

5 ETUDE PREVISIONNELLE

5.1 Objectif de l'étude prévisionnelle

Conformément à la note méthodologique pour une étude de type II, l'étude prévisionnelle constitue les parties suivantes de l'étude :

- estimation des émissions de polluants et de la consommation énergétique au niveau du domaine d'étude,
- estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet.

Les chapitres suivants présentent la méthodologie mise en œuvre pour la réalisation de l'ensemble des étapes de l'étude.

5.2 Données d'entrée

5.2.1 Réseau routier

Le réseau routier considéré dans l'étude est composé du projet et de l'ensemble des principaux axes de circulation de la zone d'étude subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10%. Les données de trafic ont été transmises par le cabinet CDVIA.

Six scénarii de trafic ont été fournis par le cabinet CD Via :

- le scénario actuel 2005 sans projet,
- le scénario sans projet à l'horizon 2030,
- le scénario avec projet à l'horizon 2030 selon la variante A,
- le scénario avec projet à l'horizon 2030 selon la variante B,
- le scénario avec projet à l'horizon 2030 selon la variante C,
- le scénario avec projet à l'horizon 2030 selon la variante D.

5.2.2 Conditions météorologiques

Les paramètres météorologiques les plus importants pour étudier la pollution atmosphérique sont :

- la direction du vent,
- la vitesse du vent,
- la température de l'air,
- la stabilité de l'atmosphère.

Les trois premiers paramètres sont issus des données climatiques fournies par la station météorologique METEO FRANCE de Paris Montsouris. Ces données sont des mesures tri-horaires sur cinq ans : du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2003.

Le retour d'expérience disponible pour des études analogues a en effet mis en évidence qu'une chronique de cinq années est suffisamment longue pour mettre en évidence le comportement climatique de la région.

La stabilité de l'atmosphère, en revanche, est caractérisée de manière moins immédiate. En effet, d'après Pasquill, ce paramètre destiné à quantifier les propriétés diffuses de l'air dans les basses couches, conduit à distinguer six catégories de stabilité de l'atmosphère (classes de stabilité de Pasquill) :

- (1) Classe A : Très fortement instable,
- (2) Classe B : Très instable,
- (3) Classe C : Instable,
- (4) Classe D : Neutre,
- (5) Classe E : Stable,
- (6) Classe F : Très stable.

Ces classes de stabilité sont déterminées à partir de la vitesse du vent et de la nébulosité, selon une méthode dite de « *Nébulosité – Vent* » décrite en annexe 3.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à petite échelle (régime cyclonique ou anticyclonique) et de phénomènes locaux (influence de la rugosité, de l'occupation des sols et de la topographie).

C'est pourquoi, dans certain cas, il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques :

- suffisamment longues et complètes,
- représentatives de la climatologie du site.

Dans notre cas, les données de nébulosité sont issues des données climatiques fournies par la station météorologique METEO FRANCE de Roissy (nébulosité non mesurée à la station de Paris Montsouris). Ces données sont également des mesures tri-horaires sur cinq ans : du 1^{er} janvier 1999 au 31 décembre 2003.

5.2.3 Trafic routier

Les hypothèses de trafic sont établies en TMJA (trafic moyen journalier annuel) à partir des données HPS (heure de pointe du soir) de l'étude de trafic fournie par le cabinet CDVIA.

Un coefficient 10 a été appliqué pour passer de l'HPS au TMJA.

Le tableau ci-après présente les distances parcourues⁷ dans l'aire d'étude selon les variantes du projet.

	2005	SP 2030.	Réf. / 2005	AP 2030 Var A	Var A / Réf.	AP 2030 Var B	Var B / Ref	AP 2030 Var C	Var C / Ref	AP 2030 Var D	Var d / Ref
Nb de tronçons étudiés	1104	1166	+5,6%	1189	+2,0%	1192	+2,2%	1197	+2,7%	1216	+4,3%
Véh.km cumulé (.10 ⁶)	3,830	6,317	+64,9%	6,731	+6,6%	6,704	+6,1%	6,710	+6,2%	6,830	+8,1%

5.2.4 Relief

Etant données les dimensions importantes du domaine d'étude et par soucis de simplification des paramètres de calculs, le relief est considéré comme étant plat sur tout le domaine d'étude.

⁷ Distances parcourues : unité de calcul intégrant à la fois le trafic de véhicules et la longueur des tronçons qui supportent ces trafics.

5.2.5 Répartition du parc automobile

Pour les calculs d'émissions, il est nécessaire de connaître la répartition du parc automobile sur chacune des sections étudiées.

La répartition du parc automobile a été déterminée en fonction des deux principales catégories de véhicules :

- les véhicules particuliers,
- les poids lourds (PL).

Au sein de chacune de ces catégories, plusieurs sous-classes de véhicules sont définies. Ces classes dépendent du type de carburant (essence / diesel) et de la date de mise en service du véhicule par rapport aux normes sur les émissions.

La répartition du parc automobile pris en compte dans les calculs est issue d'une recherche ADEME-INRETS¹.

La composition exacte du parc automobile n'étant pas connue sur chacune des sections étudiées, la répartition du parc pris en compte dans les calculs, de même que les vitesses des véhicules ont été estimées d'après les informations fournies par le CETE.

