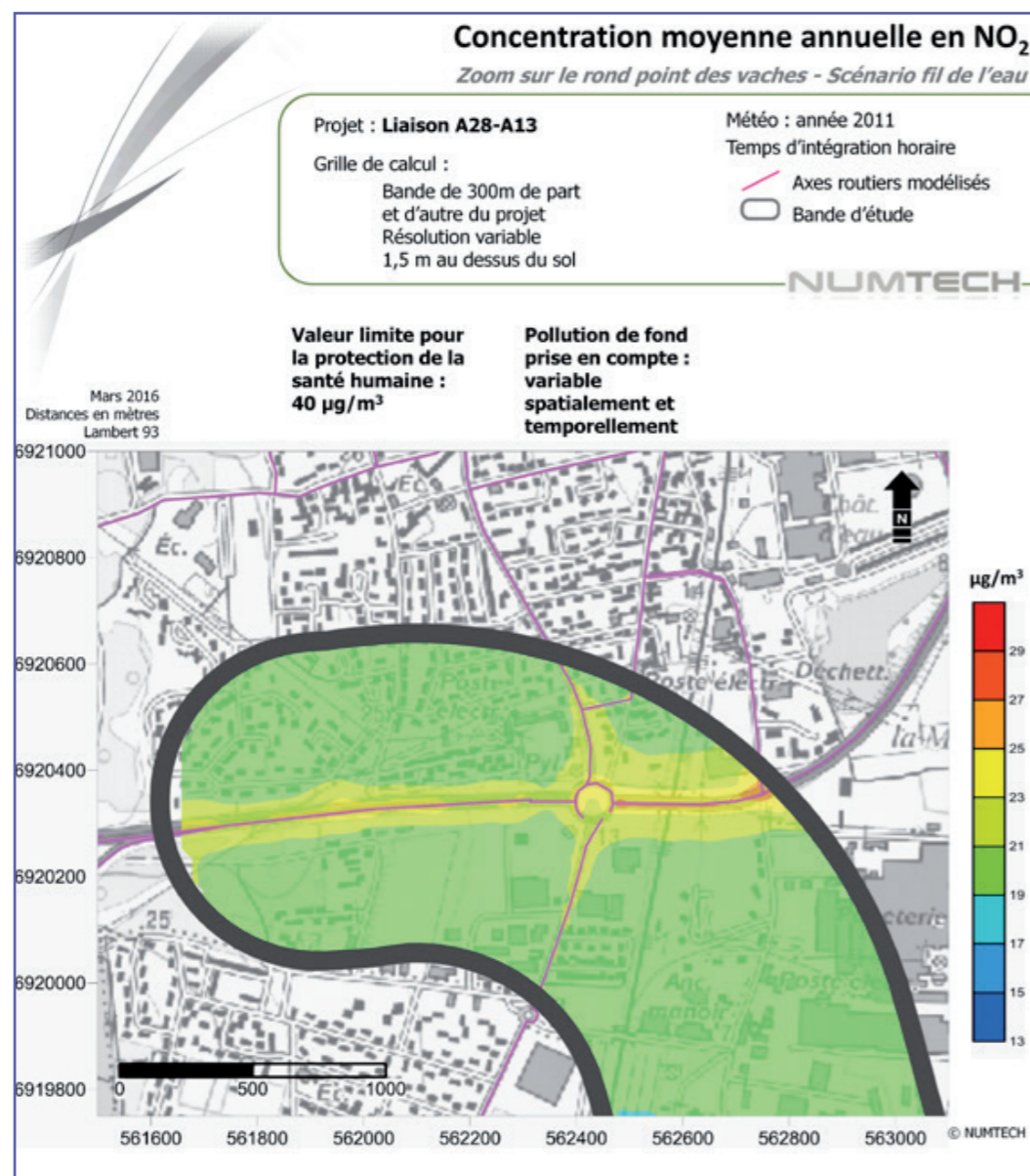


FIGURE 2 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ POUR LE FIL DE L'EAU

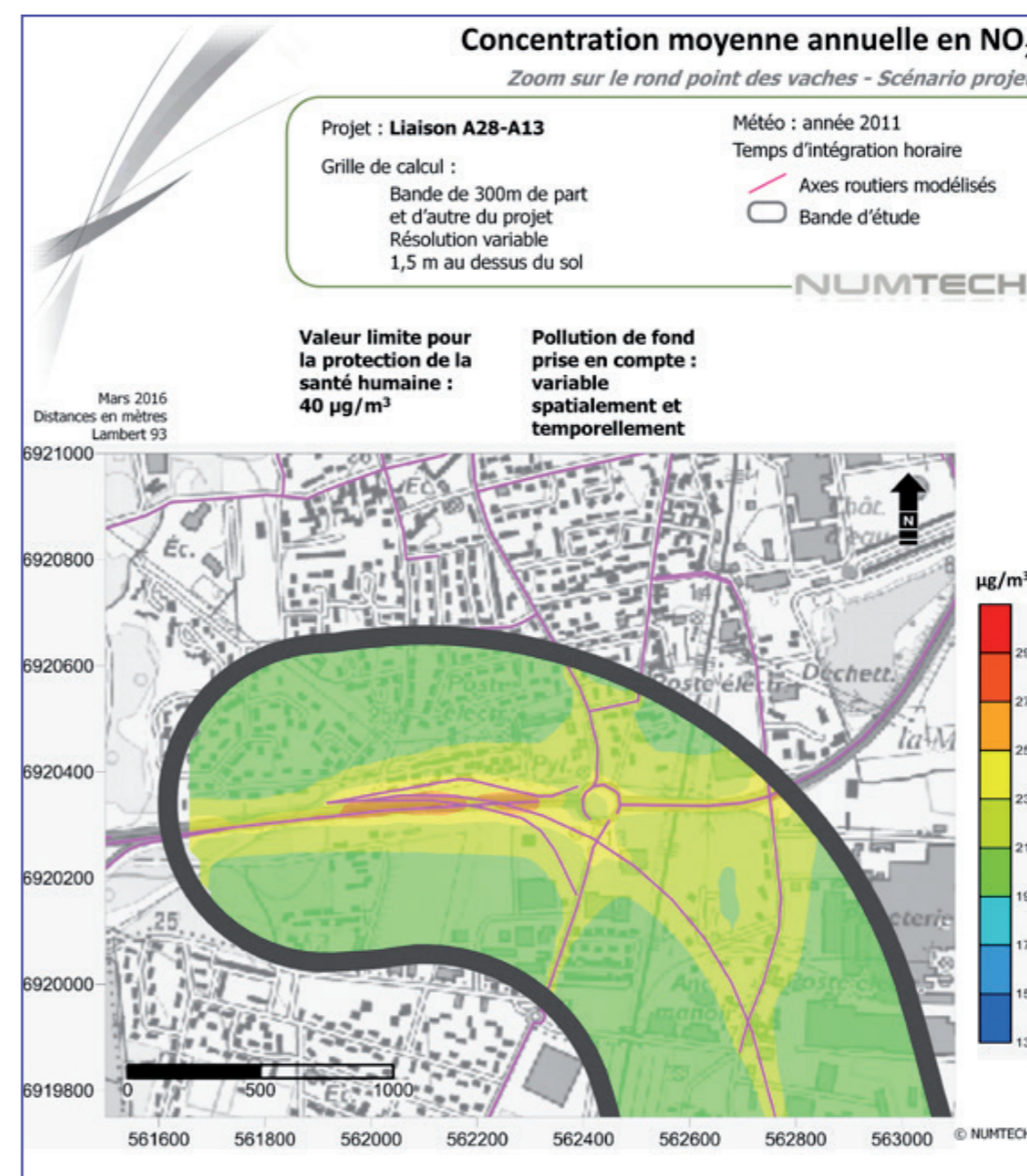


FIGURE 3 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ POUR LE PROJET

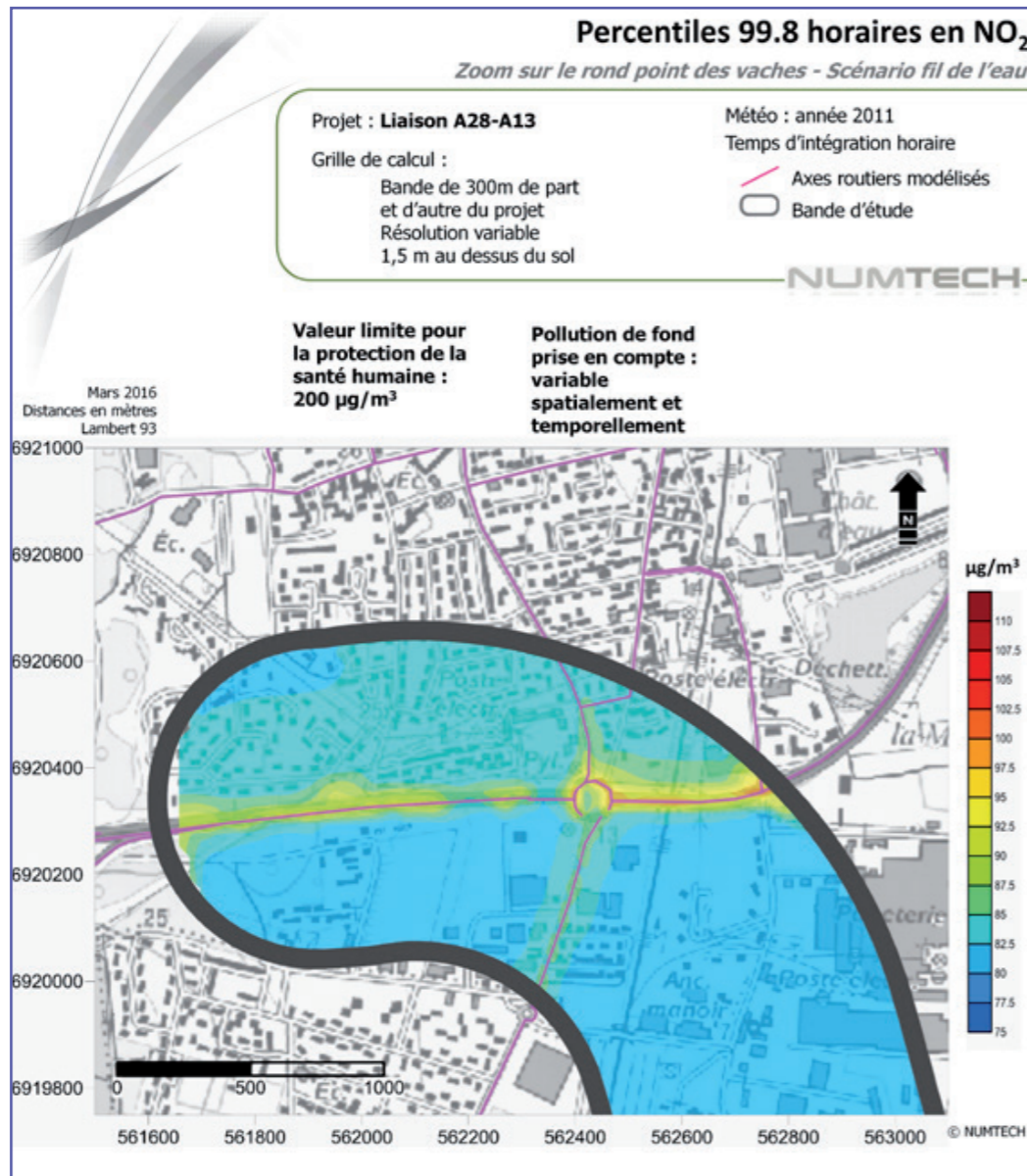


FIGURE 4 – ZOOM N°1 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ POUR LE FIL DE L'EAU

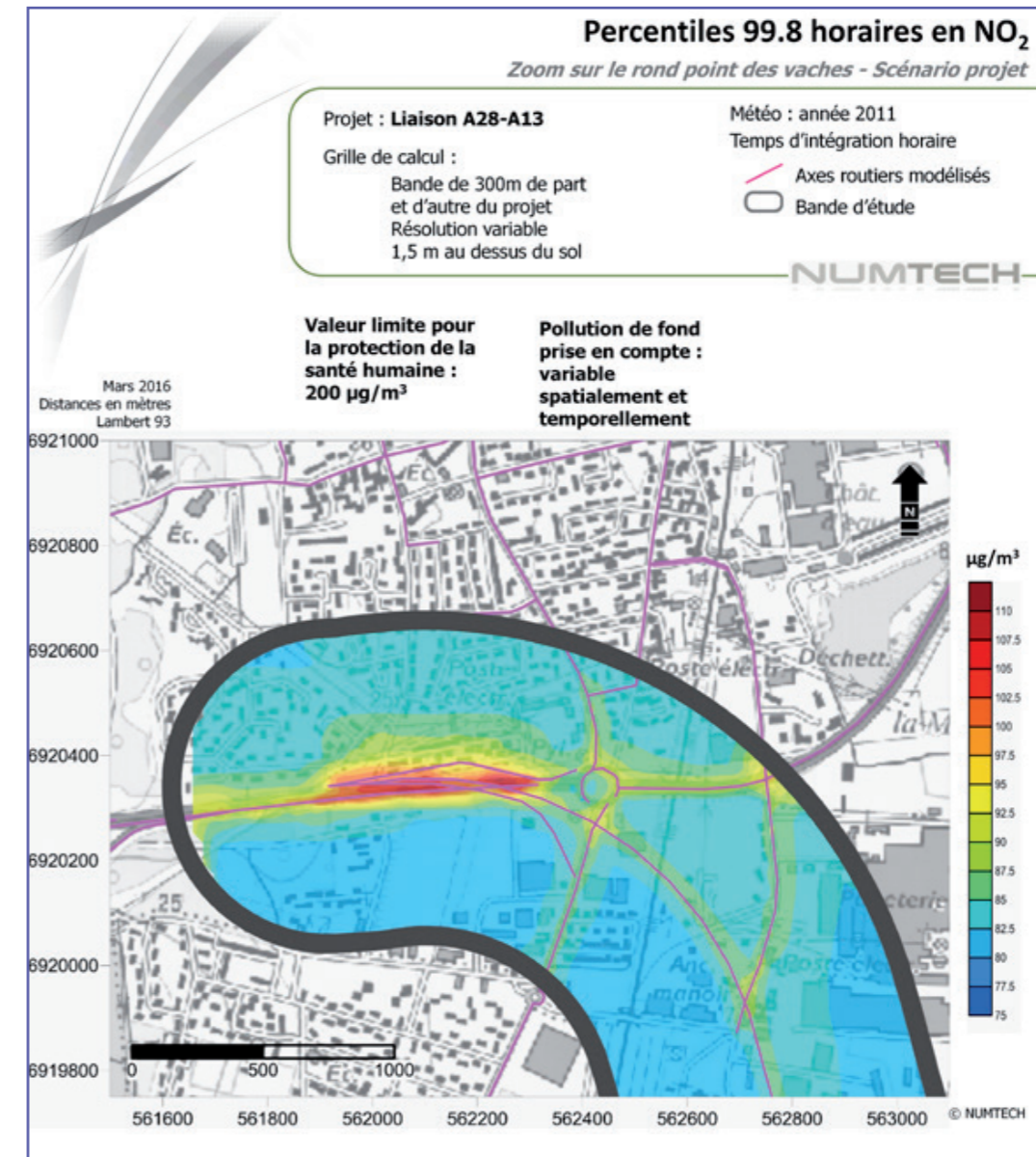


FIGURE 5 – ZOOM N°1 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ POUR LE PROJET

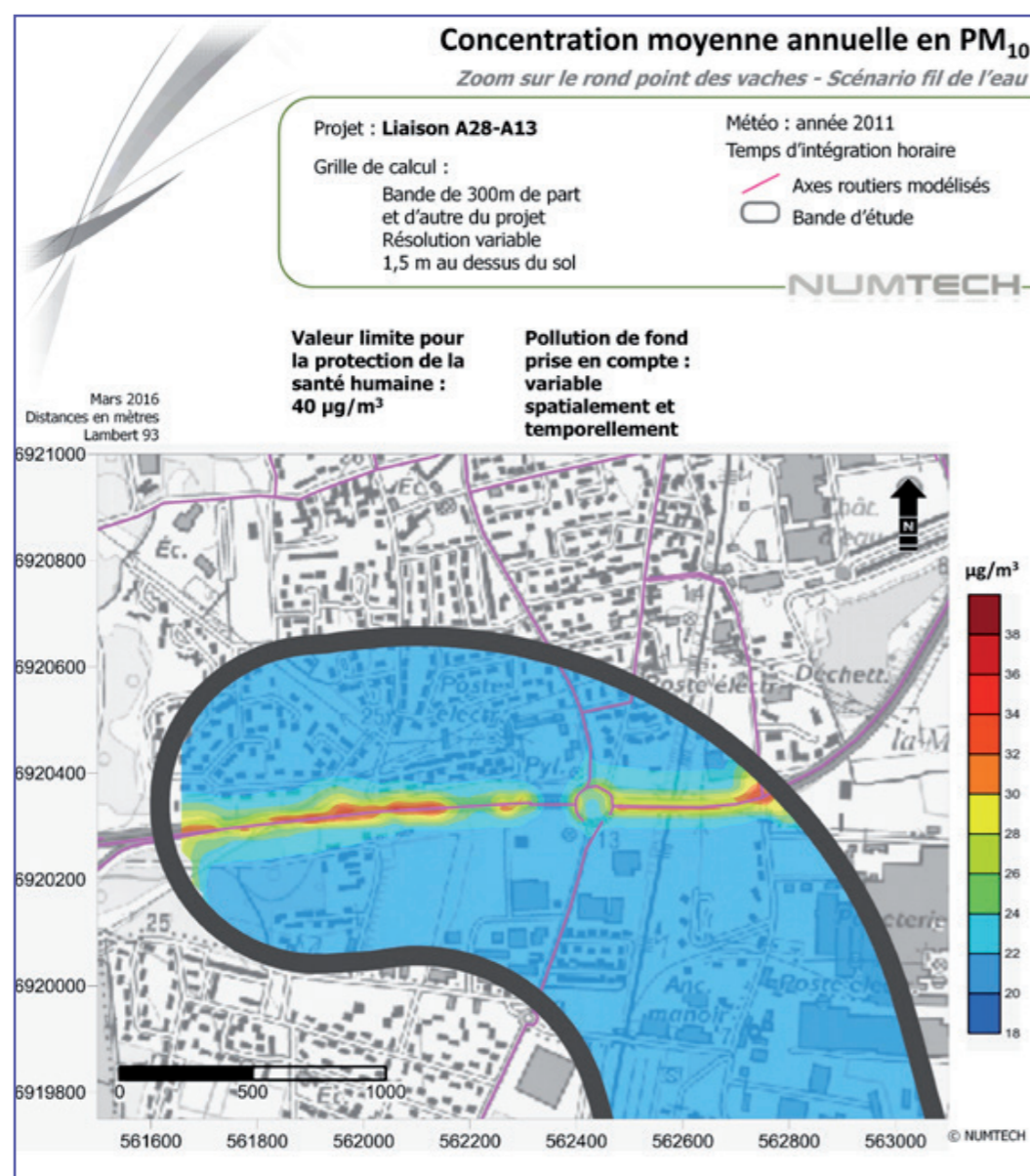


FIGURE 6 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ POUR LE FIL DE L'EAU

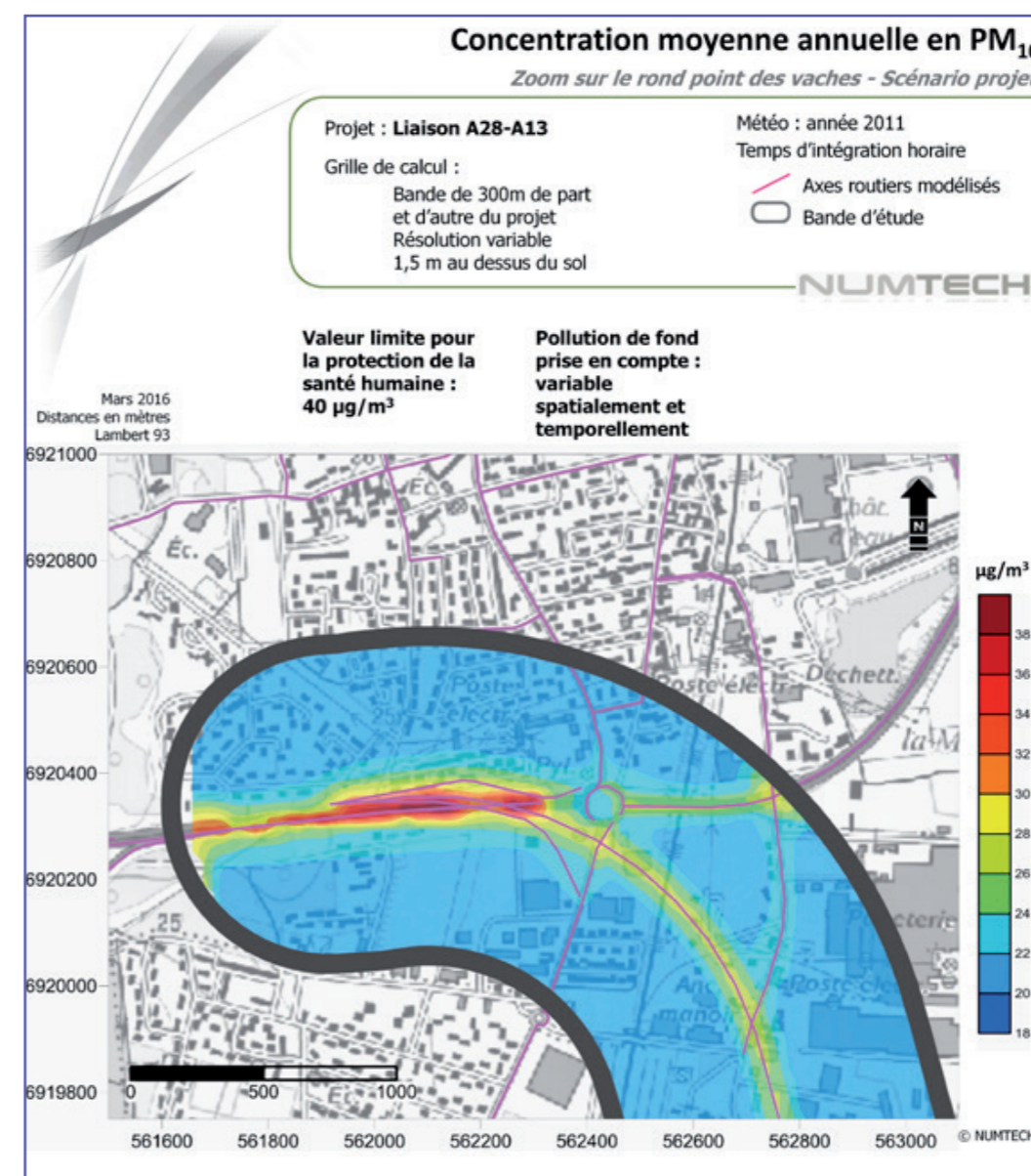


FIGURE 7 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ POUR LE PROJET

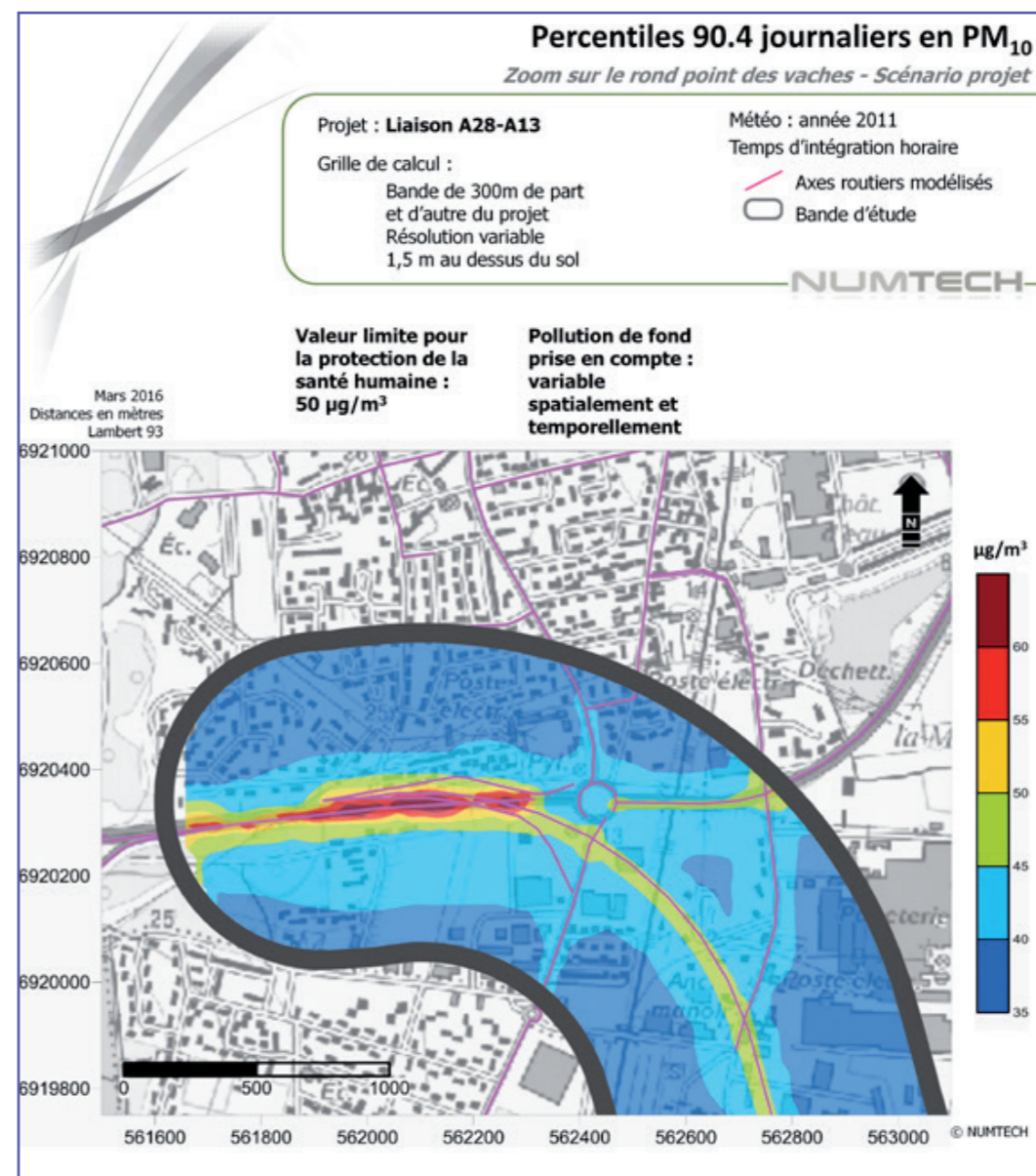
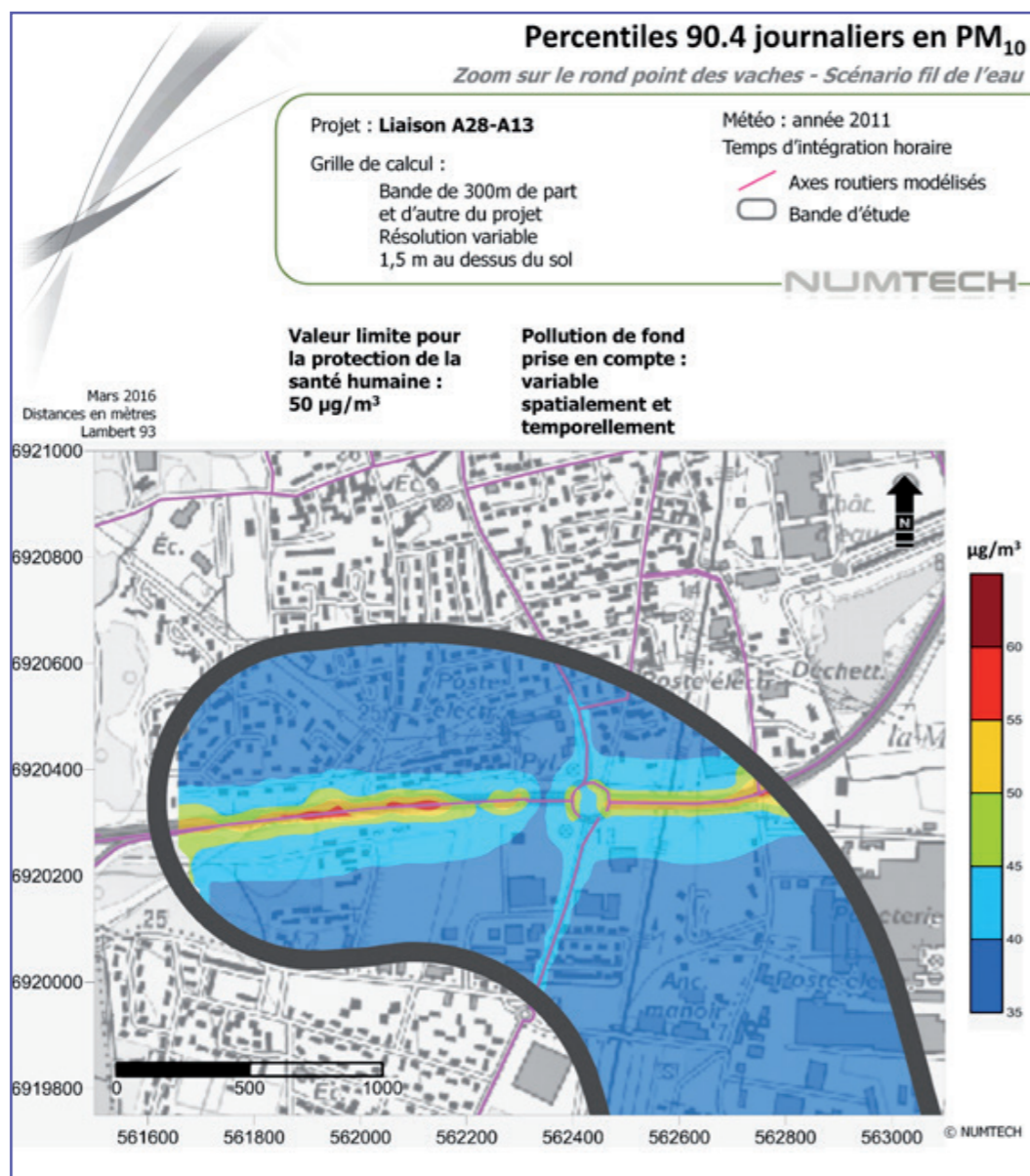


FIGURE 8 – ZOOM N°1 DES PERCENTILES 90.4 EN PM₁₀ POUR LE FIL DE L'EAU

FIGURE 9 – ZOOM N°1 DES PERCENTILES 90.4 EN PM₁₀ POUR LE PROJET

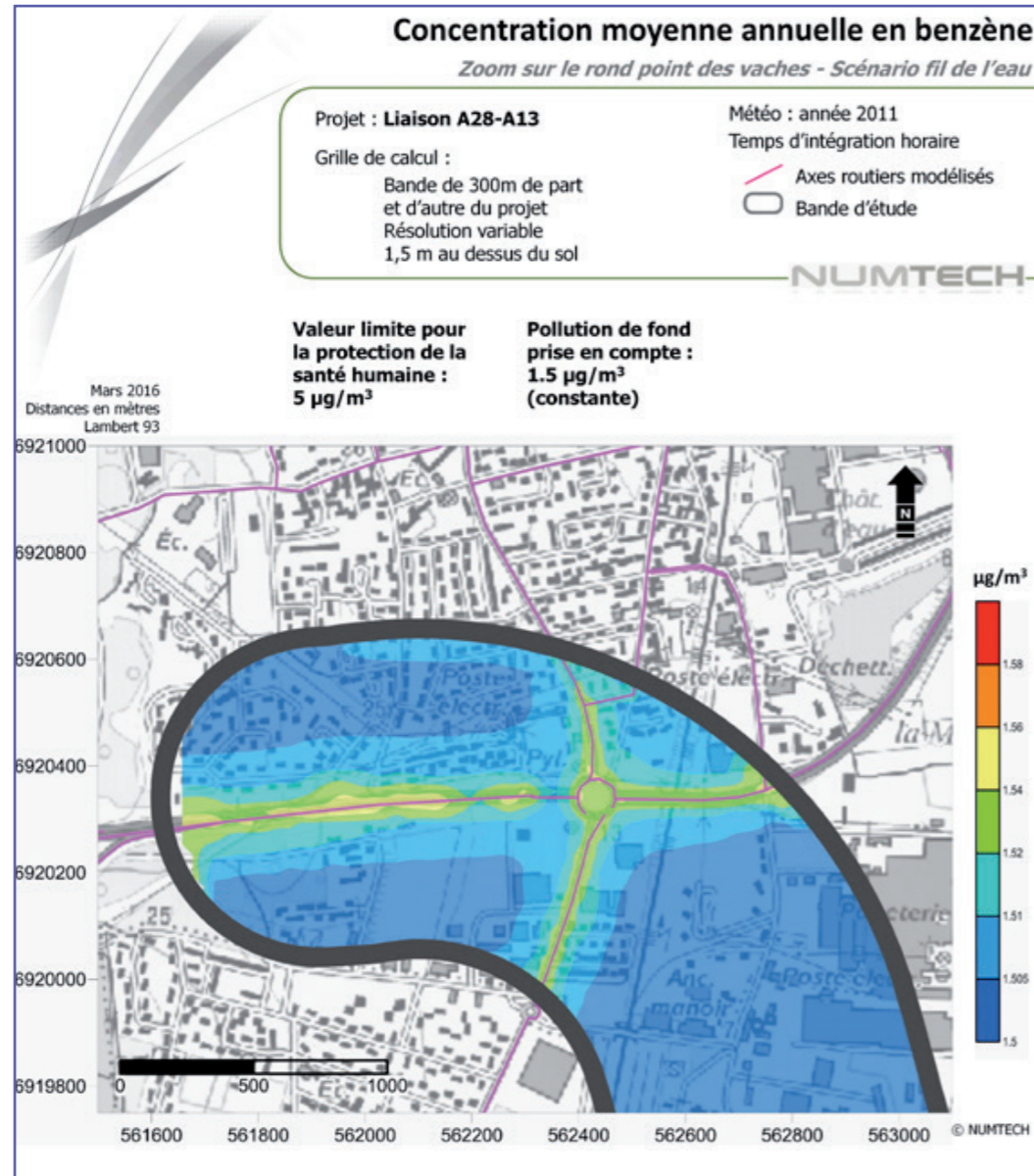


FIGURE 10 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE POUR LE FIL DE L'EAU

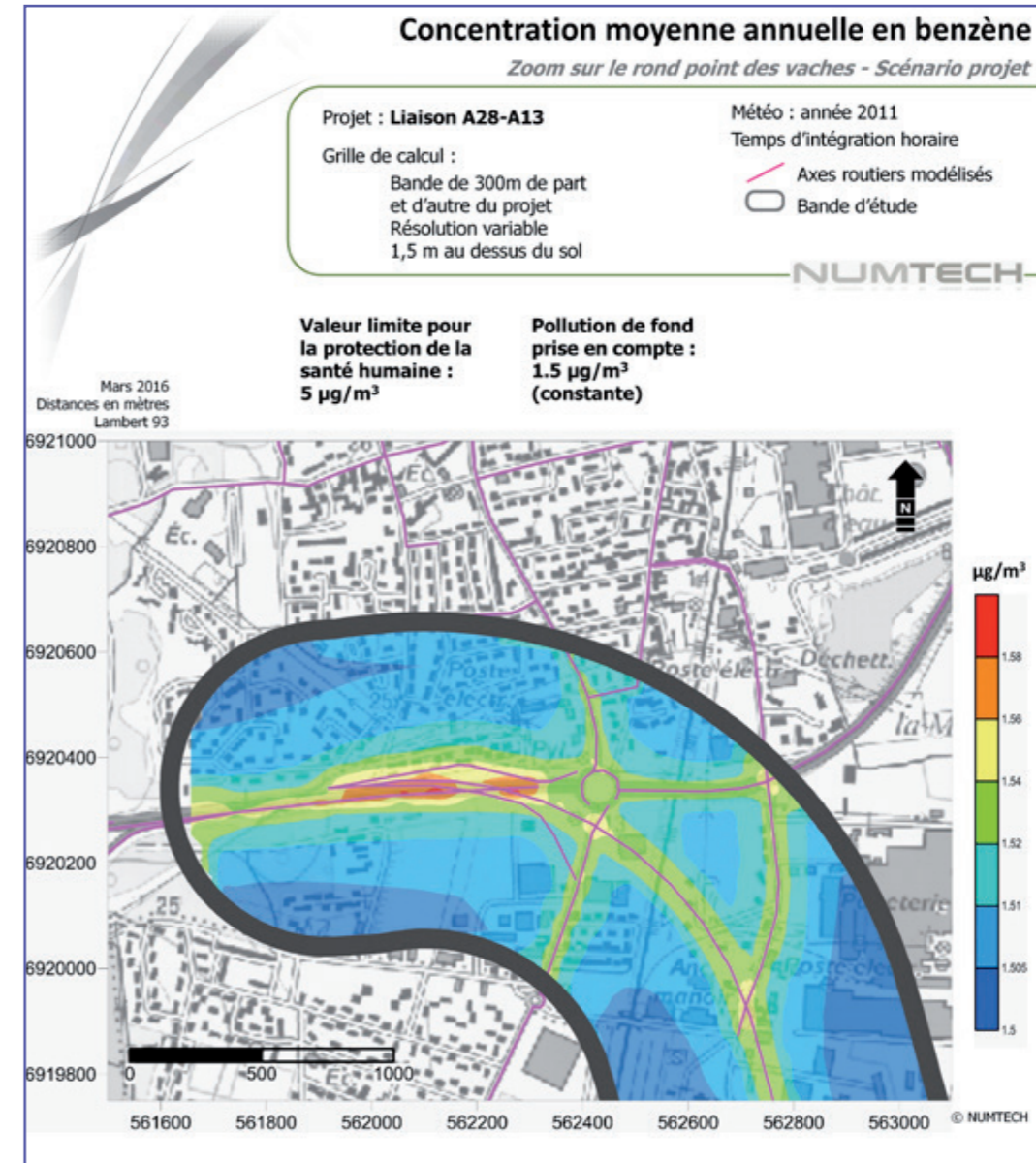


FIGURE 11 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE POUR LE PROJET

Ces cartes montrent que les distributions spatiales des concentrations sont les mêmes pour tous les polluants. Sur cette zone, les niveaux de concentrations les plus élevés sont simulés à l'ouest du rond-point des vaches, sur la D18E, et ce avant et après la mise en place du projet. Les concentrations augmentent logiquement globalement sur cette zone après l'ajout du nouveau linéaire du projet.

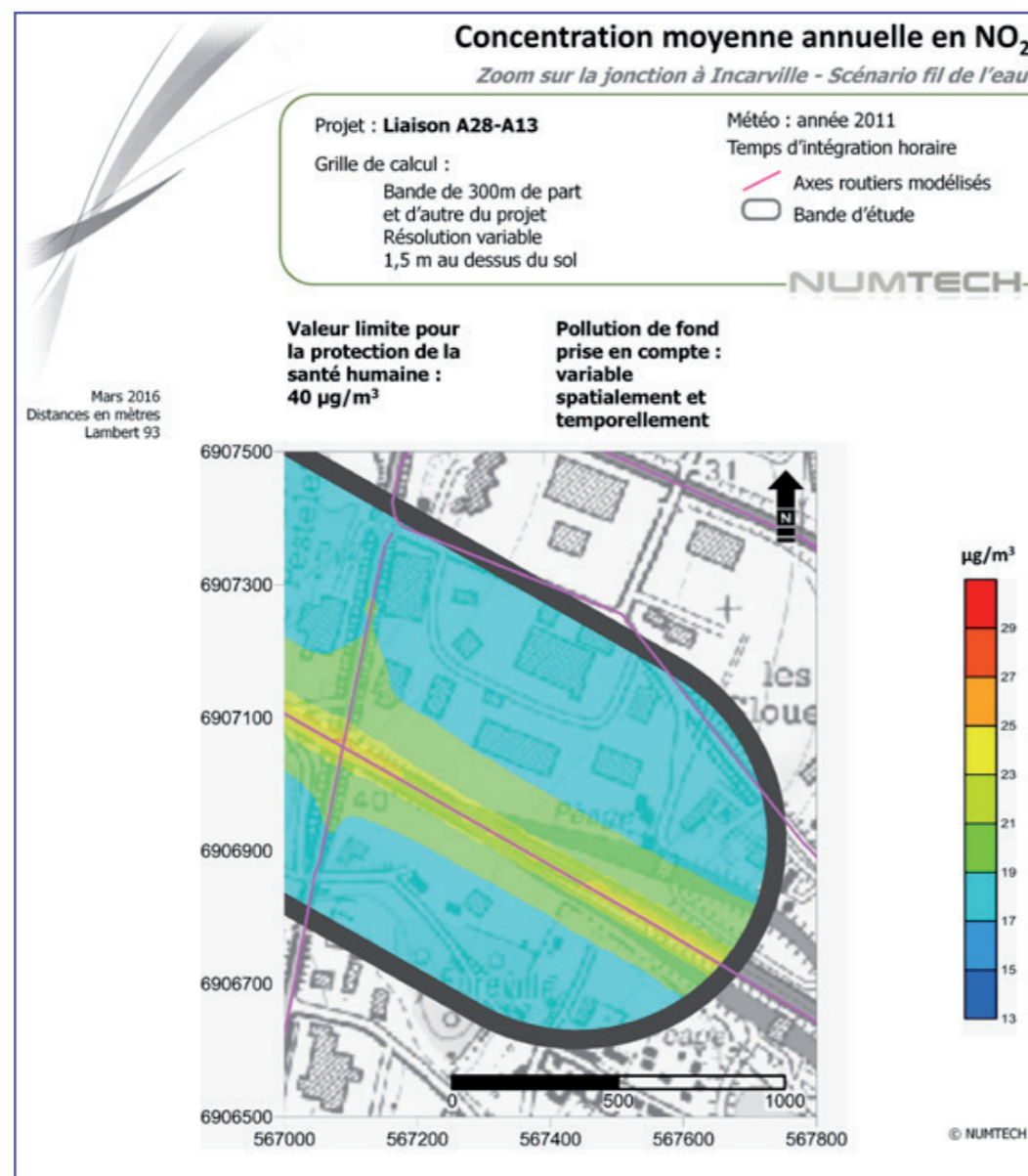


FIGURE 12 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ POUR LE FIL DE L'EAU

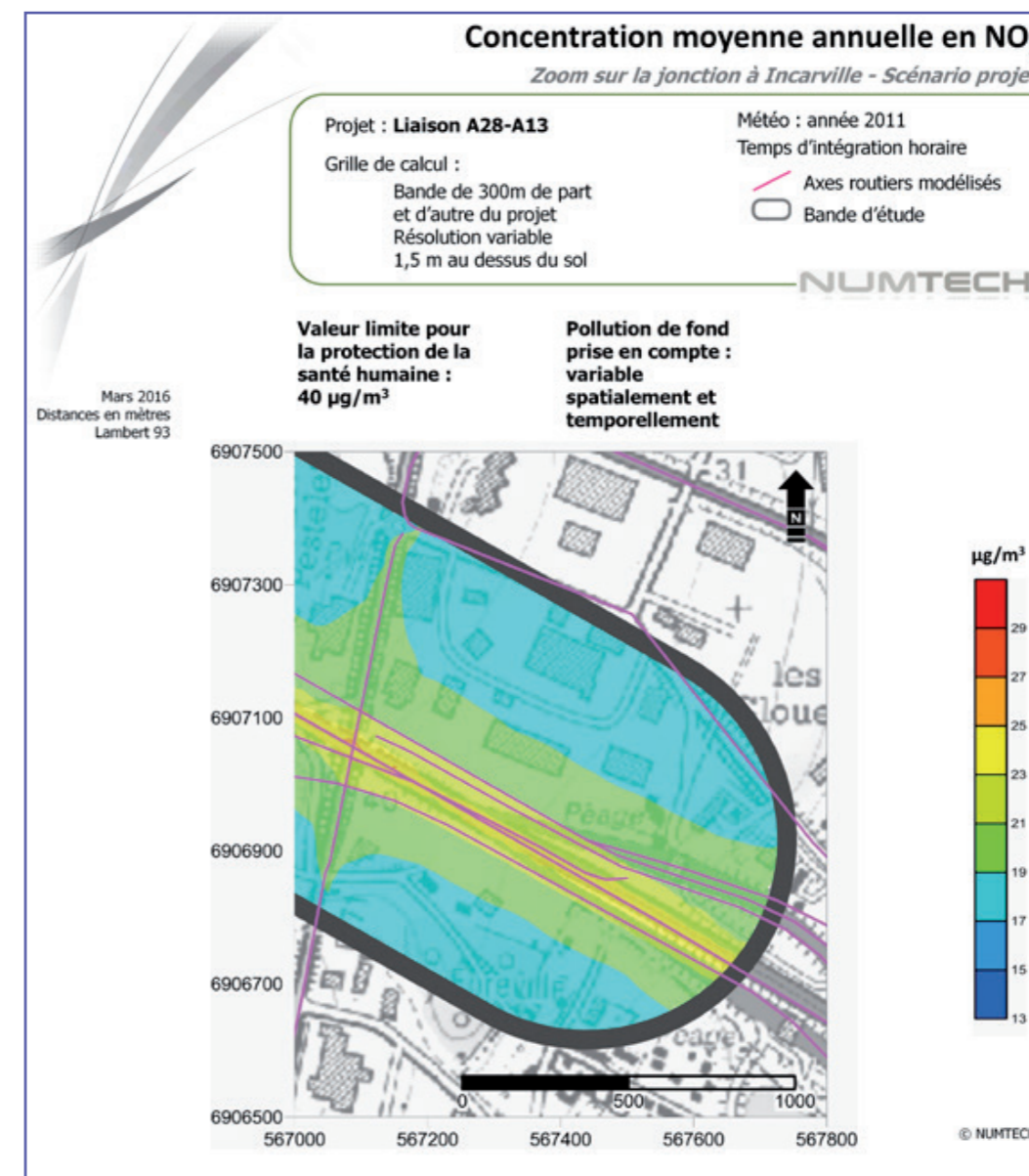


FIGURE 13 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ POUR LE FIL DE L'EAU

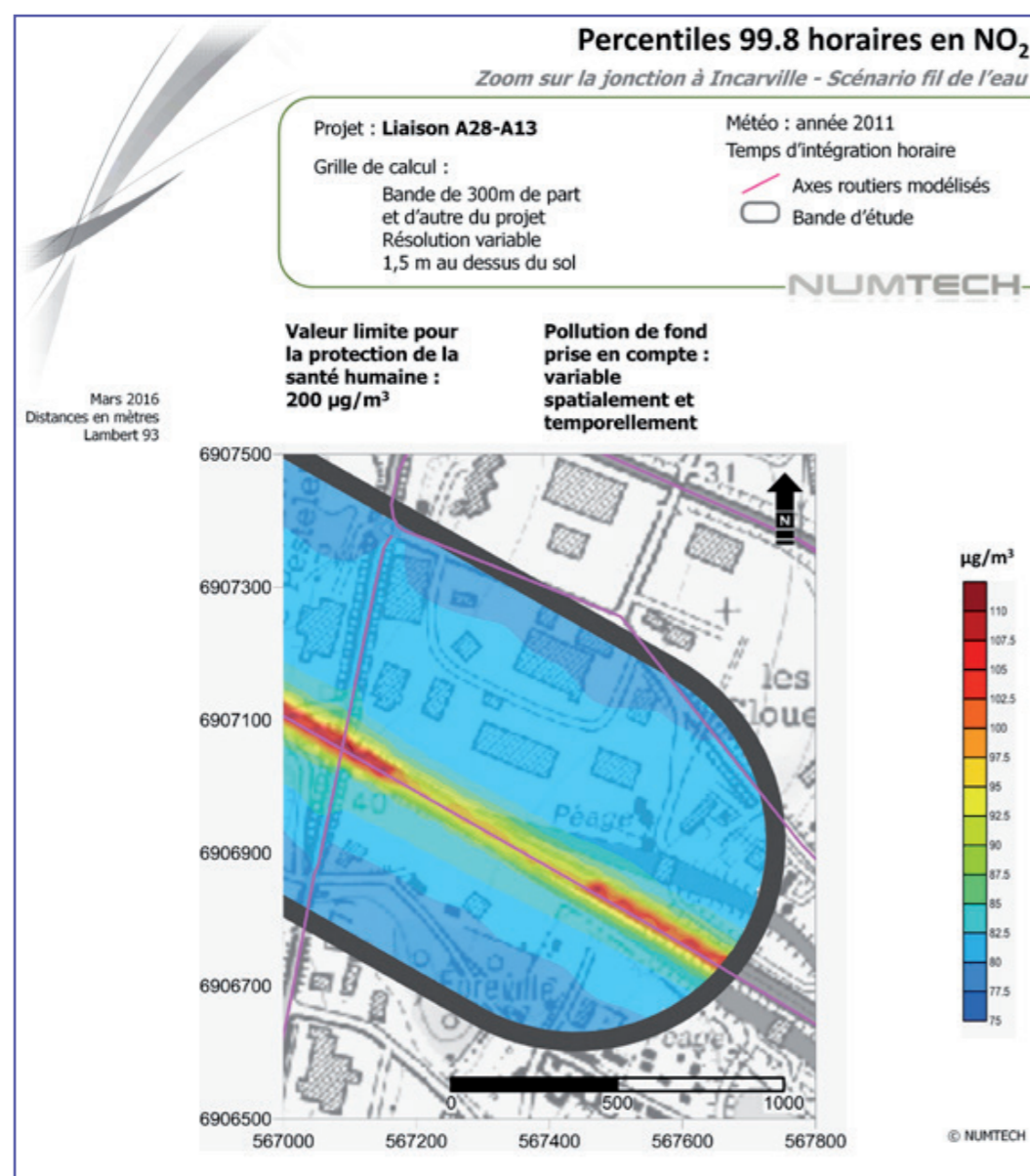


FIGURE 14 – ZOOM N°2 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ POUR LE FIL DE L'EAU

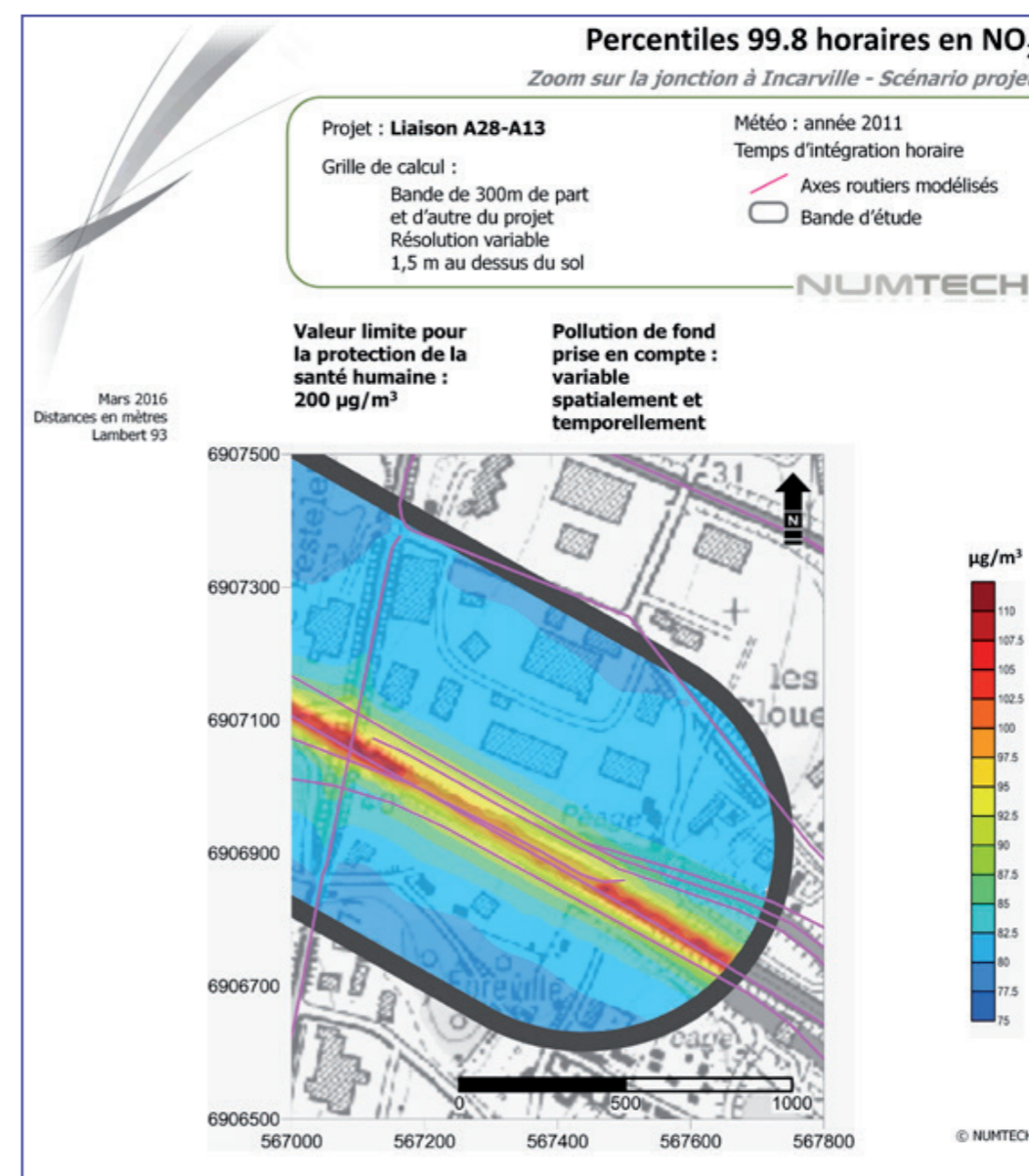


FIGURE 15 – ZOOM N°2 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ POUR LE PROJET

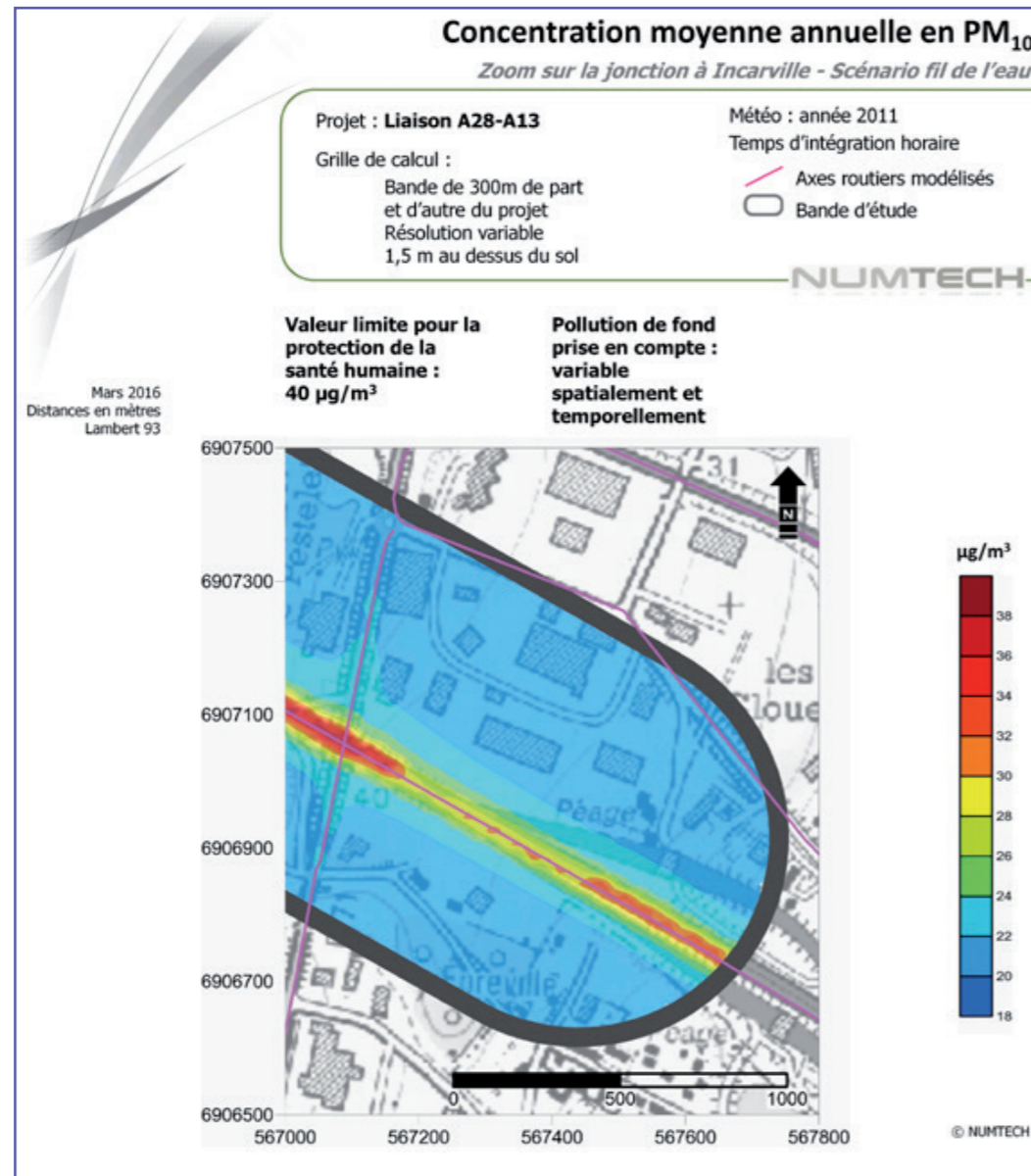


FIGURE 16 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ POUR LE FIL DE L'EAU

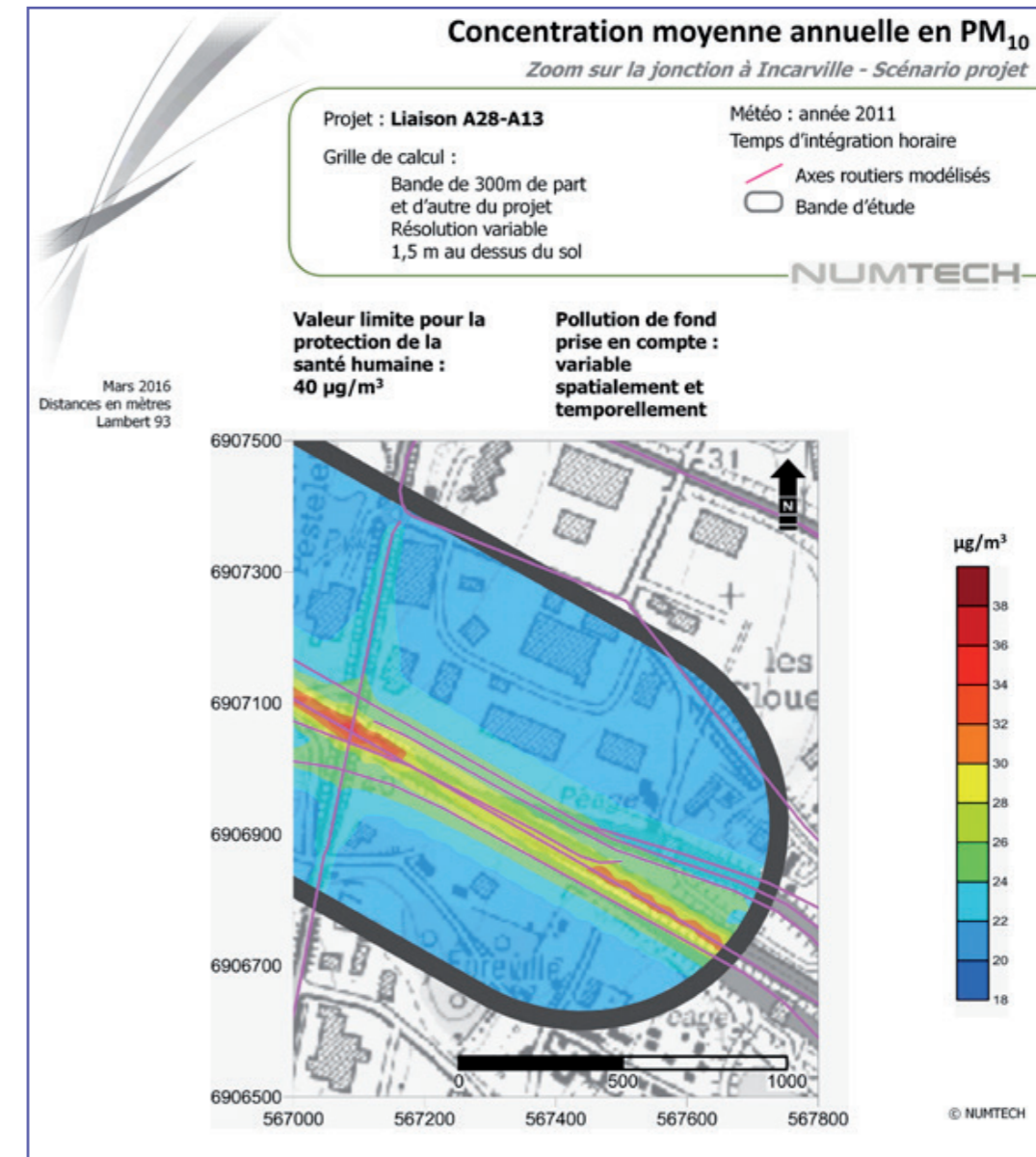


FIGURE 17 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ POUR LE PROJET

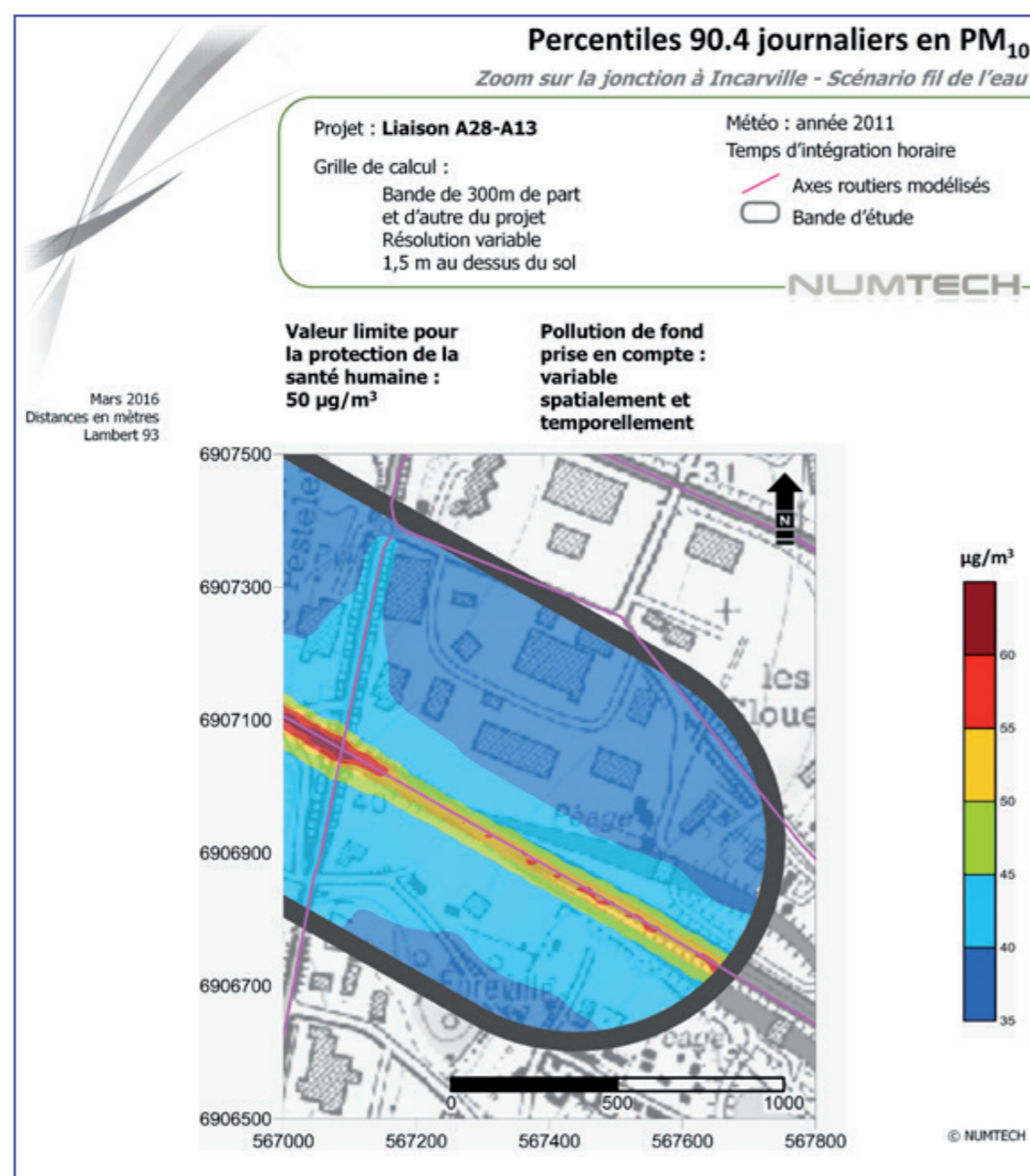


FIGURE 18 – ZOOM N°2 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM₁₀ POUR LE FIL DE L'EAU

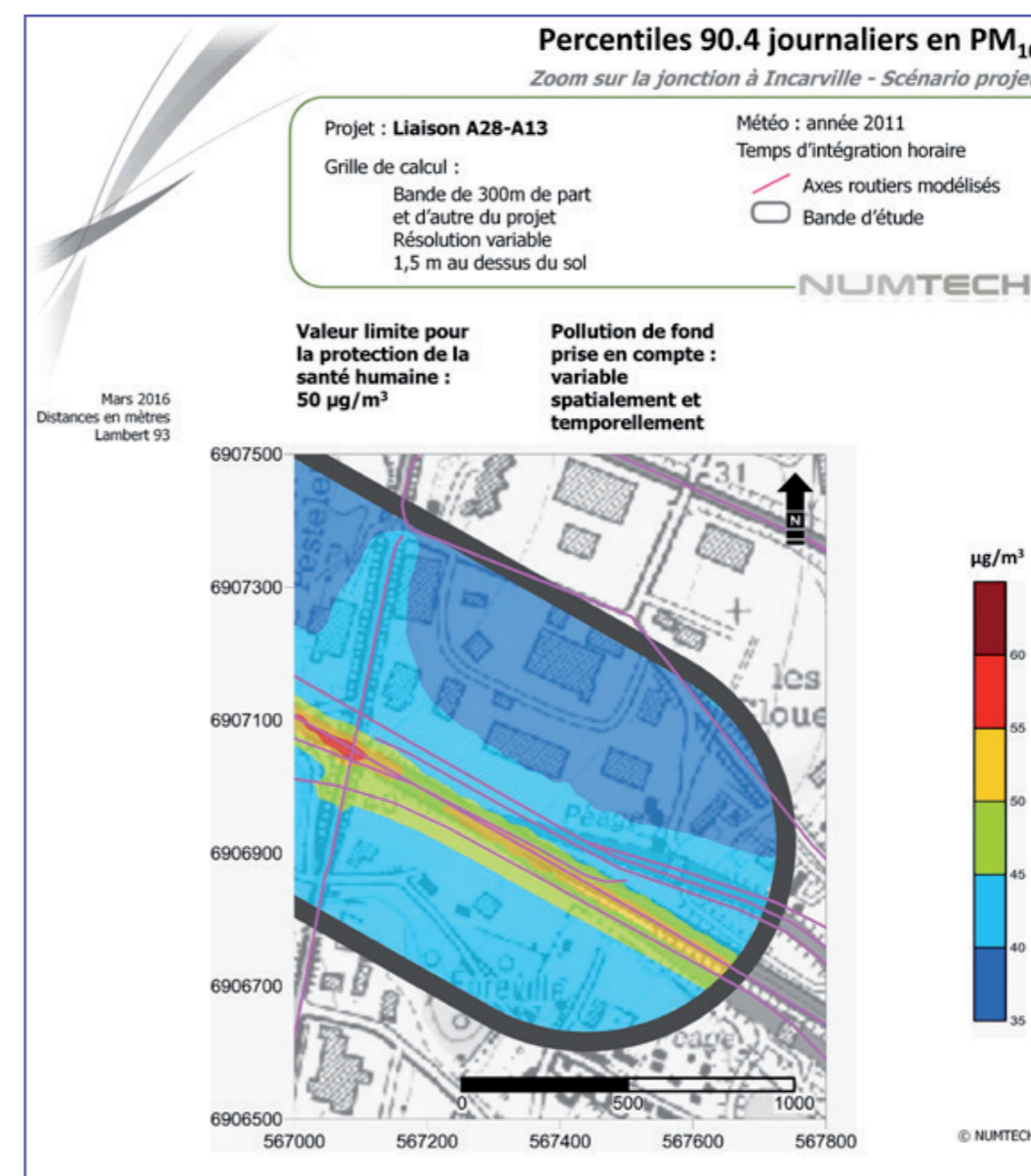


FIGURE 19 – ZOOM N°2 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM₁₀ POUR LE PROJET

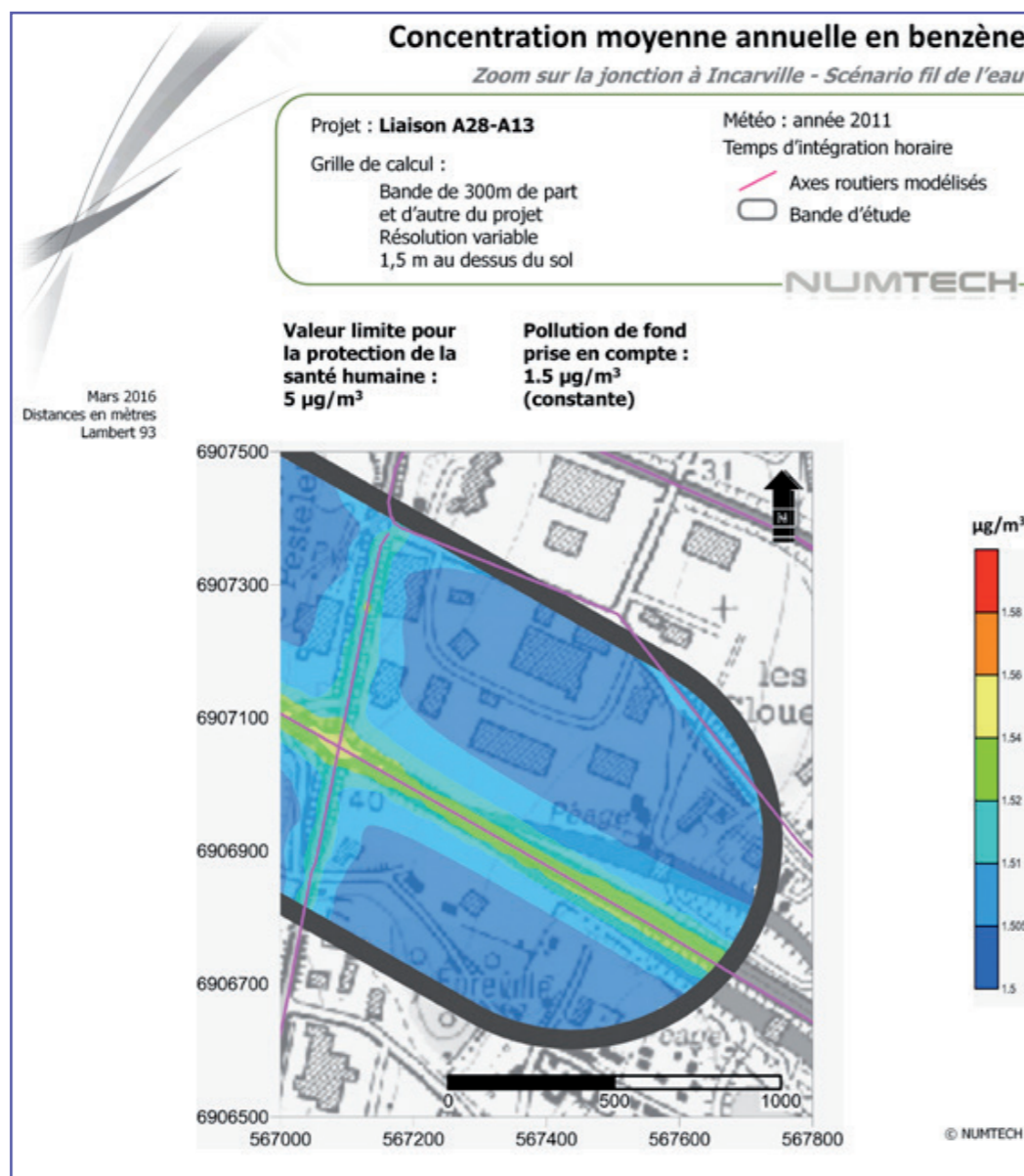


FIGURE 20 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE POUR LE FIL DE L'EAU

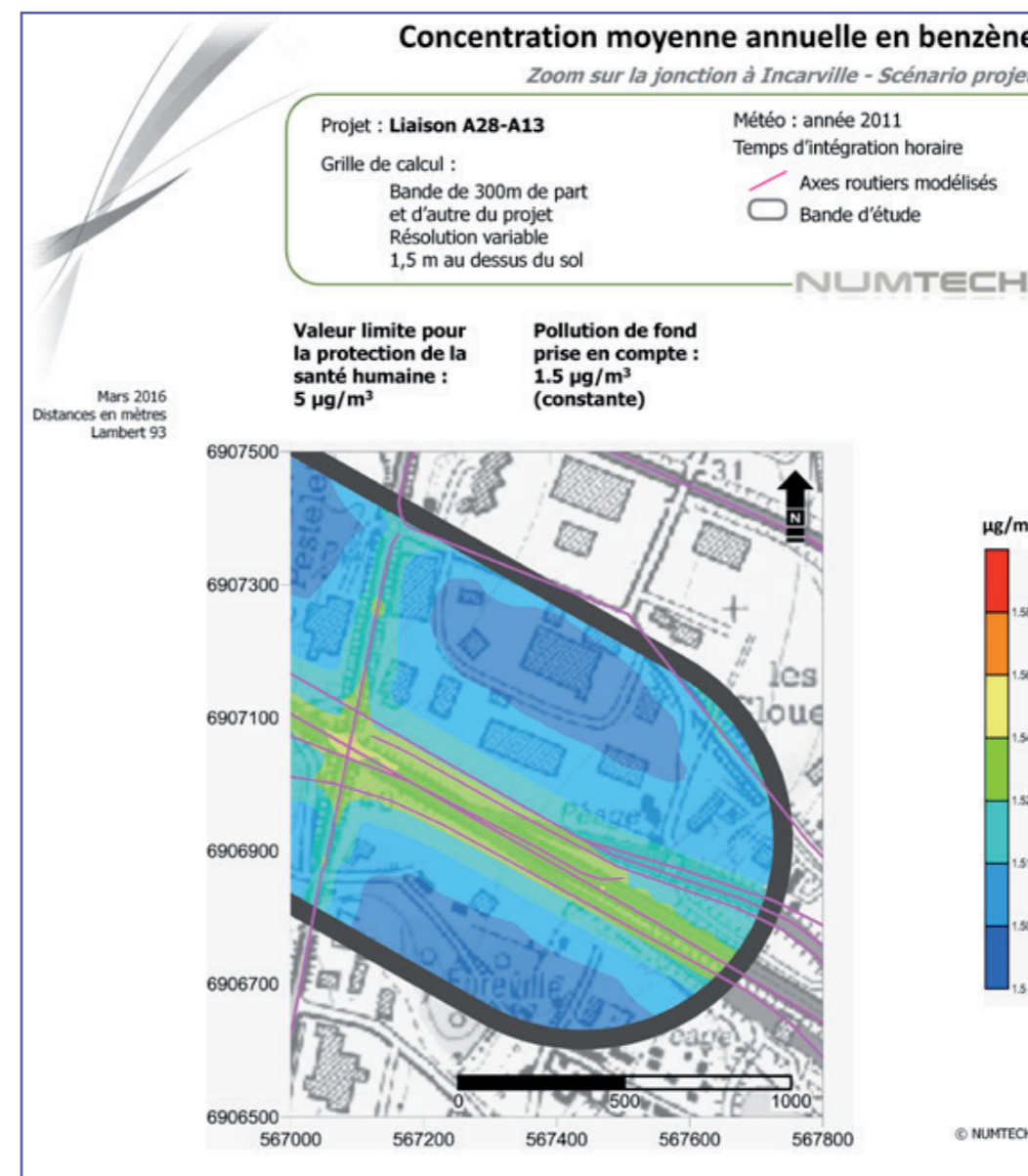


FIGURE 21 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE POUR LE PROJET

Sur cette zone, les concentrations les plus élevées se retrouvent au plus près des voies de l'A13. Suite à la mise en place du projet, les concentrations se distribuent spatialement un peu différemment, avec des niveaux globalement un peu plus moins élevés pour tous les polluants sur l'A13 (la mise en place du projet diminue en effet les trafics sur cette section), mais une zone d'influence élargie, du fait de l'ajout des bretelles d'accès.

De plus, afin d'illustrer les valeurs de concentrations atteintes dans la bande d'étude pour la situation projet, des coupes transversales ont été réalisées en différents points du domaine d'étude, pour les mêmes polluants. 9 transects sont ainsi présentés sur les graphes ci-après. Leurs localisations sont indiquées sur la figure 22.

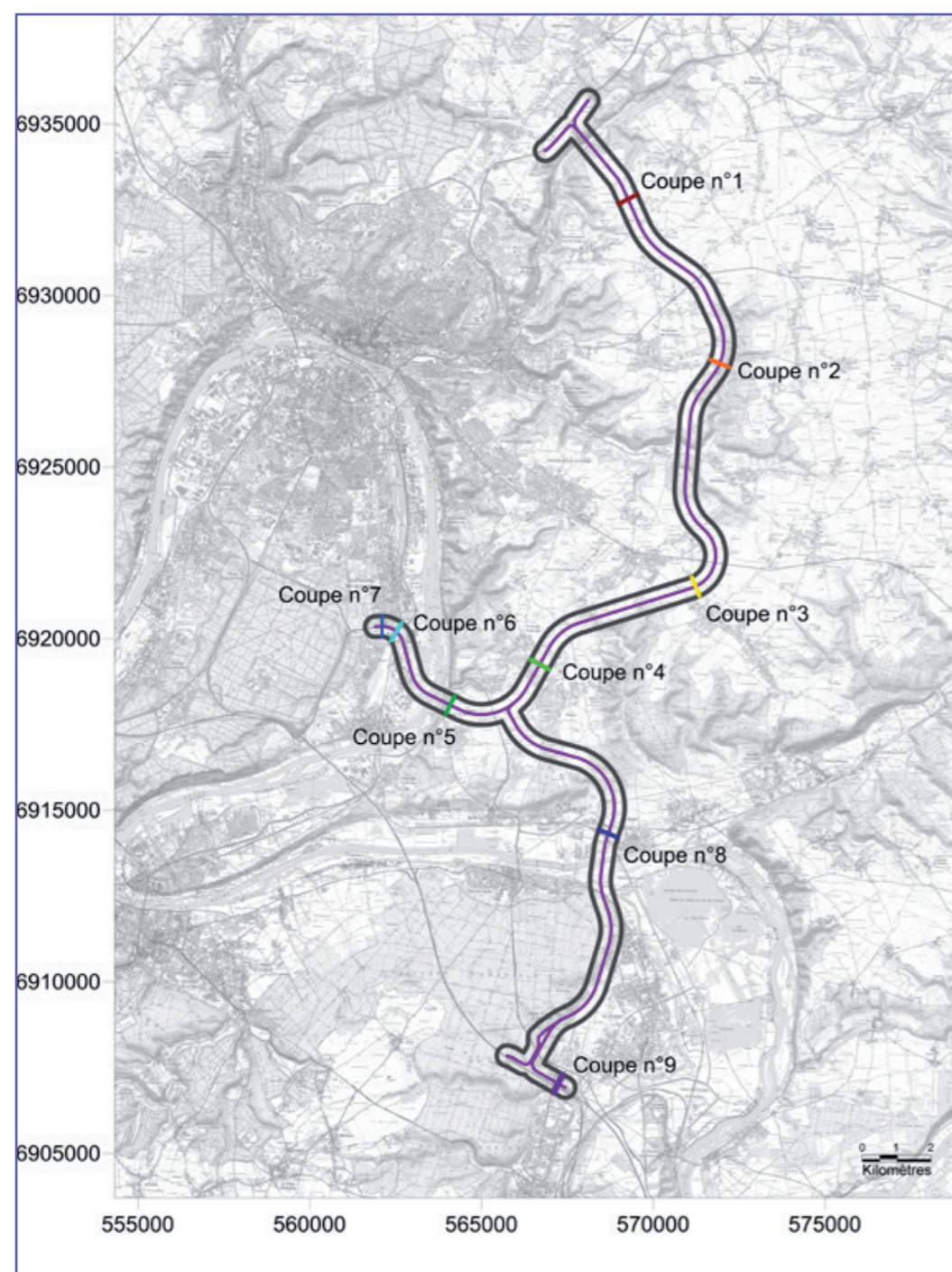


FIGURE 22 – LOCALISATION DES DIFFÉRENTES COUPES DE CONCENTRATIONS RÉALISÉES

Sur chaque graphe, les valeurs réglementaires sont également rappelées. Il s'agit pour tous les cas présentés de valeurs limites pour la protection de la santé humaine, excepté pour le benzène pour lequel seul l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est présenté (la valeur limite pour ce polluant étant de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les coupes réalisées couvrent l'intégralité de la largeur de la bande d'étude, soit 300 m de part et d'autre des voies. Notons que la largeur des voies modélisées correspondant au projet est de 23 m.

Ces graphes permettent d'identifier facilement l'étendue des éventuelles zones de dépassements de seuil. Notons que pour réaliser ces graphes, un calcul spécifique a été réalisé avec une résolution de 10 mètres. Le point d'abscisse 0 se situe au centre des voies. Etant donné la largeur des voies, le premier point ($X=\pm 10$) se situe sur les voies de circulation.

Il est ainsi possible de distinguer trois cas :

Cas général : coupes n°1, 2, 3, 4, 5 et 8

Les coupes n°1, 2, 3, 4, 5 et 8, sont localisées le long du linéaire du projet, en dehors des zones où les niveaux de concentrations simulés sont les plus élevés.

Les graphes des Figure 23 à Figure 27 présentent les concentrations simulées pour ces 6 coupes. L'évolution des concentrations mise en évidence par ces graphes suit un profil très similaire pour chaque coupe. Celui-ci est conforme aux profils de concentration classiquement observés sur un transect routier. Ces profils sont d'ailleurs très semblables à ceux présentés dans le corps du rapport Air et Santé.

On observe sur toutes les coupes en NO_2 et en PM_{10} , que les niveaux atteints par chaque profil différent, parfois de façon significative. Les courbes apparaissent comme translatées (cas des concentrations moyennes annuelles en NO_2 notamment). Ceci est dû au fait que la pollution de fond considérée pour le NO_2 et pour les PM_{10} est variable spatialement (pollution issue de modélisations Chimère). En benzène au contraire, la pollution de fond est constante spatialement. Dans le cas des percentiles, les courbes sont parfois plus irrégulières, dans la mesure où ces résultats correspondent à des situations météorologiques pénalisantes, qui peuvent conduire à un impact plus marqué d'un côté de la voie que de l'autre, suivant l'orientation du vent.

Ces graphes montrent que pour ces zones, en NO_2 et benzène, les seuils réglementaires de qualité de l'air sont respectés. C'est également le cas pour les concentrations moyennes annuelles en PM_{10} . En percentiles 90.4 journaliers en PM_{10} , en revanche, la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est approchée au niveau des coupes n°1, 2, 3, 5 et 8, et dépassée au niveau de la coupe n°4 (coupe localisée à la hauteur de Saint-Aubin-Celloville). Ce dépassement est peu étendu spatialement puisqu'il ne concerne que les 10 premiers mètres de part et d'autre du centre des voies (ce dépassement reste donc simulé uniquement sur les voies), et le maximum simulé reste du même ordre de grandeur que le seuil ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

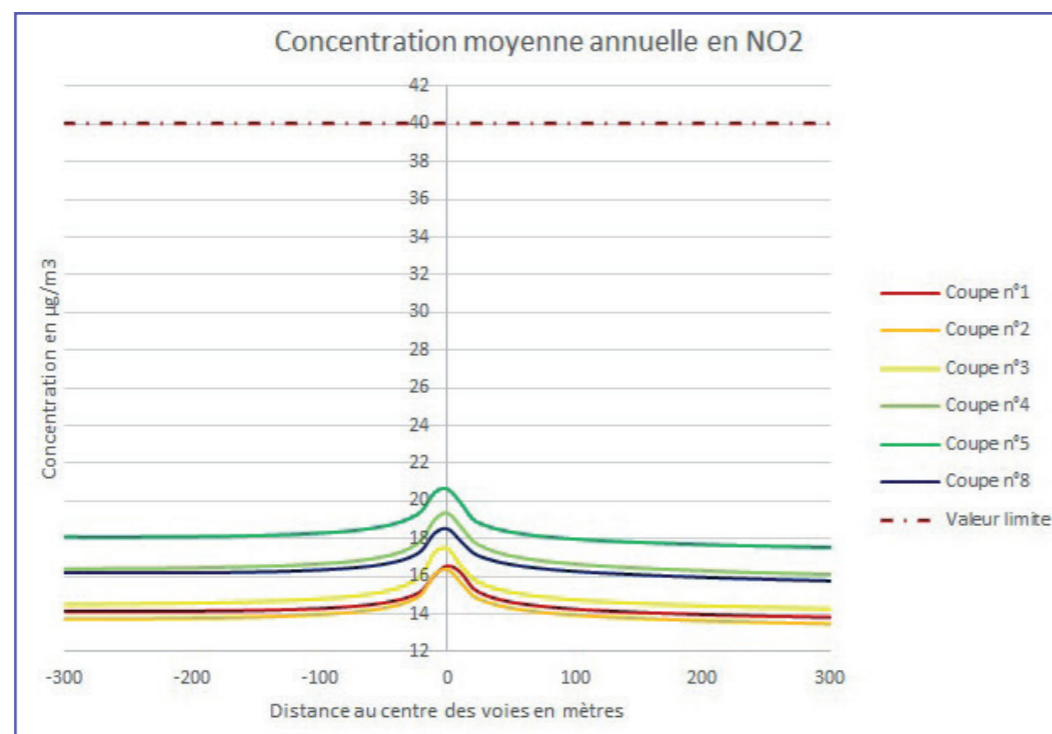


FIGURE 23 – COUPES N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ POUR LA SITUATION PROJET

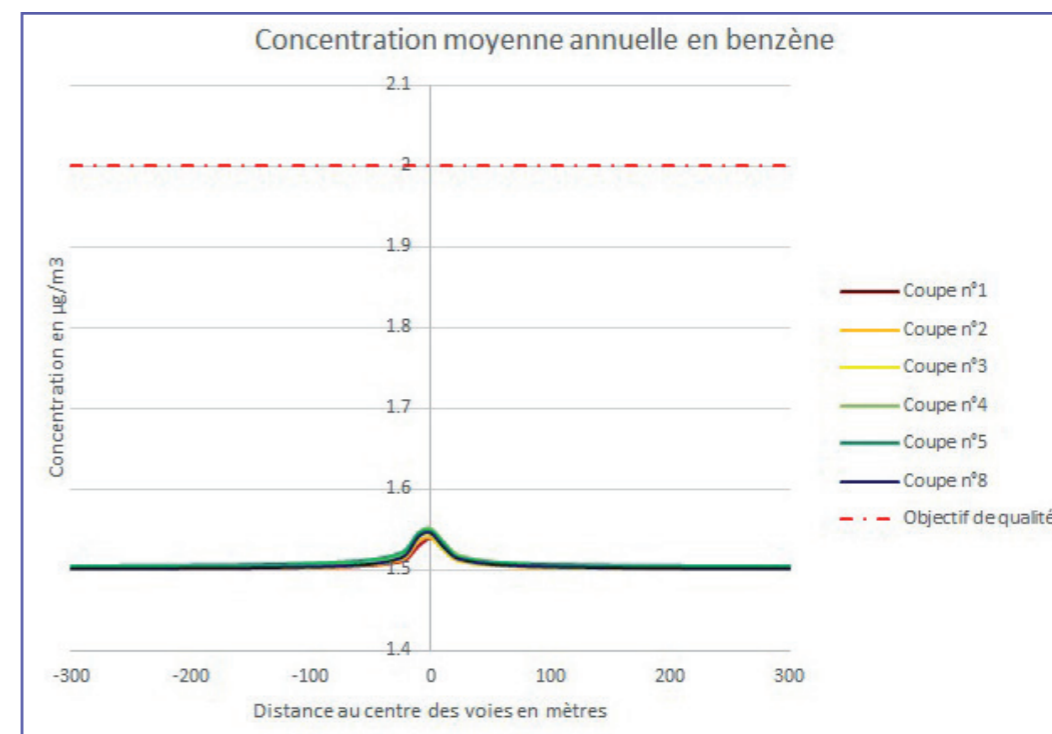


FIGURE 25 – COUPES N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE POUR LA SITUATION PROJET

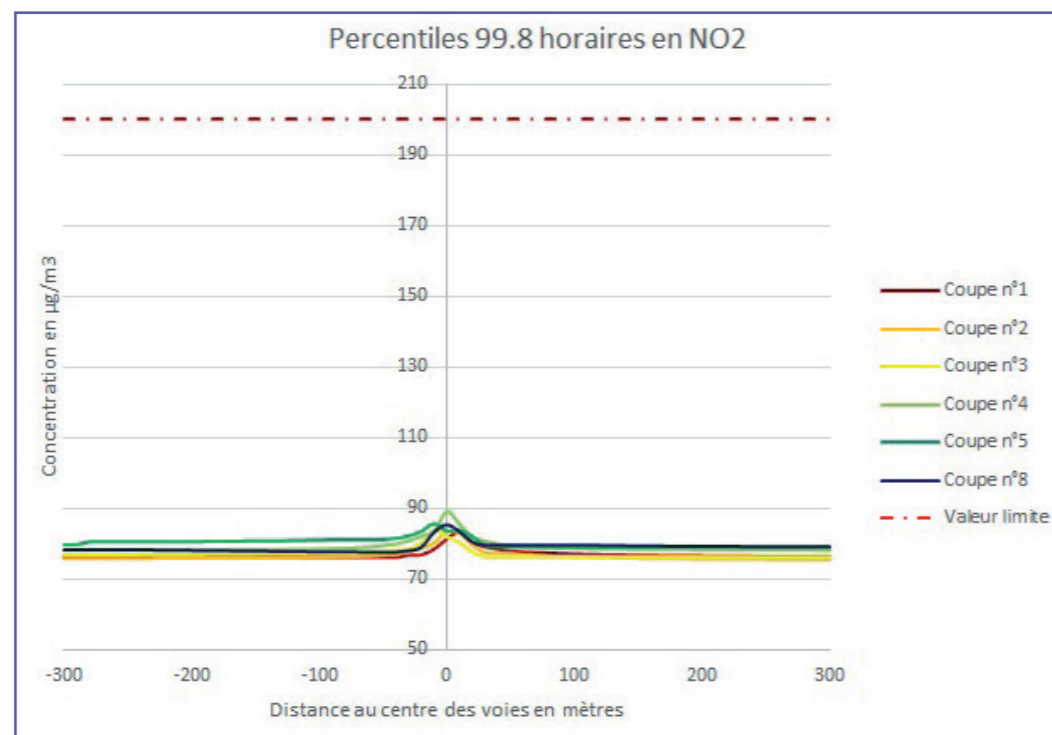


FIGURE 24 – COUPES N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ POUR LA SITUATION PROJET

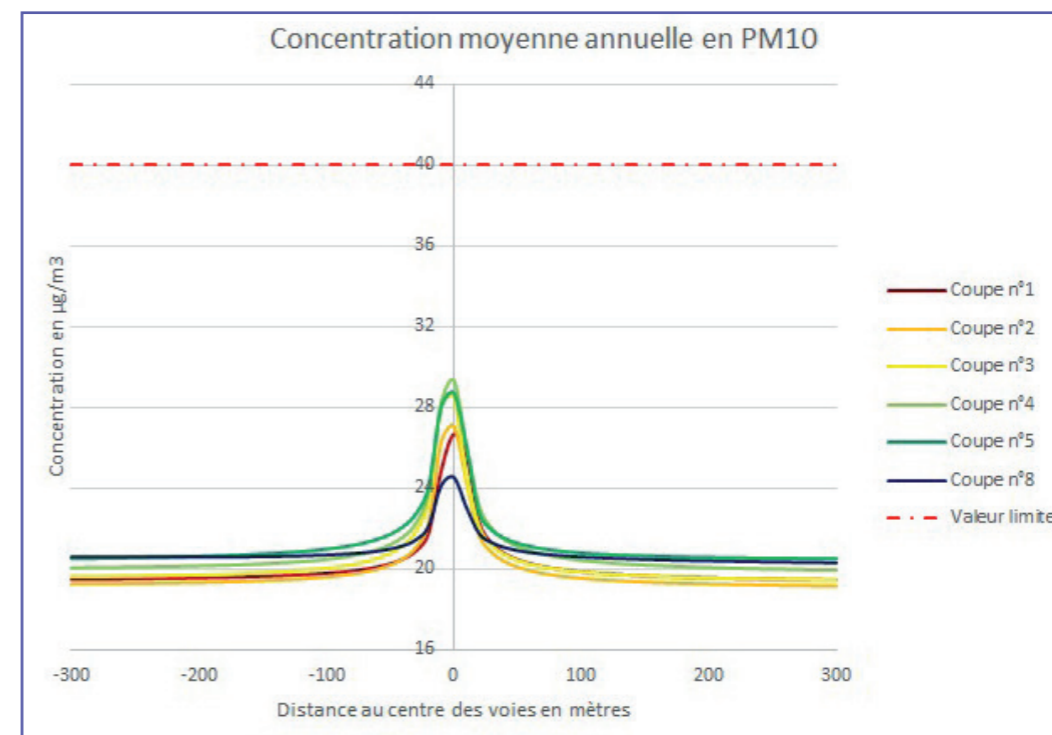


FIGURE 26 – COUPES N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ POUR LA SITUATION PROJET

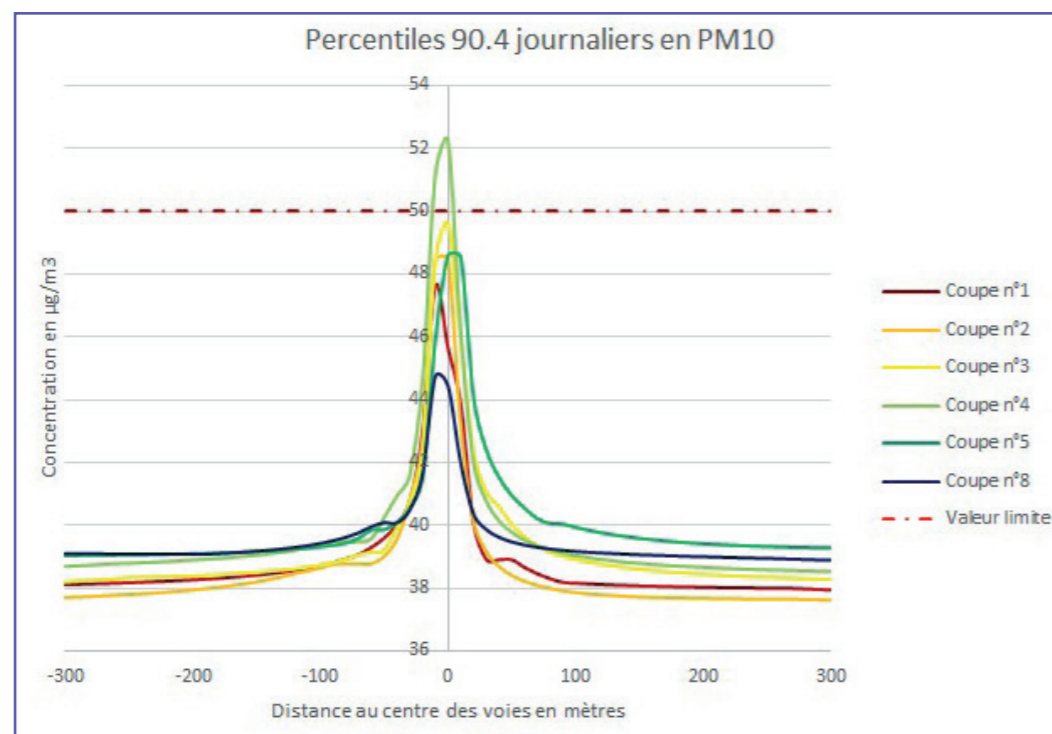


FIGURE 27 – COUPES N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM_{10} POUR LA SITUATION PROJET

Cas de la jonction à RD18E : coupes du n°6 et 7

La Figure 28 localise les deux coupes n°6 et 7, placées au niveau de la jonction du projet avec la RD18E de part et d'autre du rond-point des Vaches.

Les graphes des Figure 29 à Figure 38 illustrent l'évolution des concentrations dans la bande d'étude en fonction de la distance à la source pour la situation fil de l'eau (état futur 2024 sans réalisation du projet), et pour la situation projet. Tous les résultats sont d'abord présentés pour la coupe 6, puis pour la coupe 7.

L'évolution des concentrations pour ces deux coupes est moins régulière que pour les coupes présentées précédemment :

- La coupe n°6 montre deux pics de concentration : en effet, le transect intersecte deux axes : le projet (en abscisse 0), ainsi que la D18E (en abscisse -180).
- La coupe n°7 montre un pic particulièrement large : le transect est en effet localisé ici au niveau des bretelles d'accès au projet.

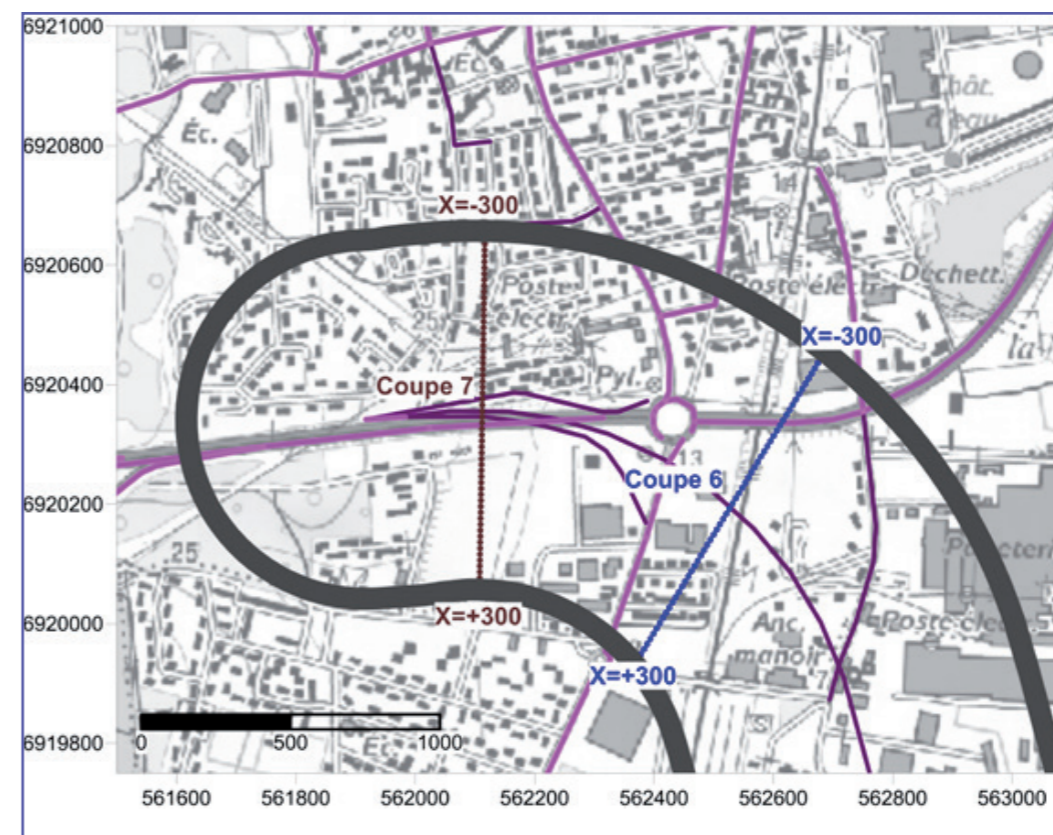


FIGURE 28 – LOCALISATION DES COUPES N°6 ET 7. EN VIOLET CLAIR, LES AXES MODÉLISÉS POUR LA SITUATION FIL DE L'EAU, ET EN VIOLET FONCÉ, LES AXES SUPPLÉMENTAIRES MODÉLISÉS POUR LA SITUATION PROJET

Pour la coupe n°6, on constate après la mise en place du projet, une diminution des concentrations au niveau de la D18E, et une augmentation des concentrations au niveau du projet (puisque cet axe est inexistant dans la situation fil de l'eau).

D'après les résultats des simulations, les seuils réglementaires de qualité de l'air relatifs au NO_2 , benzène et PM_{10} , sont respectés sur cette coupe, à l'exception de la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relative aux percentiles 90.4 journaliers en PM_{10} . Cette valeur est dépassée pour l'état initial, ponctuellement au niveau de la RD18E (sur une dizaine de mètres de chaque côté des voies). Après la mise en place du projet, les concentrations diminuent sur cette zone, et les dépassements de la valeur limite disparaissent. Ce seuil est respecté au niveau du projet pour les deux scénarios.

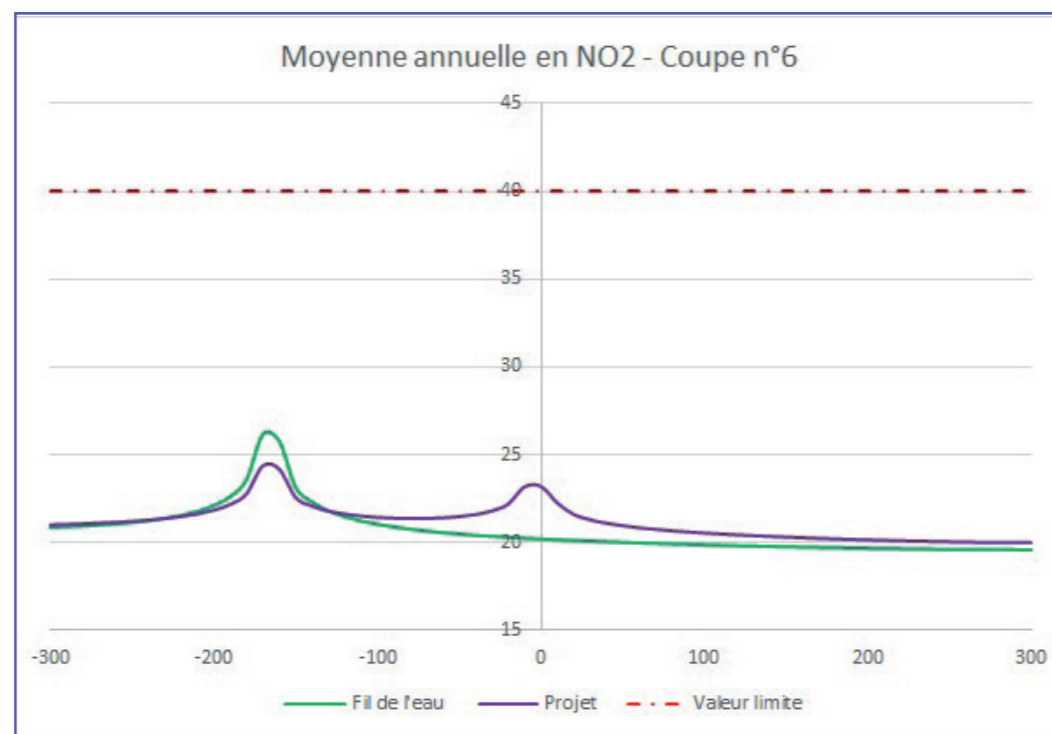


FIGURE 29 – COUPE N°6 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO₂ AVEC ET SANS PROJET

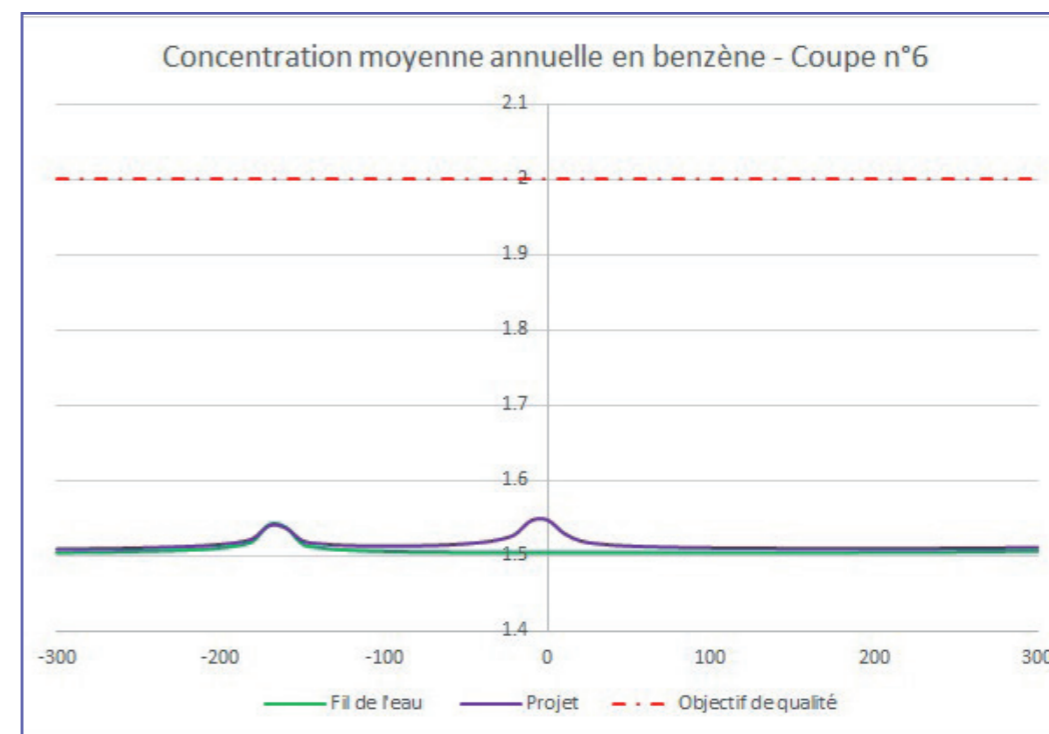


FIGURE 31 – COUPE N°6 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE AVEC ET SANS PROJET

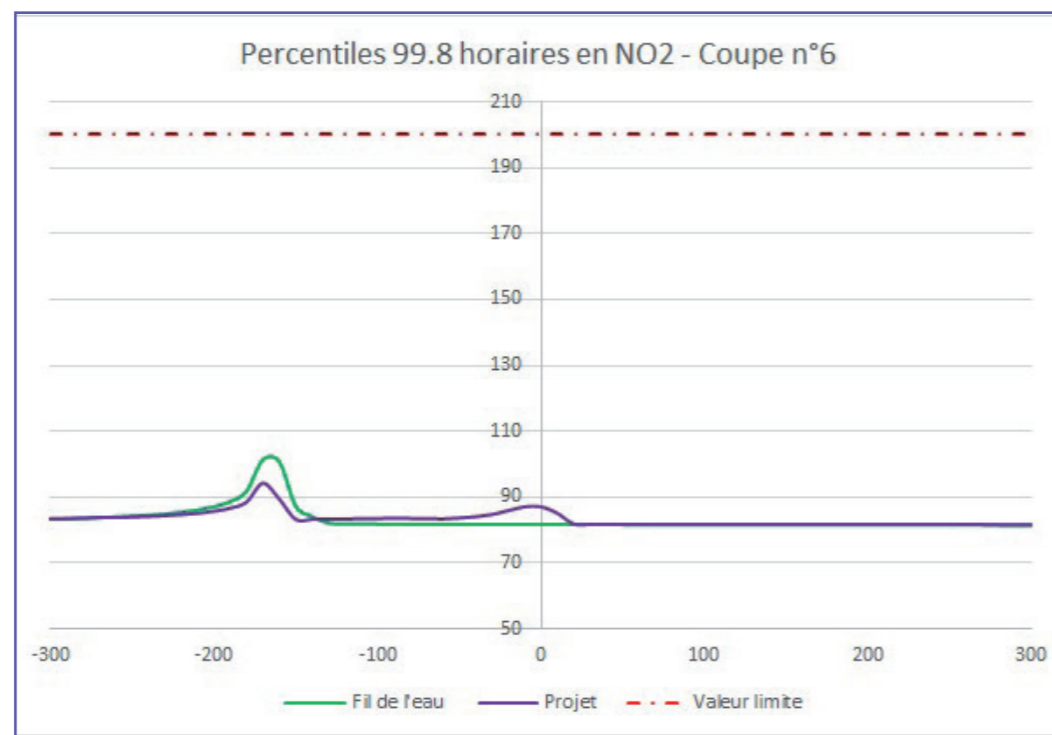


FIGURE 30 – COUPE N°6 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO₂ AVEC ET SANS PROJET

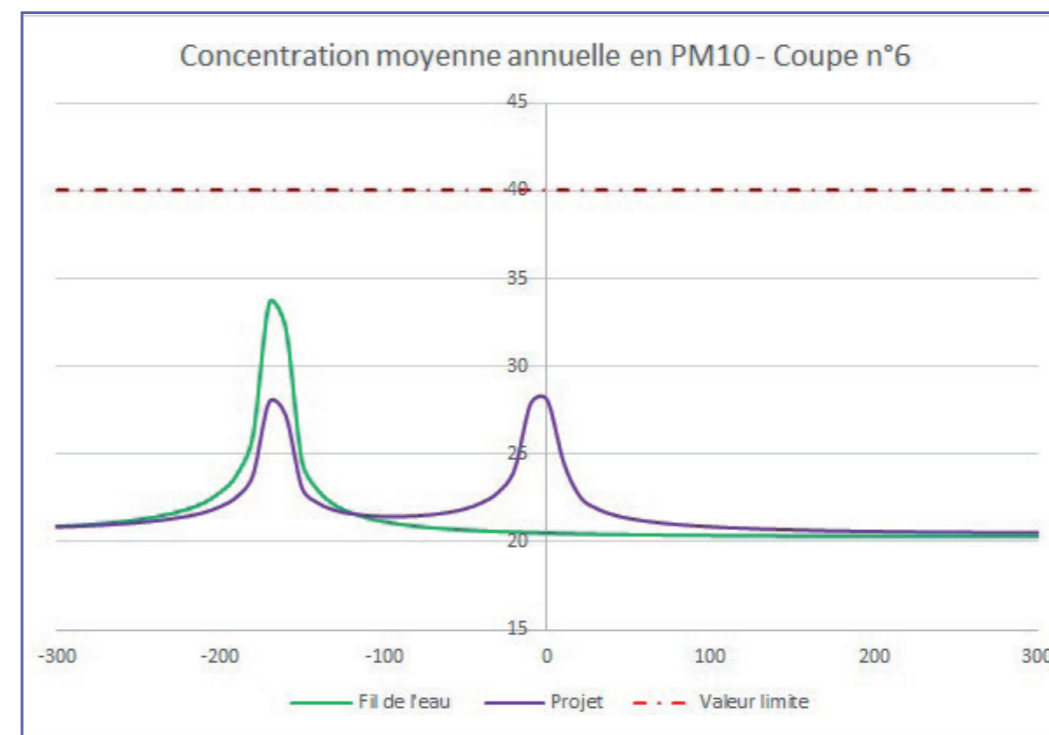


FIGURE 32 – COUPE N°6 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ AVEC ET SANS PROJET

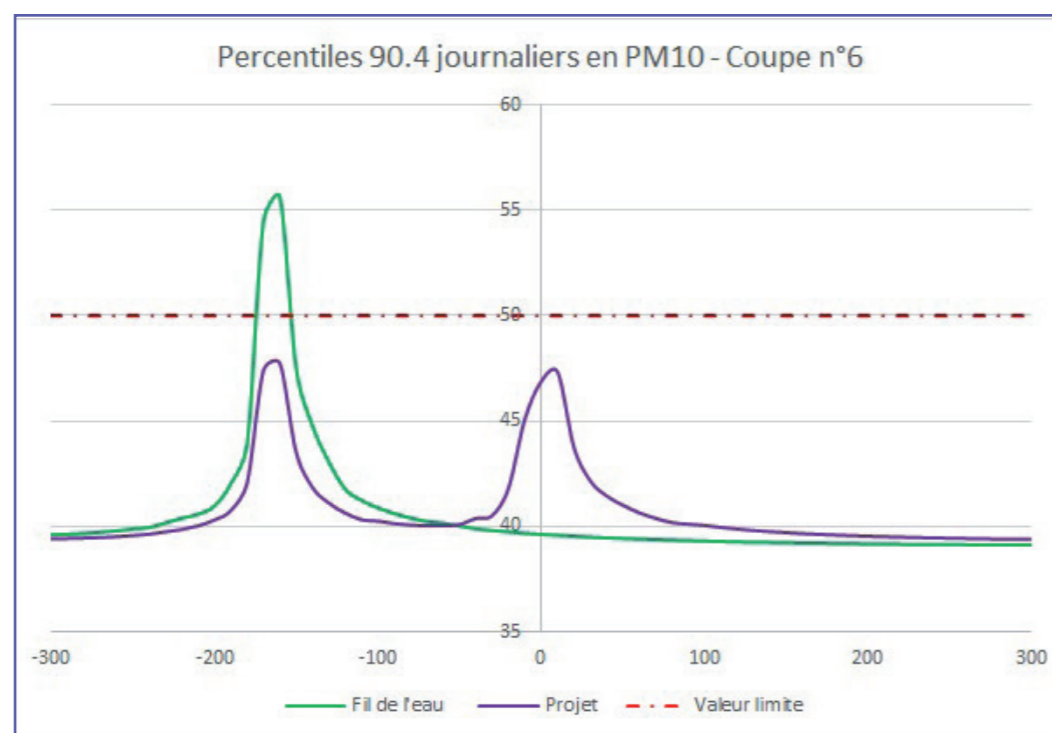


FIGURE 33 – COUPE N°6 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM_{10} AVEC ET SANS PROJET

Pour la coupe n°7, on constate après la mise en place du projet une augmentation des concentrations au niveau du projet et sur quelques dizaines de mètres de part et d'autres des voies, du fait de l'ajout des bretelles d'accès. Les concentrations augmentent plus sur les abscisses négatives, ce qui correspond au côté nord du projet, en raison des trafics (et donc des émissions), qui sont nettement plus importants sur la bretelle nord que sur la bretelle sud.

Sur cette coupe, les seuils réglementaires de qualité de l'air sont respectés en NO_2 et benzène, avec et sans le projet. En PM_{10} , la valeur limite de $40 \mu g/m^3$ relative aux concentrations moyennes annuelles est atteinte et légèrement dépassée après la mise en place du projet, au niveau des voies uniquement. Cette valeur n'est pas atteinte avant la mise en place du projet. Toujours en PM_{10} , l'autre valeur limite de $50 \mu g/m^3$ relative aux percentiles 90.4 journaliers est également dépassée. Avant la mise en place du projet, elle est dépassée au niveau des voies uniquement, avec un maximum de l'ordre de $60 \mu g/m^3$. Après la mise en place du projet, le dépassement est plus important, en amplitude (maximum de l'ordre de $70 \mu g/m^3$), et en largeur (25 à 30 mètres de part et d'autres du centre des voies, soit la largeur du projet et des bretelles d'accès).

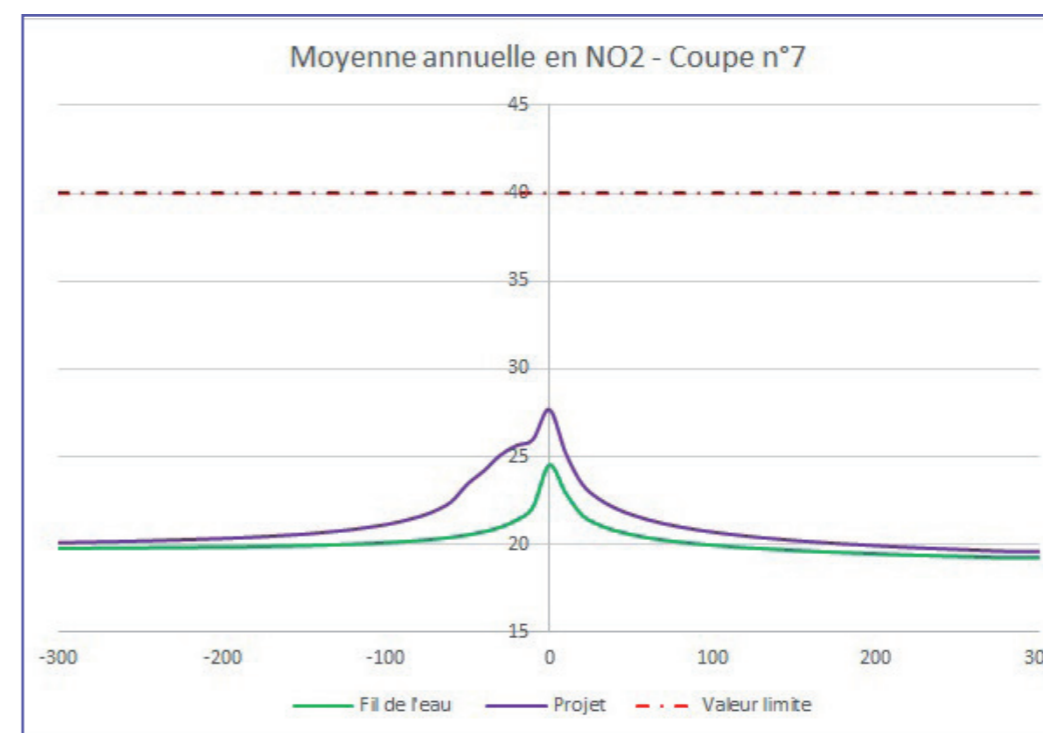


FIGURE 34 – COUPE N°7 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO_2 AVEC ET SANS PROJET

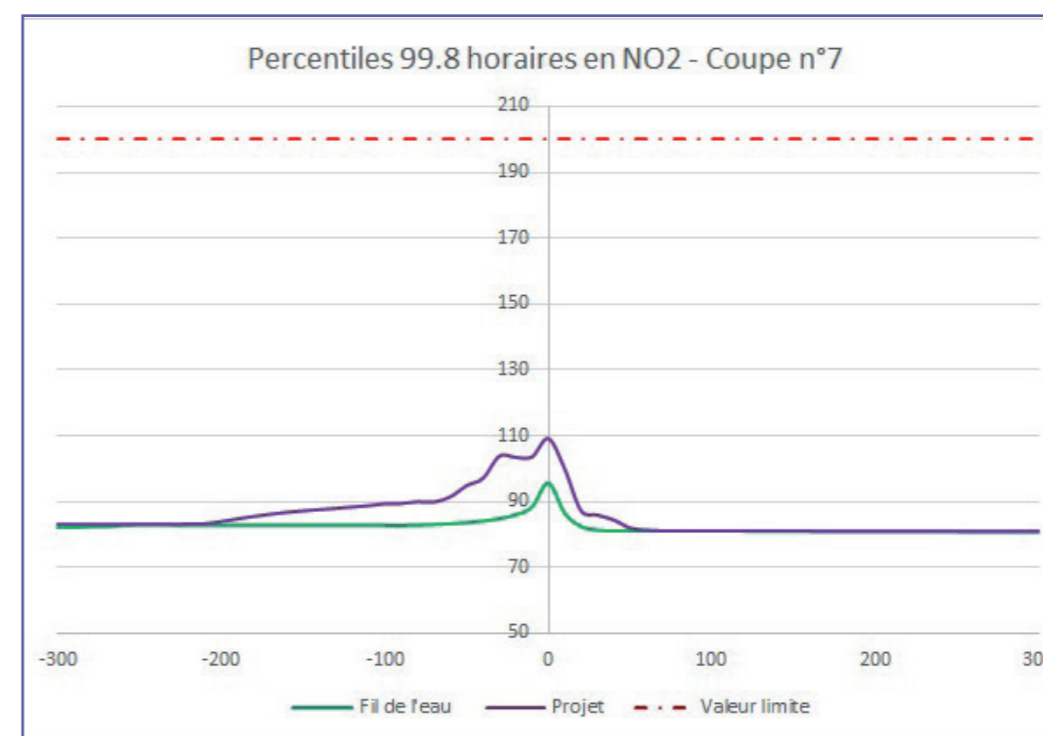


FIGURE 35 – COUPE N°7 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO_2 AVEC ET SANS PROJET

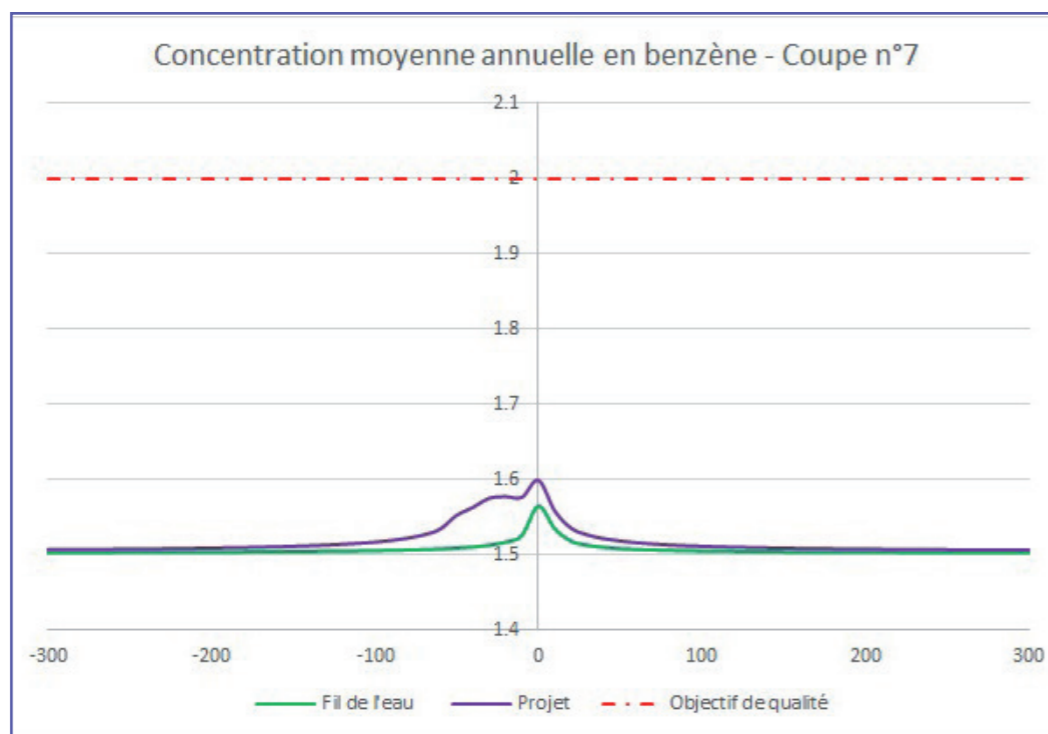


FIGURE 36 – COUPE N°7 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE AVEC ET SANS PROJET

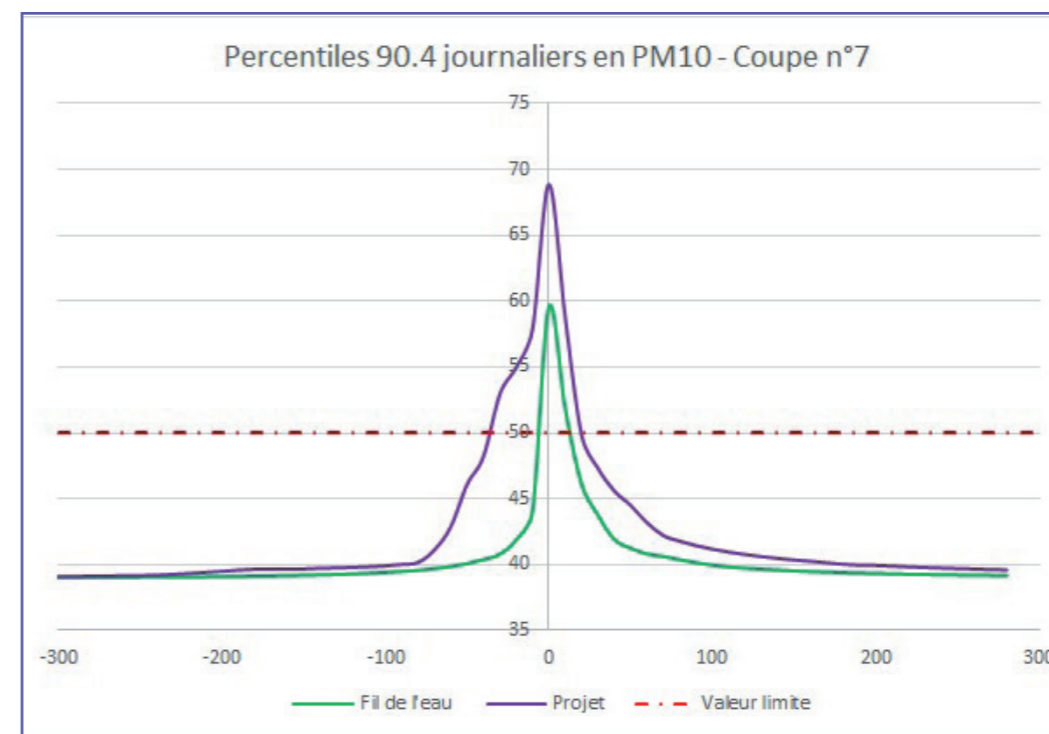


FIGURE 38 – COUPE N°7 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM₁₀ AVEC ET SANS PROJET

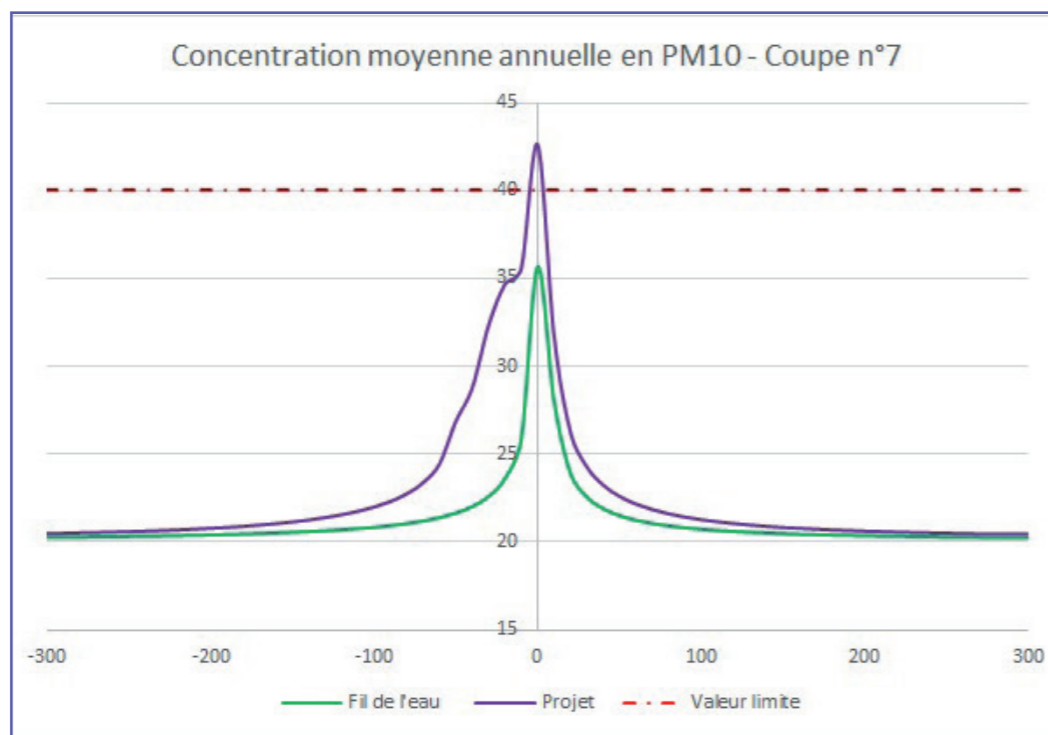


FIGURE 37 – COUPE N°7 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ AVEC ET SANS PROJET

Cas de la jonction à A13 : coupe n°9

La Figure 39 localise la coupe n°9, située au niveau de la jonction avec l'A13 sur la commune d'Incarville.

La coupe n°9 montre un pic élargi pour la situation projet, puisque cette coupe se situe au niveau de bretelles d'accès.

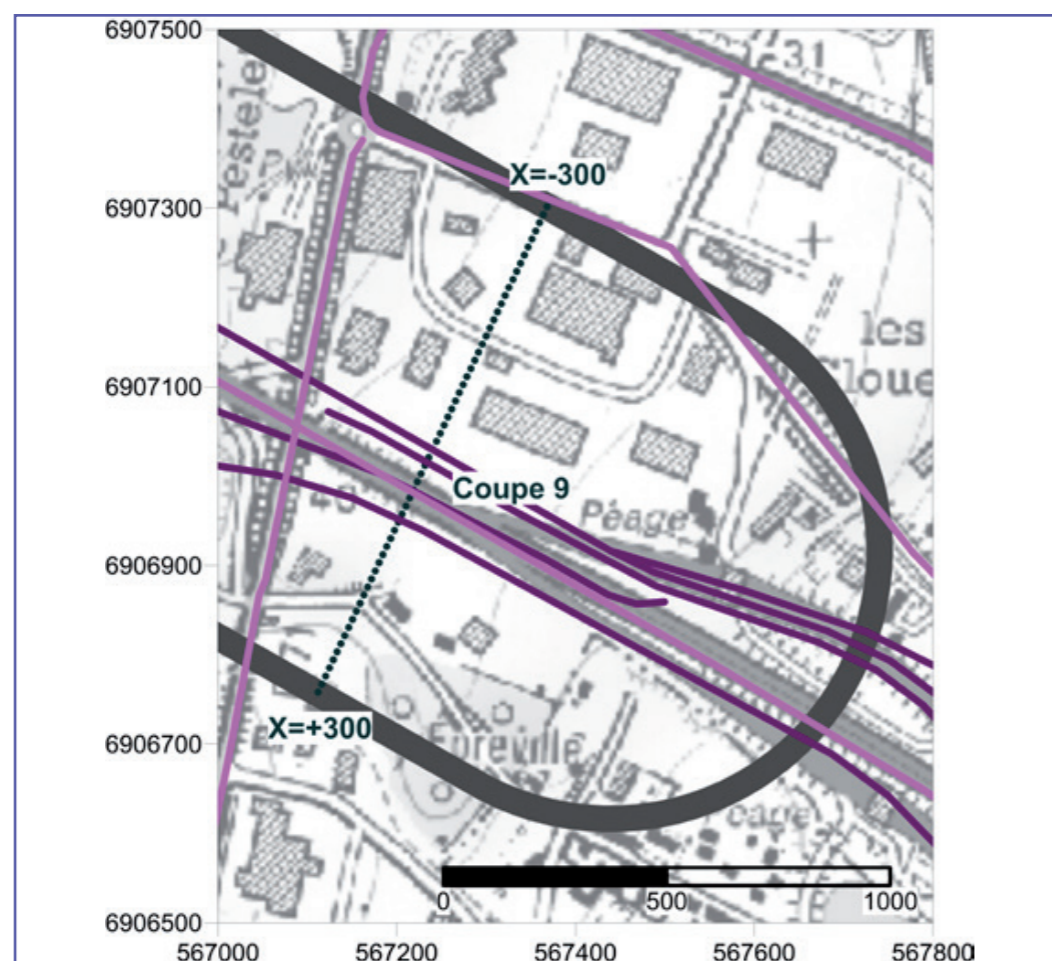


FIGURE 39 – LOCALISATION DE LA COUPE N°9. EN VIOLET CLAIR, LES AXES MODÉLISÉS POUR LA SITUATION FIL DE L'EAU, ET EN VIOLET FONCÉ, LES AXES SUPPLÉMENTAIRES MODÉLISÉS POUR LA SITUATION PROJET

Les graphes des Figure 40 à Figure 44 illustrent l'évolution des concentrations dans la bande d'étude en fonction de la distance à la source pour la situation fil de l'eau (état futur 2024 sans réalisation du projet), et pour la situation projet, pour cette coupe.

Les seuils réglementaires de qualité de l'air sont respectés d'après ces simulations au niveau de toutes ces coupes, et pour tous les polluants considérés, à l'exception des niveaux aigus en PM_{10} . En PM_{10} , les concentrations moyennes annuelles simulées respectent la valeur limite réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, même si cette valeur est approchée sans être atteinte pour le scénario fil de l'eau. La valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relative aux percentiles 90.4 journaliers est par contre dépassée pour les deux scénarios, sur une largeur similaire et restreinte dans les deux cas, correspondant aux voies de circulation. L'amplitude du dépassement est légèrement plus importante avant la mise en place du projet (près de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) qu'après la mise en place du projet (près de $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Sur cette zone de l'A13, la mise en place du projet conduit en effet à une diminution du trafic, et donc des émissions.

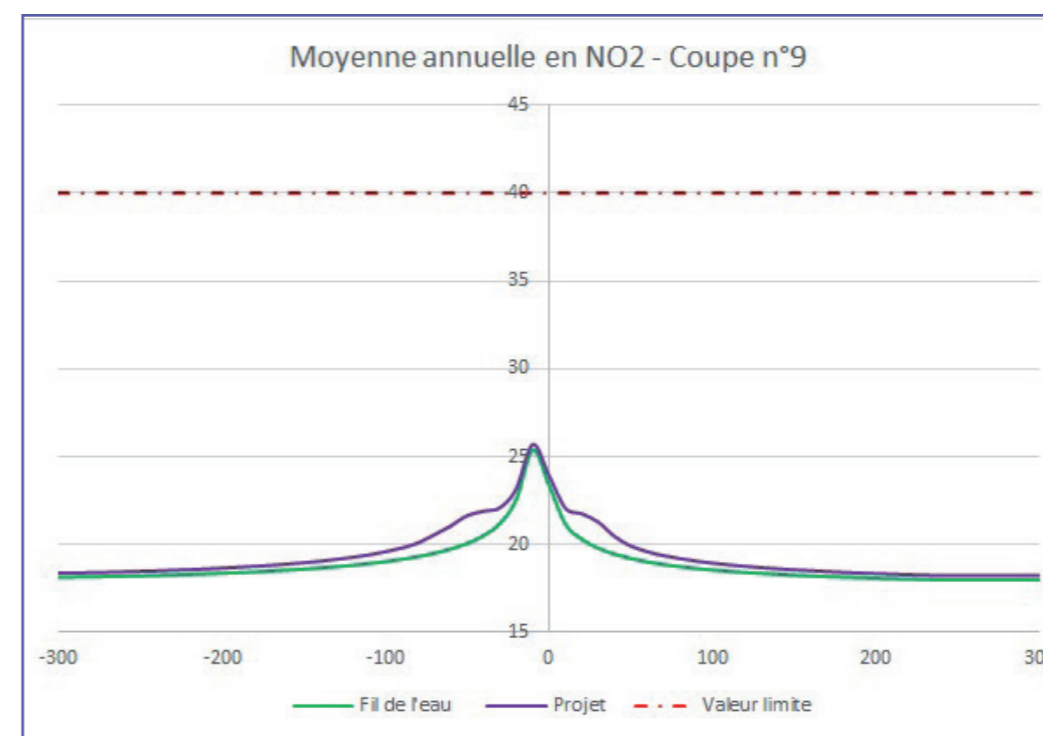


FIGURE 40 – COUPE N°9 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN NO_2 , AVEC ET SANS PROJET

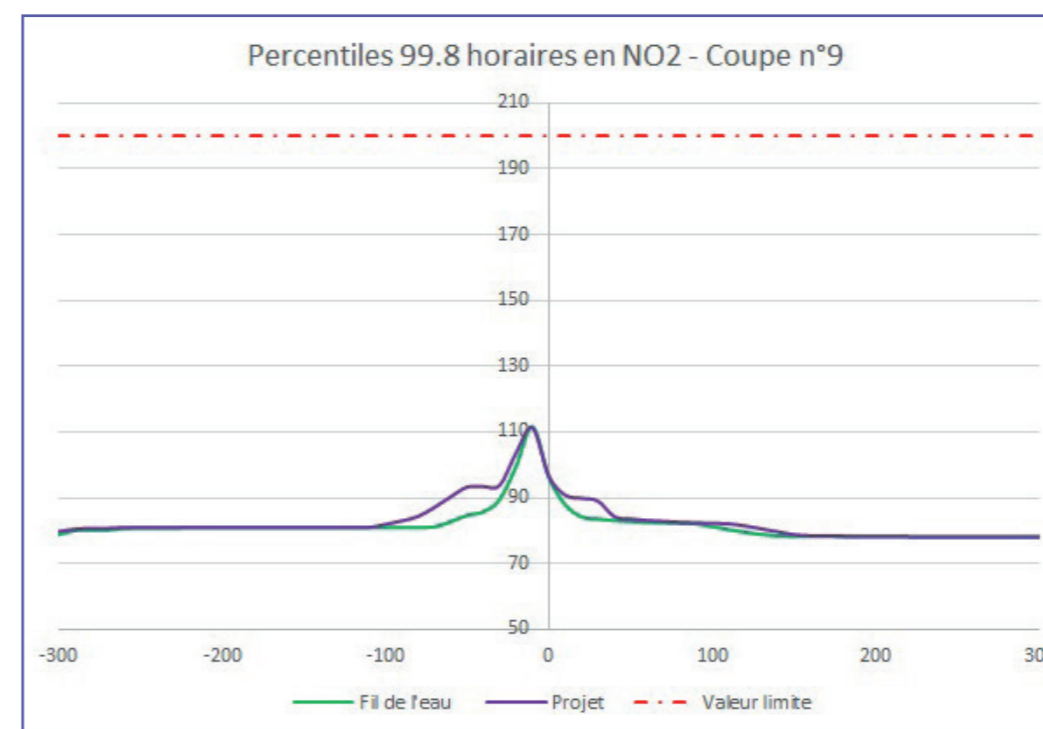


FIGURE 41 – COUPE N°9 DES PERCENTILES 99.8 HORAIRES EN NO_2 , AVEC ET SANS PROJET

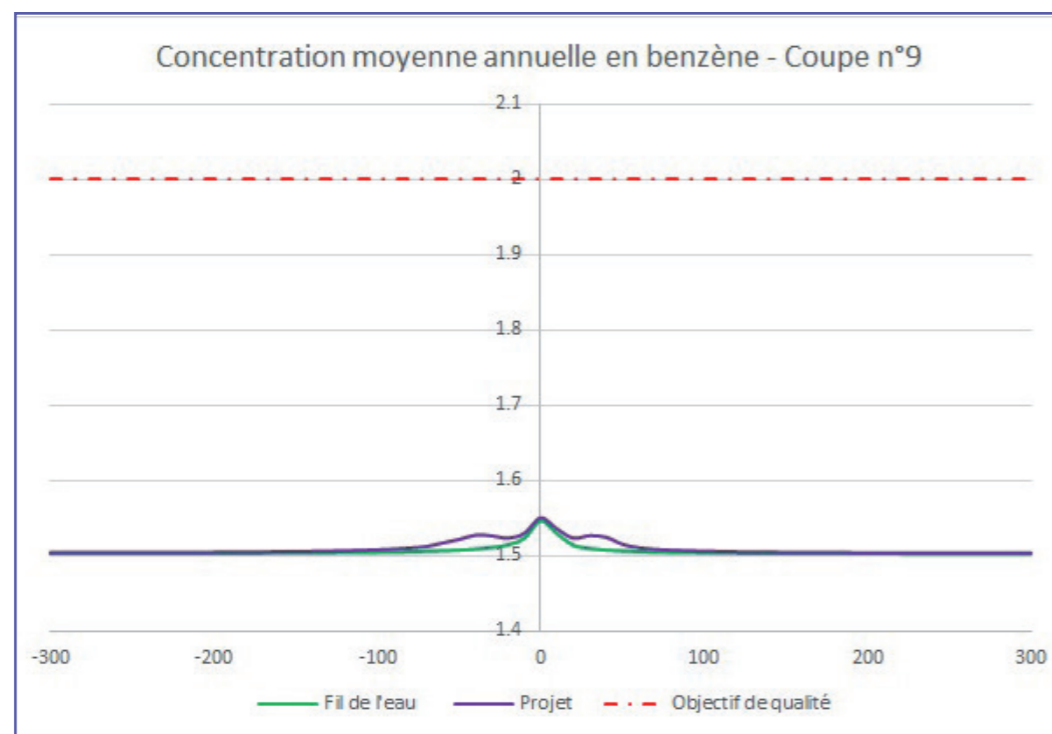


FIGURE 42 – COUPE N°9 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN BENZÈNE AVEC ET SANS PROJET

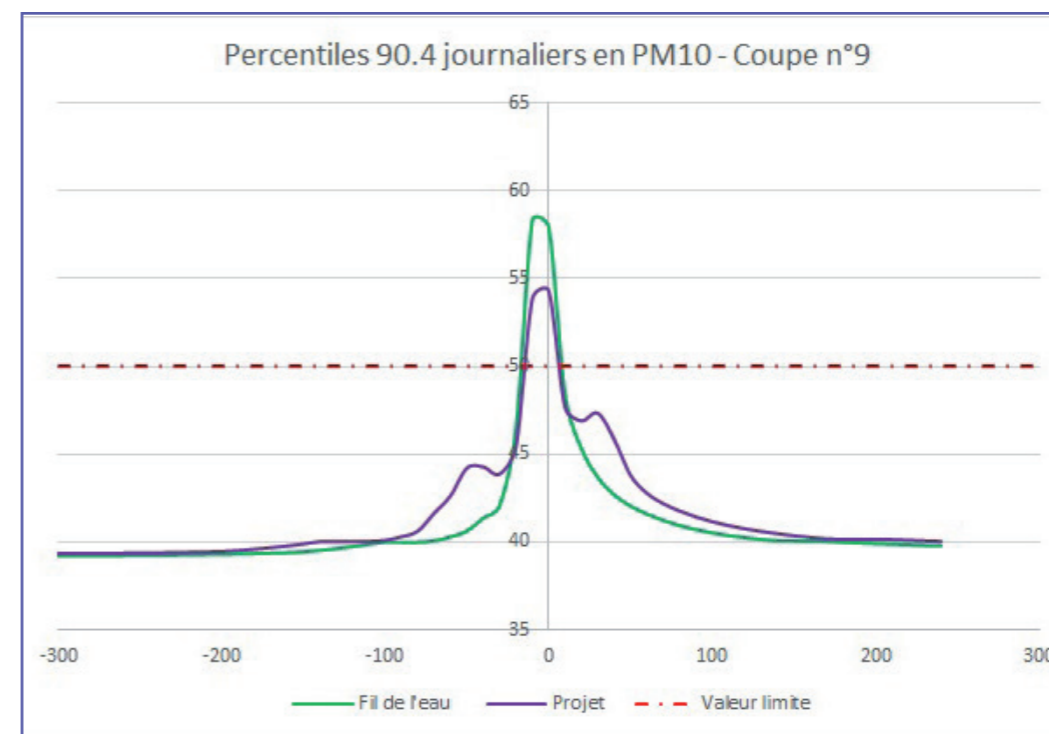


FIGURE 44 – COUPE N°9 DES PERCENTILES 90.4 JOURNALIERS EN PM₁₀ AVEC ET SANS PROJET

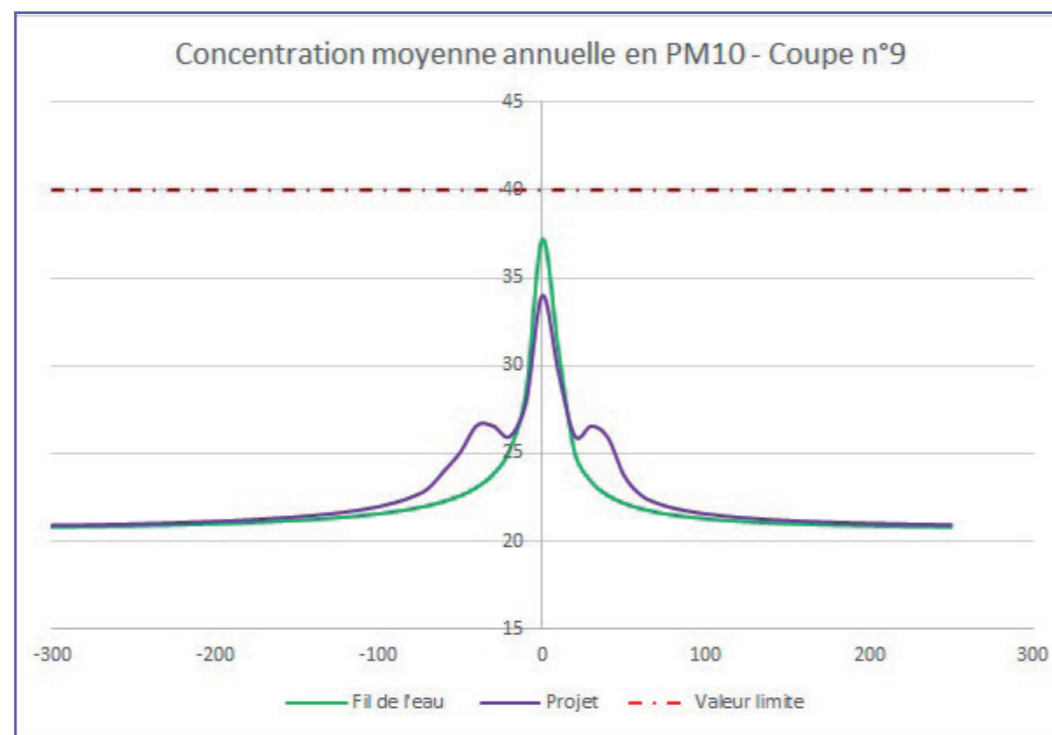


FIGURE 43 – COUPE N°9 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM₁₀ AVEC ET SANS PROJET

Remarque de l'Ae :

Note de bas de page n°85 Cf. notamment la carte des évolutions des émissions en PM₁₀ entre les scénarios fil de l'eau et projet (étude d'impact, tome 2.1, p. 343). L'étude « Air et santé » élaborée par le bureau d'études Numtech évalue les émissions par le logiciel COPCETEv4 du CEREMA sur toutes les voiries pour trois polluants, les PM₁₀, les NOx et le CO₂ (des résultats détaillés auraient également été intéressants pour le benzène qui, avec les PM, est un des polluants considérés comme les plus préoccupants).

La carte de la figure 45 (page suivante) présente le cadastre d'émission sur l'aire d'étude pour le benzène. Les émissions et variations sont exprimées en g/km/jr.

Les commentaires présentés dans le rapport d'étude pour les cartes d'émissions en NOx, CO₂, et PM₁₀ restent valables pour le benzène :

L'analyse des cartes de localisation présentées met en évidence une situation contrastée quant à la répartition spatiale des variations d'émissions liées à l'aménagement du projet.

- une diminution sensible des émissions polluantes :
 - d'un point de vue global sur la partie est et sud-est de l'aire d'étude ;
 - sur les principales pénétrantes à l'est de l'agglomération à savoir N28, N31, D6014, D6015, ainsi que sur la RD18e. Cette baisse des émissions s'observe sur les sections situées entre le projet et le centre de l'agglomération de Rouen ;
 - sur une majeure partie des axes du centre ville de Rouen notamment sur les quais en rive droite et rive gauche qui reçoivent un trafic de transit important ;
 - sur la partie sud de l'aire d'étude, sur l'A13 entre les échangeurs d'Incarville et des Essarts, sur la RD6015 en traversée d'Igville, de Pont-de-l'Arche ainsi qu'en forêt de Bord, sur la RD321.
- une augmentation des émissions :
 - d'un point de vue global sur une grande partie ouest de l'agglomération de Rouen et sur certains axes au sud de l'aire d'étude sur l'agglomération d'Incarville ;
 - sur l'itinéraire N338, Pont-Flaubert, début de l'A150 ainsi que sur la rocade Sud et la RD18e entre l'A13 et le rond-point des Vaches ;
 - sur RD6015 et RD43 à l'ouest et nord de l'agglomération de Rouen et sur certains axes du centre ville (une partie des boulevards notamment) ;
 - sur A154, D71, RD6015 et dans une moindre mesure A13 au sud de l'agglomération d'Incarville.



FIGURE 45 - BILAN DES ÉMISSIONS EN BENZÈNE

Annexe 2

CALCUL D'ÉMISSION, DE DISPERSION ET D'IPP, POUR LES PM2.5

MÉTHODOLOGIE

Les taux d'émission en PM2.5 ont été calculés sur la base des émissions estimées en PM₁₀¹, en considérant que :

- la totalité des émissions quantifiées en PM₁₀ à l'échappement des véhicules correspond à des PM2.5,
- et que 54.5% des particules PM₁₀ émises par l'usure des véhicules et des équipements étaient des PM2.5¹.

BILAN DES ÉMISSIONS SUR LE DOMAINE D'ÉTUDE

Bilan numérique

Le tableau suivant dresse le bilan des émissions en PM2.5 dues au trafic routier sur l'ensemble de l'aire d'étude sur un jour moyen annuel en 2024 pour les deux situations étudiées.

Les émissions sont exprimées en tonnes (t/j) ou kilogrammes (kg/j) par jour en fonction du polluant considéré.

Ce bilan montre une évolution des émissions des PM2.5 qui suit logiquement celle des PM₁₀, avec une augmentation attendue de ces émissions suite à la mise en place du projet de l'ordre de 8%.

	PM _{2.5} (T/jr)
Projet A28-A13	0.66
Fil de l'eau	0.61
Impact de la mise en place du projet	+ 8%

TABLEAU 4 - BILAN DES ÉMISSIONS EN PM2.5 SUR L'AIRE D'ÉTUDE (ANNÉE 2024)

¹ Hypothèse prise à partir de données de granulométrie des particules émises par l'usure des voies et des équipements, dans « Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières, Annexes au rapport du groupe de travail », Novembre 2004

Le bilan détaillé par type de véhicule est donné sur la figure suivante. L'apport entre VL et PL est très équilibré.

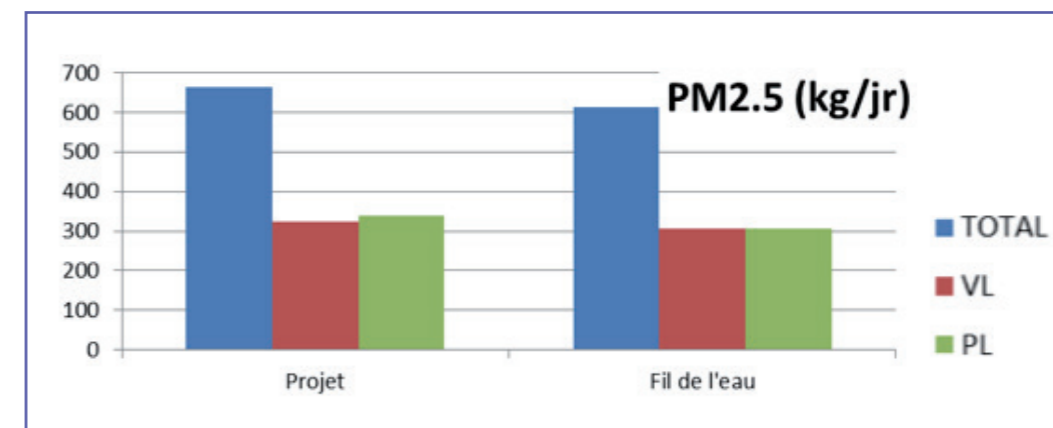


FIGURE 46 - BILAN D'ÉMISSION DES PM2.5

Bilan cartographique

La figure suivante présente le cadastre d'émission sur l'aire d'étude pour les PM2.5. Les émissions et variations sont exprimées en g/km/jr.

L'analyse des cartes de localisation présentées met en évidence une situation contrastée quant à la répartition spatiale des variations d'émissions liées à l'aménagement du projet.

- **une diminution sensible des émissions polluantes :**
 - d'un point de vue global sur la partie est et sud-est de l'aire d'étude ;
 - sur les principales pénétrantes à l'est de l'agglomération à savoir N28, N31, D6014, D6015, ainsi que sur la RD18e. Cette baisse des émissions s'observe sur les sections situées entre le projet et le centre de l'agglomération de Rouen ;
 - sur une majeure partie des axes du centre ville de Rouen notamment sur les quais en rive droite et rive gauche qui reçoivent un trafic de transit important ;
 - sur la partie sud de l'aire d'étude, sur l'A13 entre les échangeurs d'Incarville et des Essarts, sur la RD6015 en traversée d'Igenville, de Pont-de-l'Arche ainsi qu'en forêt de Bord, sur la RD321.
- **une augmentation des émissions :**
 - d'un point de vue global sur une grande partie ouest de l'agglomération de Rouen et sur certains axes au sud de l'aire d'étude sur l'agglomération d'Incarville ;
 - sur l'itinéraire N338, Pont-Flaubert, début de l'A150 ainsi que sur la rocade Sud et la RD18e entre l'A13 et le rond-point des Vaches ;
 - sur RD6015 et RD43 à l'ouest et nord de l'agglomération de Rouen et sur certains axes du centre ville (une partie des boulevards notamment) ;
 - sur A154, D71, RD6015 et dans une moindre mesure A13 au sud de l'agglomération d'Incarville.

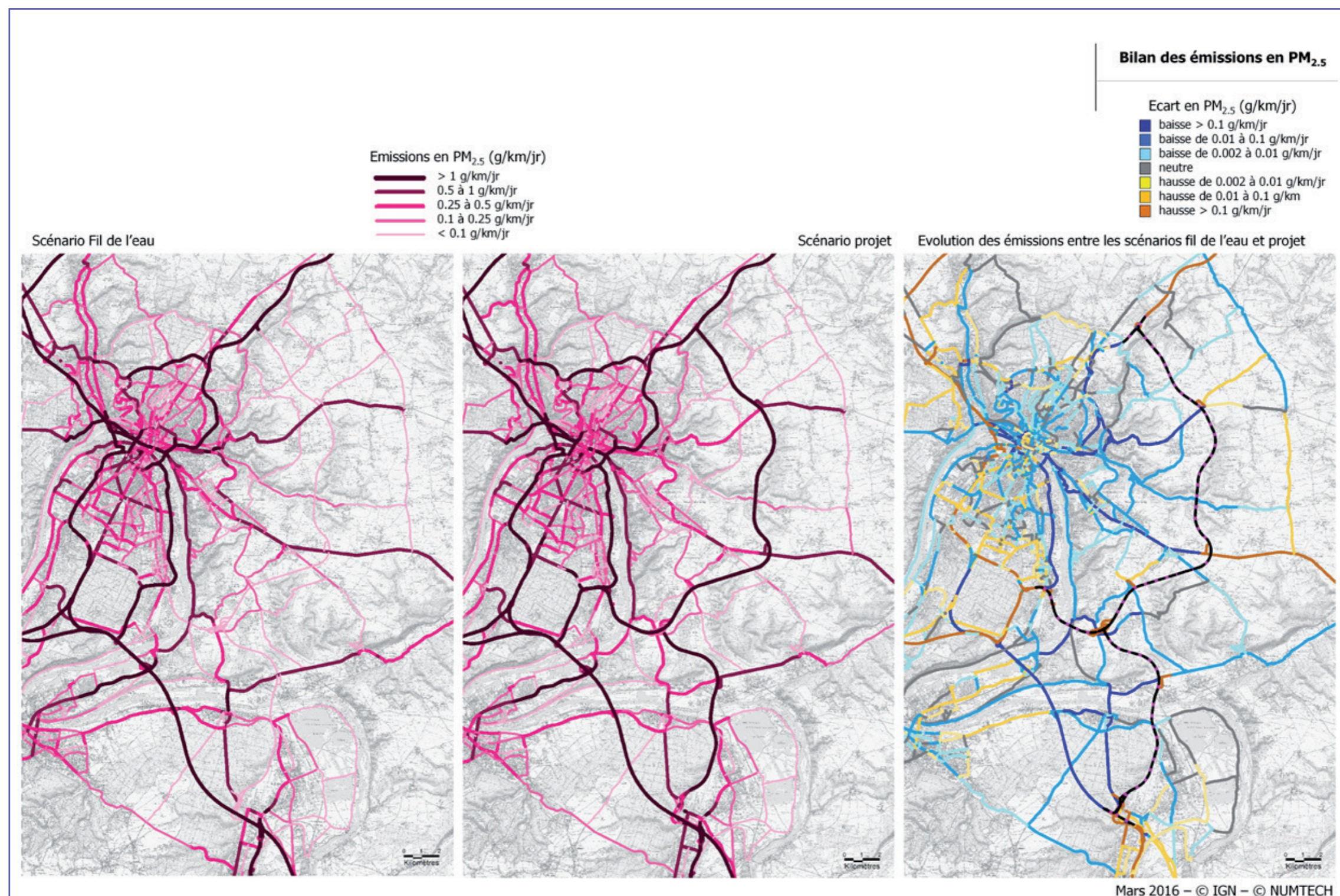


FIGURE 47 – BILAN DES ÉMISSIONS EN PM_{2.5}

MODÉLISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES PM_{2.5}

La modélisation réalisée pour l'ensemble des substances étudiées dans le cadre du volet Air et Santé a été réitérée pour les poussières PM_{2.5}. Toutes les hypothèses de modélisation restent par ailleurs identiques. Pour ce polluant, comme pour le NO₂ et les PM₁₀, les résultats bruts de modélisation ont été post-traités afin d'intégrer une pollution de fond spatialement variable, issue de modélisations CHIMERE.

Les calculs ont porté sur les concentrations moyennes annuelles uniquement. Pour ce paramètre, le code de l'Environnement définit une valeur limite de protection de la santé humaine de 25 µg/m³.

DISPERSION DES PM_{2.5} SUR LE DOMAINE ET LA BANDE D'ÉTUDE

Les concentrations estimées pour le scénario fil de l'eau s'échelonnent entre 14 et 27 µg/m³. Les niveaux les plus élevés sont localisés sur l'A13, puis dans une moindre mesure sur la RD18E, puis sur l'A28. Sur la majorité de la bande d'étude, les concentrations simulées correspondent à la pollution de fond.

Après la mise en place de la liaison A28-A13 (Figure 48), les concentrations simulées s'échelonnent de 14 µg/m³ (concentration correspondant à la pollution de fond minimale sur le domaine d'étude, d'après les données exploitées issues du modèle Chimère) à 30 µg/m³ en bordure de l'axe projet.

Sur la section nord, de Isneauville jusqu'au sud de Boos, les concentrations estimées en bordure de voie sont inférieures à 20 µg/m³. Elles atteignent 15 µg/m³ à une distance au centre des voies d'environ 50 m, pour ensuite atteindre le niveau de pollution de fond.

Sur la section sud depuis Port Saint-Ouen jusqu'à la jonction avec A13/A154, les concentrations simulées en bordure de voie restent inférieures à 17 µg/m³, et atteignent les 15 µg/m³ à environ 100 mètres du centre des voies.

Au niveau du barreau de raccordement RD18E via Port Saint-Ouen puis au-delà vers le nord en direction de Boos, la pollution de fond prise en compte est un peu plus élevée. En bordure de voie les concentrations simulées sont de 18 µg/m³, puis décroissent plus lentement en s'éloignant des voies, et atteignent les 15 µg/m³ à environ 175 m du centre des voies.

Enfin les niveaux les plus importants sont simulés comme pour le NO₂, au niveau de la jonction A13/A154, au niveau de la zone de jonction avec la RD18E vers le rond-point des Vaches, puis dans une moindre mesure au niveau de la jonction avec A28. Les concentrations sur les voies dépassent les 25 µg/m³ (valeur limite) très ponctuellement, à proximité du rond-point des Vaches uniquement, et atteignent au maximum 30 µg/m³. Ces niveaux sont liés à la conjonction de flux de trafic plus importants sur ces zones, et d'une pollution de fond plus élevée.

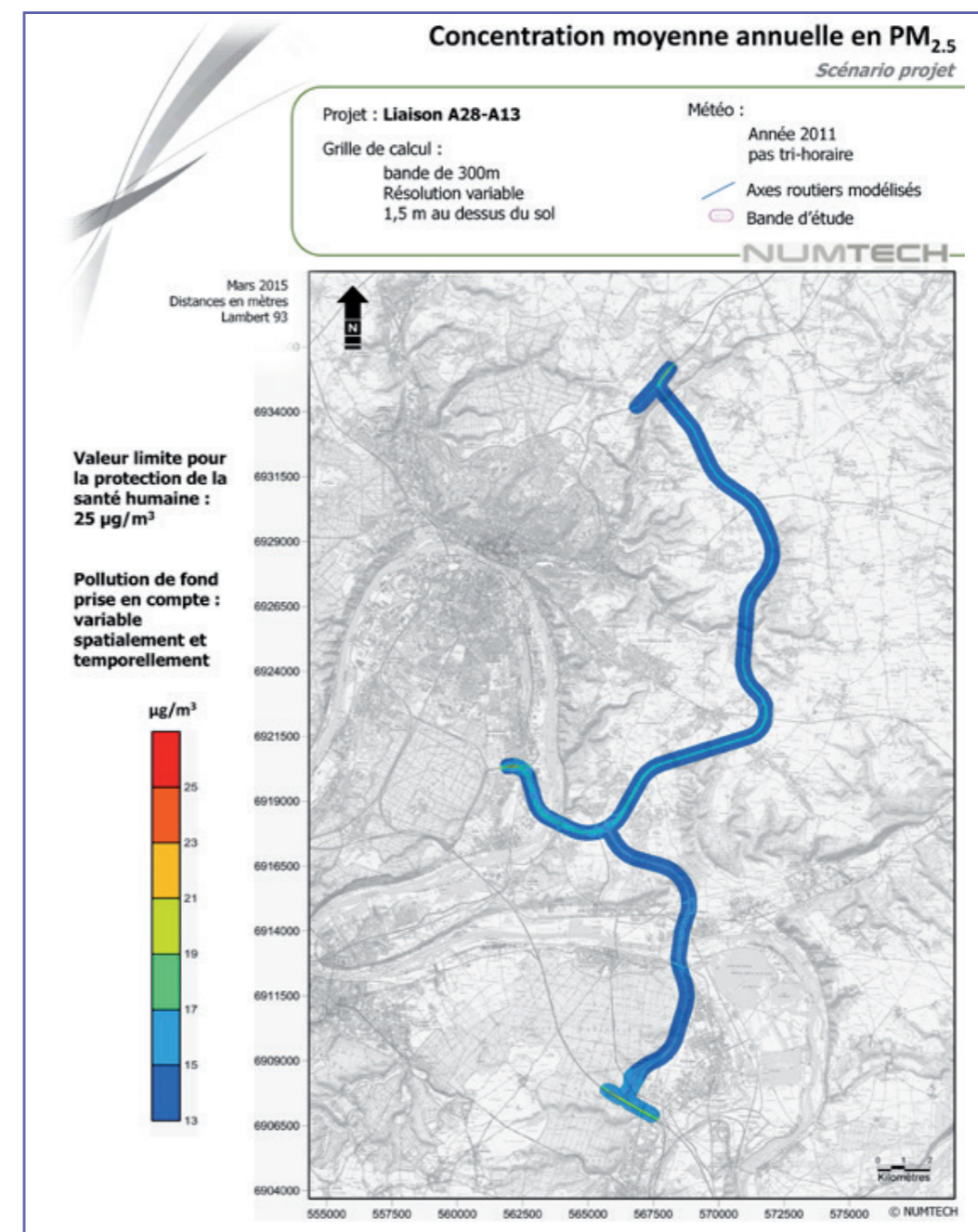


FIGURE 48 - CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES SIMULÉES EN PM_{2.5}

Les deux cartographies suivantes présentent les concentrations simulées pour le fil de l'eau, et pour la situation projet, zoomées sur les zones du rond-point des Vaches, puis du raccordement à A13.

Ces cartes montrent que la mise en place du projet s'accompagne d'une augmentation des concentrations moyennes annuelles en PM_{2.5} à l'ouest du rond-point des Vaches, ainsi que le long du nouveau linéaire du projet. Les dépassements de la valeur limite de 25 µg/m³ apparaissent très limités spatialement.

A Incarville sur l'A13, les concentrations devraient augmenter en dehors des voies, du fait de l'ajout de bretelles d'accès, mais elles devraient diminuer sur l'A13, du fait d'une baisse attendue des trafics sur cette section suite à la mise en place du projet.

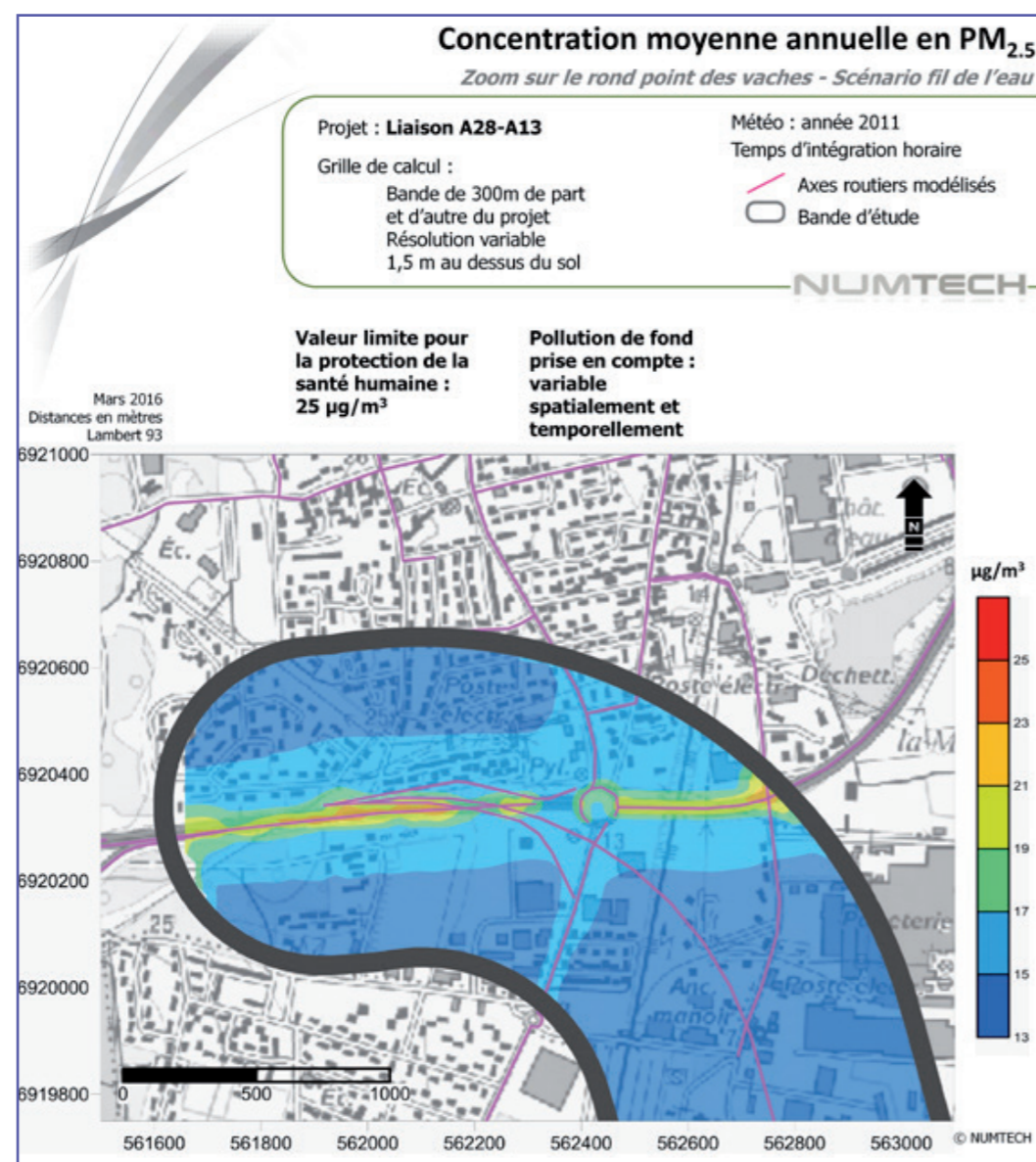


FIGURE 49 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM_{2.5} POUR LE FIL DE L'EAU

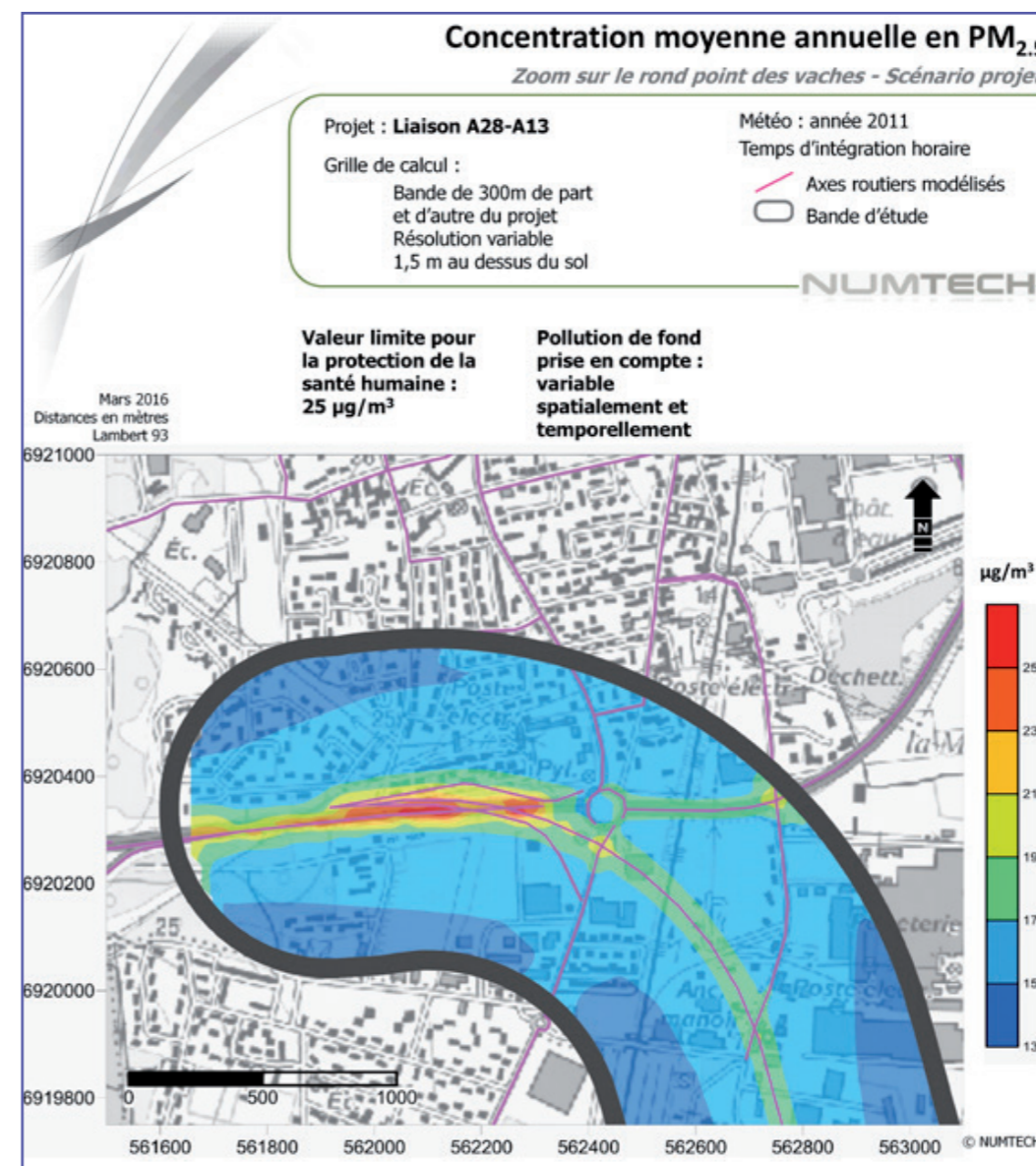


FIGURE 50 – ZOOM N°1 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM_{2.5} POUR LE PROJET

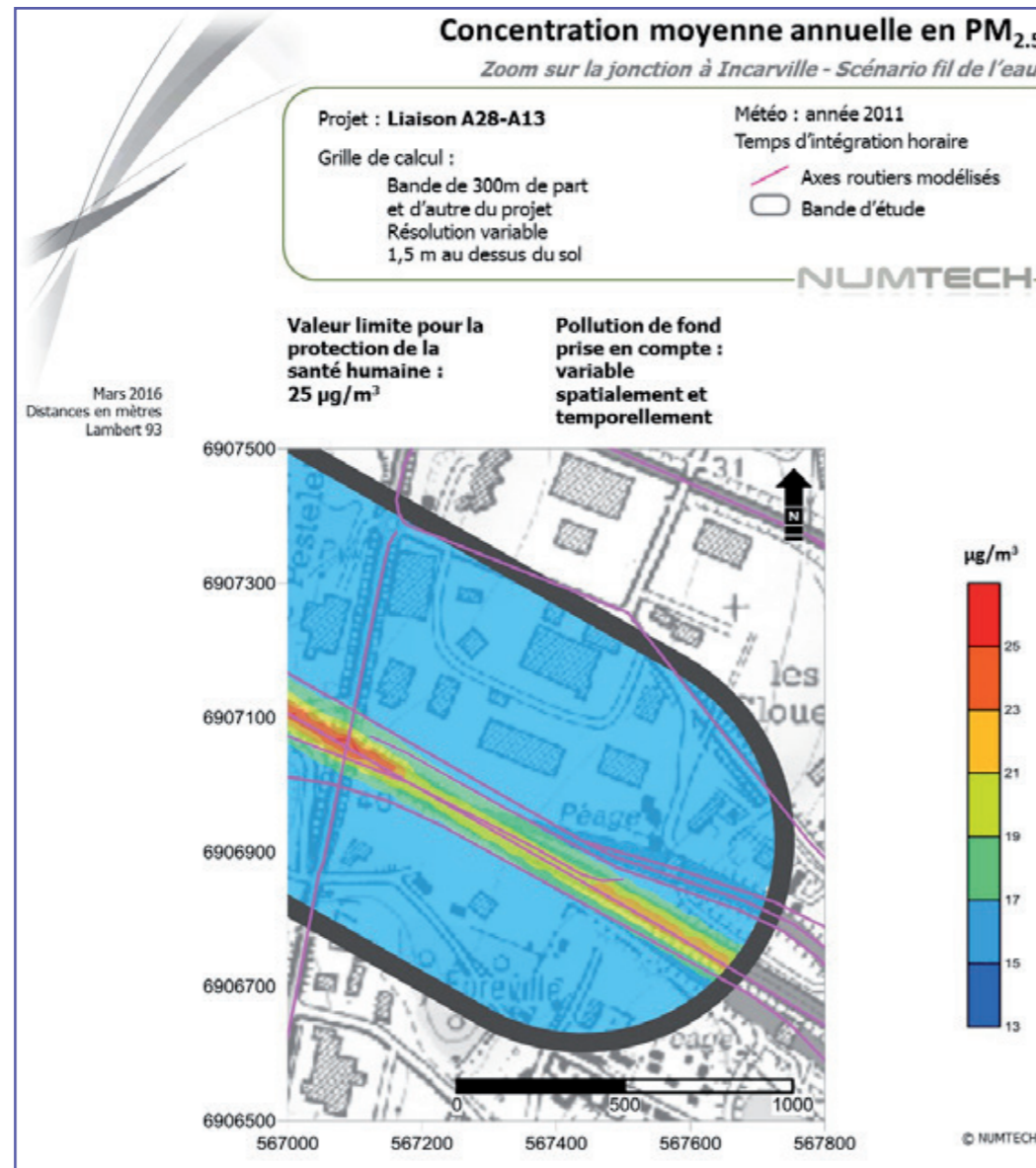


FIGURE 51 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 POUR LE FIL DE L'EAU

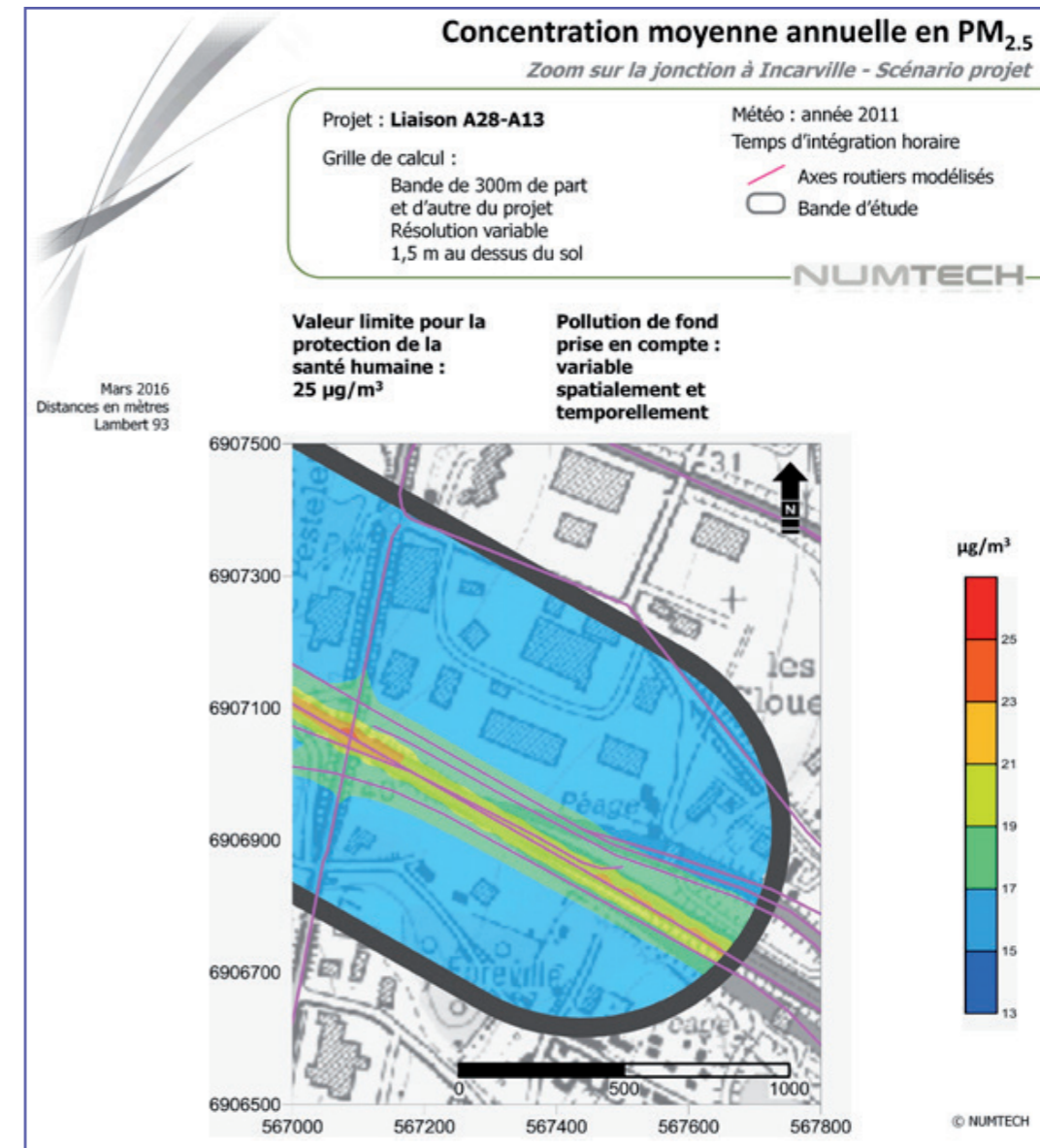


FIGURE 52 – ZOOM N°2 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 POUR LE PROJET

En complément de ces zooms, les 9 coupes présentées précédemment pour les autres polluants ont également été réalisées pour les PM2.5. Les concentrations correspondantes sont présentées sur les trois graphes suivants.

Comme pour les autres polluants, la Figure 53 montre des évolutions assez similaires pour les coupes n°1, 2, 3, 4, 5 et 8, avec une décroissance régulière de part de d'autre de l'axe, et des niveaux de concentrations en dehors de la zone d'influence immédiate de l'axe, qui dépendent de la pollution de fond considérée (on rappelle que celle-ci est variable spatialement pour les PM2.5).

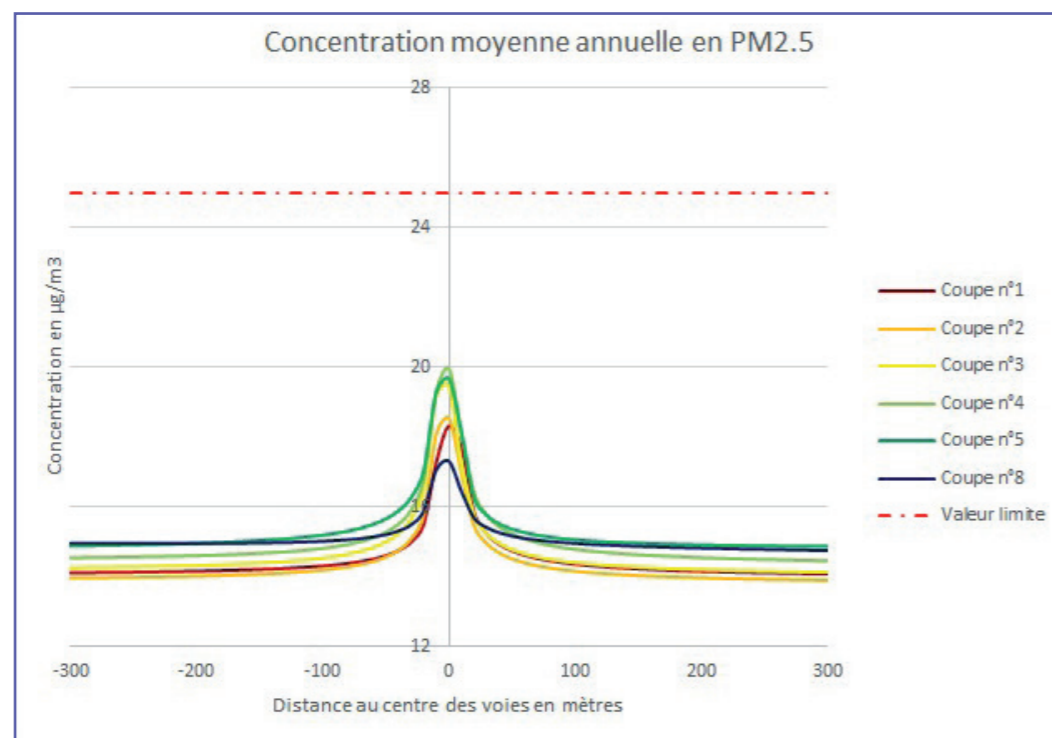


FIGURE 53 – COUPE N°1, 2, 3, 4, 5 ET 8 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 POUR LA SITUATION PROJET

Au niveau de la coupe n°6, située à l'est du rond-point des Vaches, le comportement est similaire à celui observé sur les autres polluants, avec des niveaux maximaux proches de la valeur limite pour le fil de l'eau au niveau de la RD18E, qui diminuent à $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ suite à la mise en place du projet. Ils s'accompagnent de concentrations équivalentes au niveau du nouveau linéaire.

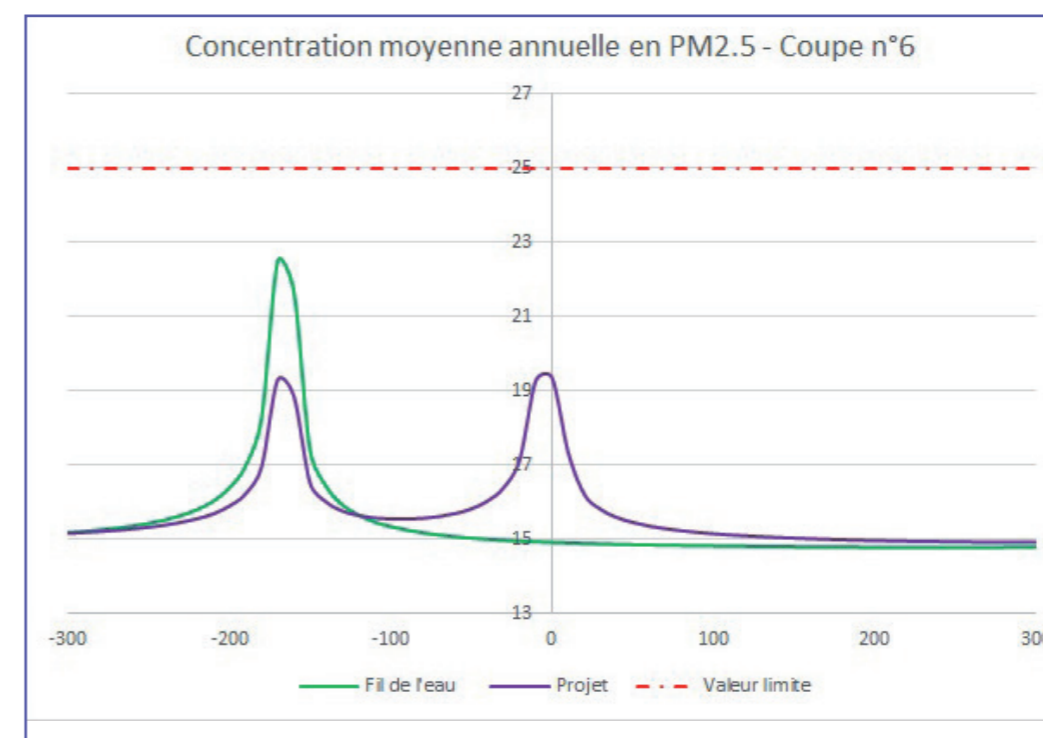


FIGURE 54 – COUPE N°6 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 AVEC ET SANS PROJET

Sur la coupe n°7, située à l'ouest du rond-point des Vaches, les concentrations maximales simulées au niveau des voies sont proches de la valeur limite sans la mise en place du projet. Elles augmentent suite à la mise en place du projet : au niveau des voies, la valeur limite est légèrement dépassée, et en dehors les niveaux sont également plus importants en raison de l'ajout des bretelles d'accès.

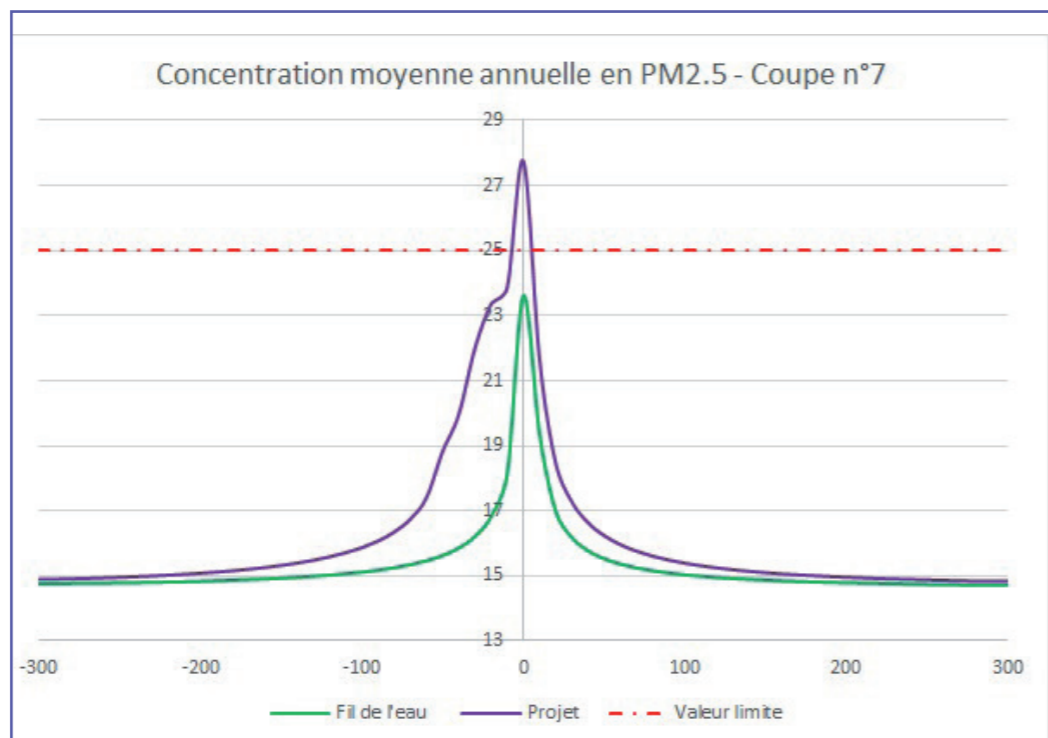


FIGURE 55 – COUPE N°7 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 AVEC ET SANS PROJET

Enfin, la coupe n°9 montre que les concentrations maximales simulées au niveau des voies sur la jonction avec l'A13 à Incarville atteignent la valeur limite si le projet n'est pas mis en place, et s'en approchent si l'est. La mise en place du projet conduit à une légère diminution des concentrations au niveau des voies (due à une diminution des trafics estimés sur cette section), et à des concentrations plus élevées en s'éloignant des voies, du fait de l'ajout des bretelles d'accès sur cette zone.

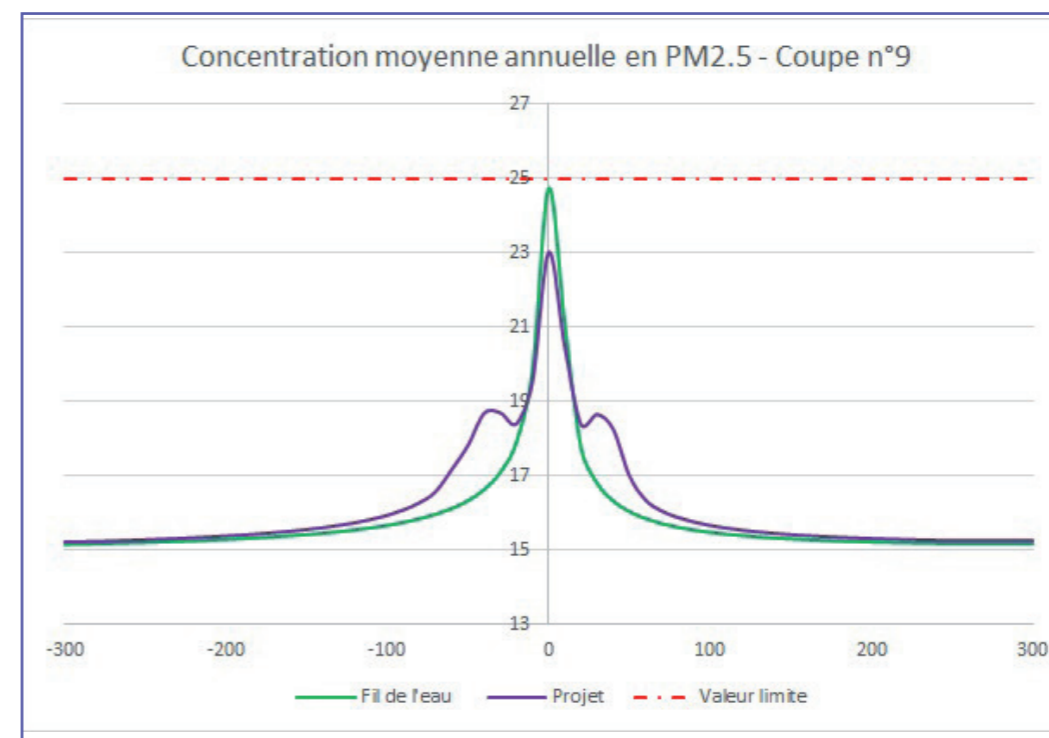


FIGURE 56 – COUPE N°9 DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM2.5 AVEC ET SANS PROJET

CALCUL DE L'INDICE POLLUTION POPULATION (IPP)

MÉTHODOLOGIE

La méthodologie de calcul de l'indicateur IPP basé sur les résultats en PM2.5 est tout à fait similaire à celle détaillée dans le rapport d'étude, pour les autres polluants.

INDICATEUR GLOBAL

Pour les deux scénarios étudiés, l'IPP global correspond à la somme des indices IPP calculés pour chaque bâtiment de la bande d'étude.

Le Tableau 5 présente les valeurs d'IPP obtenues en PM2.5, en tenant compte de la pollution de fond, puis sans en tenir compte (contribution seule des axes routiers modélisés).

	IPP PM ₁₀ intégrant la pollution de fond	IPP PM ₁₀ sans pollution de fond
Fil de l'eau	6 405	141
Projet	6 395	131
Evolution	-0.2%	-7%

TABLEAU 5 – IPP GLOBAL EN PM2.5, EN MILLIERS D'UNITÉS

Ces mêmes résultats sont présentés sur les figures suivantes sous forme d'histogrammes. Afin de faciliter la lecture et l'analyse, chaque IPP est présenté en donnant une valeur 100 à l'IPP correspondant à la valeur du scénario fil de l'eau. L'IPP de chaque scénario est recalculé au prorata de cette valeur de référence.

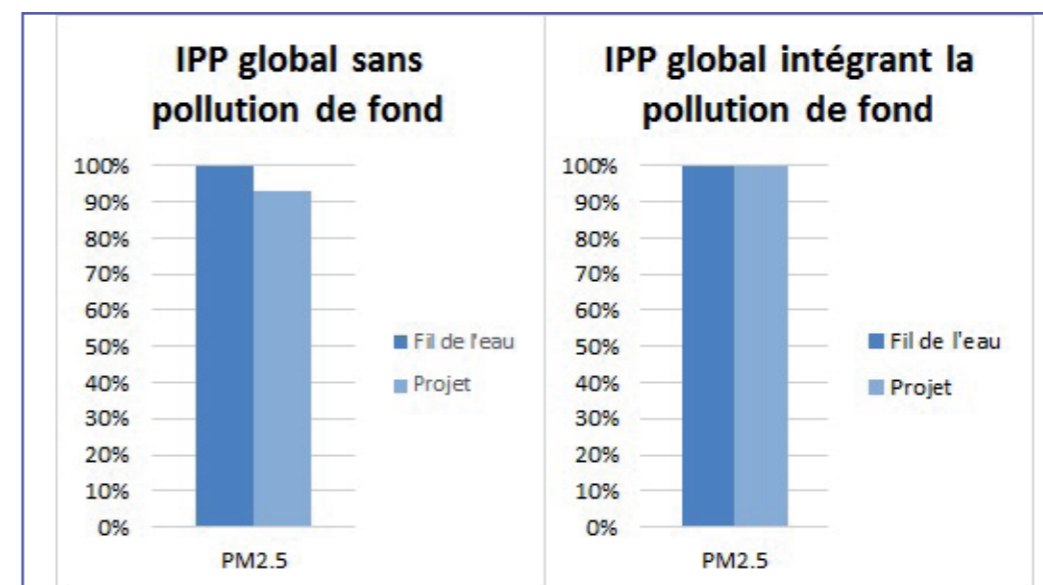


FIGURE 57 - IPP GLOBAUX EN PM2.5 (RÉFÉRENCE : FIL DE L'EAU = 100%)

L'IPPM2.5 estimé en tenant compte d'une pollution de fond, montre une évolution extrêmement faible de l'exposition des populations, avec une diminution entre les cas avec et sans projet de moins de 1%, donc un impact non significatif de la mise en place du projet, même s'il montre une diminution de l'exposition globale de la population suite à la mise en place du projet.

Si on ne s'intéresse qu'à la contribution des axes routiers de la bande d'étude, la situation est un peu plus marquée. Le calcul montre une baisse globale de 7% de l'exposition de la population aux concentrations en PM2.5, suite à la mise en place du projet. Cette baisse est due au fait que le projet permet globalement d'éloigner une partie du trafic des zones les plus densément peuplées, notamment des poids lourds, émetteurs importants de poussières (particulièrement via des émissions hors échappement).

DISTRIBUTION DES BÂTIMENTS PAR CLASSES D'INDICE

L'histogramme de distribution suivant présente le nombre de bâtiments en fonction de classes de l'IPP calculé pour en PM2.5, pour le fil de l'eau et l'état futur avec aménagement. Les IPP élevés sont obtenus dans les secteurs où les niveaux en polluants et/ou la densité de population sont élevés. A l'inverse, les faibles IPP sont associés à de faibles concentrations en polluants et/ou une faible densité de population. Cette comparaison est présentée tout d'abord sur la base de la contribution seule des axes routiers de la bande d'étude (pas de pollution de fond), puis en intégrant la pollution de fond.

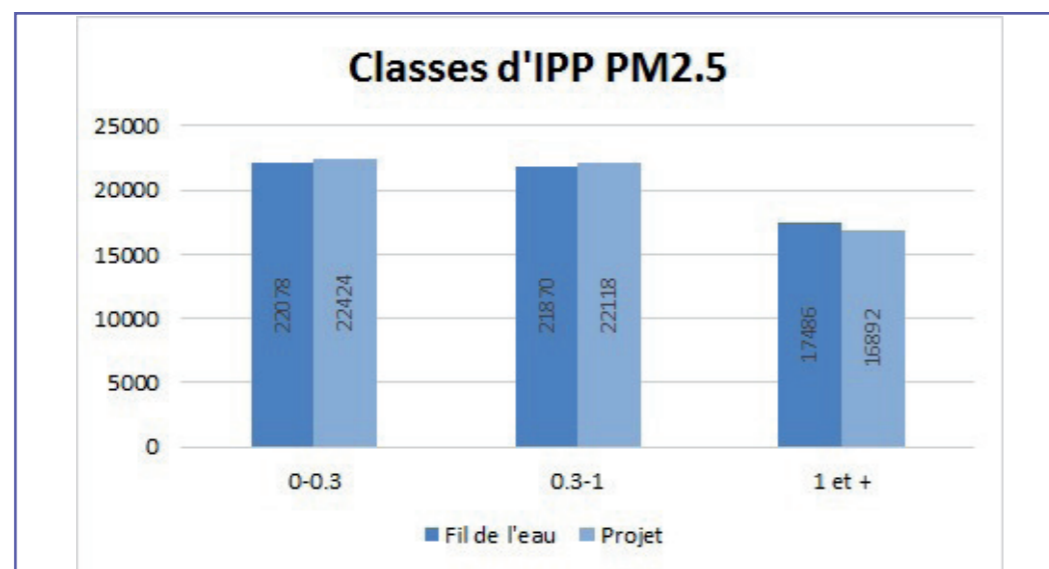


FIGURE 58 - DISTRIBUTION DU NOMBRE DE BÂTIMENTS PAR CLASSE D'IPP EN PM2.5 (SANS POLLUTION DE FOND)

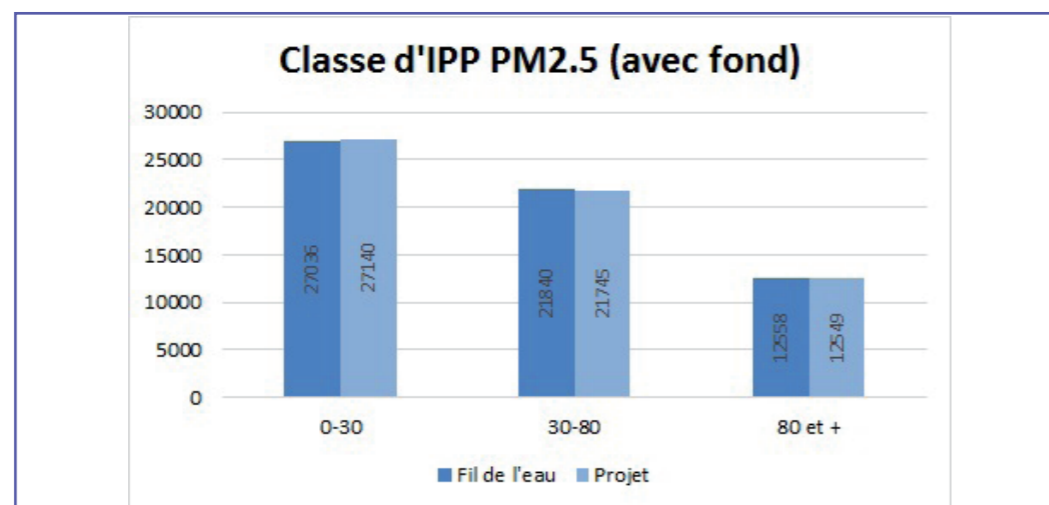


FIGURE 59 - DISTRIBUTION DU NOMBRE DE BÂTIMENTS PAR CLASSE D'IPP EN PM₁₀ (AVEC POLLUTION DE FOND)

L'analyse de la répartition des bâtiments d'habitation par classes de concentration ne permet pas de faire ressortir de conclusion tranchée entre les situations projet et fil de l'eau. Les valeurs estimées et agrégées à l'échelle de la bande d'étude globale sont trop proches pour qu'une tendance nette puisse être dégagée. Cela est vrai lorsque l'on considère uniquement la contribution du réseau modélisé (sans pollution de fond), et encore plus lorsque l'on intègre la pollution de fond, puisque les valeurs avec et sans projet sont alors similaires.

Sans la pollution de fond, on observe simplement une très légère diminution des classes d'IPP les plus élevées suite à la mise en place du projet, liée au fait que le projet viendra diminuer les concentrations qui étaient élevées dans des zones densément peuplées.

VARIATION SPATIALE DE L'INDICE

La carte de la Figure 60 représente les zones où l'exposition des populations à la pollution estimée via l'IPP augmente ou diminue de manière significative avec l'aménagement du projet de liaison A28-A13. Ces cartes ont été obtenues en ne considérant que la contribution du projet (pas de prise en compte de la pollution de fond).

Les zones colorées correspondent aux bâtiments de la BD TOPO présents dans la bande d'étude uniquement. Le code couleur utilisé est le suivant :

- gris : pas d'évolution significative de l'IPP
- du jaune au rouge : augmentation de l'IPP avec l'aménagement de la liaison A28-A13
- niveaux de vert : diminution de l'IPP avec l'aménagement de la liaison A28-A13

Les diminutions de l'indice IPP sont principalement localisées :

- sur la partie est de l'agglomération de Rouen et notamment le long des principales pénétrantes (RN31 à l'ouest du point d'échange avec le projet, RD6014 à l'ouest de Boos, RD6015, RN28, RD928, RD18e) ainsi qu'au centre-ville ;
- pour la partie sud de l'aire d'étude, l'exposition des populations est en baisse dans les traversées d'Igoville et de Pont de l'Arche.

Les principales zones concernées par une augmentation de l'exposition des populations à la pollution sont localisées :

- en bordure du projet et notamment au niveau des points d'échange ;
- sur la zone de raccordement avec RD18E au niveau de la traversée de Seine (Port Saint Ouen) et surtout au niveau du rond-point des Vaches ;
- en bordure de certains gros axes à l'ouest de l'agglomération de Rouen qui verront leur trafic augmenter (proximité A150) ;
- au sud de l'aire d'étude, en bordure de la D77 au niveau de Léry.

Il est important de noter que les cartes qui suivent traduisent une variation de l'exposition mais ne renseignent pas sur le niveau absolu de cette exposition. Ainsi, dans certains cas, notamment en proximité du projet, on observe une augmentation de l'indice IPP - du fait de l'arrivée d'un nouveau trafic - sur des zones où les niveaux de concentration en polluants resteront a priori assez limités car la pollution de fond y est moins élevée du fait d'un certain éloignement des grosses sources polluantes.

A l'inverse, les régions où se situent les baisses sont souvent des zones de l'aire d'étude où la pollution est déjà assez élevée.

Les zones les plus sensibles apparaissent principalement au niveau des points de raccordement du projet (extrémités et points d'échange) ainsi que le long des principaux axes qui permettent d'y accéder. L'aménagement du projet s'accompagne en effet d'une augmentation de trafic sur ces axes. On peut citer les cas suivants :

- la zone du rond-point des Vaches ;
- une partie de la commune de Boos (sud et est du bourg) du fait de la proximité du projet ;
- au niveau de Léry en bordure de la D77.

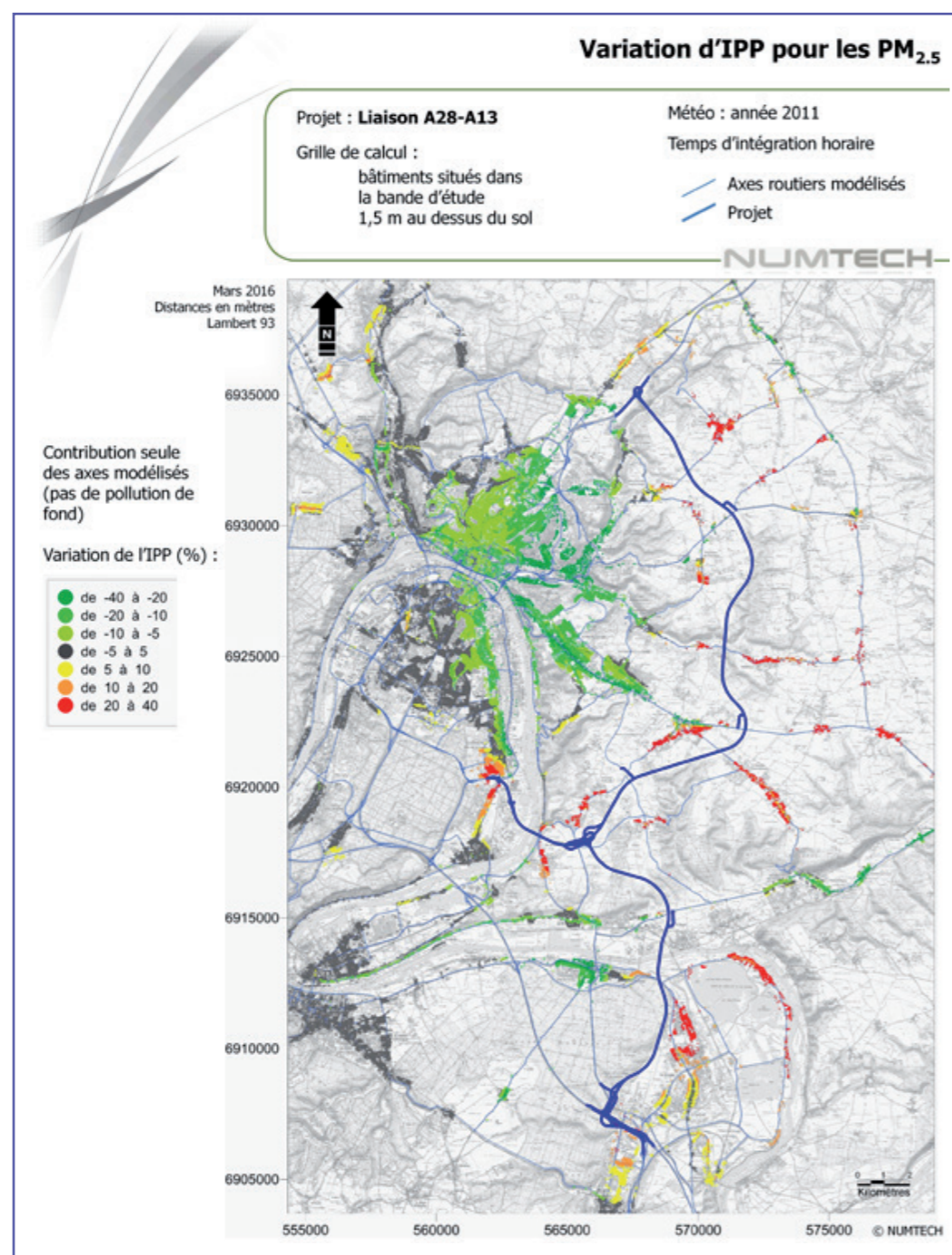


FIGURE 60 – VARIATION DE L'IPP EN PM_{2.5} SUR LA BANDE D'ÉTUDE ENTRE LE FIL DE L'EAU ET LA SITUATION PROJET

Ministère de l'Environnement
de l'Énergie et de la Mer

DREAL Normandie
Service Mobilités et Infrastructures

2 rue Saint-Sever
76032 Rouen Cedex