5.2.6 Facteurs d'émissions unitaires

On appelle « facteur d'émission » les quantités de polluants en g/km rejetées par un véhicule. Pour la consommation, les données sont fournies en Tep (Tonne équivalent pétrole) par kilomètre. Les facteurs d'émissions proviennent d'expérimentation sur bancs d'essais ou en conditions réelles. Ils dépendent :

- de la nature des polluants,
- du type de véhicule (essence / diesel, VL/PL,...),
- du « cycle » (trajet urbain, autoroute, moteur froid / chaud),
- de la vitesse du véhicule,
- de la température ambiante (pour les émissions à froid).

Les facteurs d'émissions que nous utilisons pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne, c'est-à-dire ceux du programme COPERT III. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est par ailleurs préconisée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

A l'horizon futur, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicules et leur introduction dans le parc.

Les données concernant les véhicules sont des paramètres d'entrée liés à la répartition du parc roulant pris en compte.

La distribution du parc et des classes de vitesse a été réalisée de manière à être compatible avec les données du programme de calcul d'émissions COPERT III.

Pour chacune des sections étudiées, les facteurs d'émissions sont déduits par interpolation linéaire sur les vitesses à partir des émissions calculées pour certaines vitesses à partir des formules polynomiales du programme COPERT III.

5.3 Calcul des émissions de polluants et de la consommation énergétique

Ce paragraphe présente la méthodologie et les résultats du calcul des émissions de polluants atmosphériques et de la consommation énergétique.

5.3.1 Méthodologie

La méthodologie COPPERT III est appliquée à cette étude et les calculs d'émissions de polluants et de la consommation énergétique aux différents horizons ont été réalisés à partir du logiciel ARIA TREFIC.

L'évaluation des bilans porte sur le trafic moyen journalier annuel (TMJA).

Les données d'entrée sont les suivantes pour chaque section étudiée :

- la longueur du tronçon,
- le trafic des véhicules (TMJA),
- la répartition des véhicules (VL et PL),
- la vitesse moyenne des véhicules.

Les polluants étudiés sont :

- les oxydes d'azote (NO_x),
- le monoxyde de carbone (CO),
- les hydrocarbures (COV),
- le benzène (C₆H₆),
- les particules (PM10),
- le dioxyde de soufre (SO₂),
- le dioxyde de carbone (CO₂).

Pour la pollution particulaire, on retiendra également le nickel et le cadmium.

La consommation énergétique est également calculée par le logiciel ARIA TREFIC.

NB : Les données concernant la répartition du parc automobile en France sont établies pour un horizon maximum de 2025. Nous considérerons donc que ces données restent valables pour l'horizon de l'étude, à savoir 2030.

¹ 2004, ADEME-INRETS, Transport routier – Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, rapport LTE n° 0420

5.3.2 Présentation des résultats d'émissions

L'évaluation des émissions et de la consommation énergétique a été réalisée pour le réseau routier correspondant à l'étude de circulation et dont le trafic évolue entre les situations futures avec et sans le projet.

Les émissions sont exprimées en kilogramme par jour.

Le bilan des émissions de polluants (et leurs variations), pour l'ensemble de la zone d'étude à l'horizon 2030 est présenté dans le tableau suivant.

Polluants	Bilan 2005 (kg/j)	2030 – Référence		2030 – Projet selon variantes (kg/j)							
		Bilan (kg/j)	Ref / 2005	Var A	Var A / Ref	Var B	Var B / Ref	Var C	Var C / Ref	Var D	Var D / Ref
NOx	3257	1805	-45%	1958	+8,5%	1946	+7,8%	1950	+8,0%	1994	+10,5%
CO	6983	3782	-46%	4177	+10,4%	4160	+10,0%	4173	+10,3%	4076	+7,8%
COV	607	165	-73%	177	+7,1%	175	+6,1%	176	+6,7%	179	+8,5%
Benzène	27,97	3,30	-88%	3,55	+7,5%	3,54	+7,3%	3,54	+7,3%	3,55	+7,6%
PM10 totales*	628	1000	+59%	1084	+8,4%	1072	+7,2%	1076	+7,6%	1090	+9,0%
Particules diesel*	173	94	-46%	106	+12,8%	106	+12,8%	106	+12,8%	105	+11,7%
SO ₂	109	188	+73%	204	+8,3%	201	+6,9%	202	+7,4%	207	+10,1%
CO ₂ (en T/j)	727	1 286	+77%	1 390	+8,1%	1 377	+7,1%	1 381	+7,4%	1 408	+9,5%
Nickel	0,0162	0,0285	+76%	0,0308	+8,1%	0,0306	+7,4%	0,0307	+7,7%	0,0312	+9,5%
Cadmium	0,00231	0,00408	+76%	0,00440	+8,1%	0,00435	+6,6%	0,00438	+7,4%	0,00446	+9,3%

* On distingue deux types de particules émises par le trafic routier :

- les particules diesel de faible diamètre dont l'émission à l'échappement ne concerne que les véhicules diesel,
- et les particules fines appelées PM10 (diamètre inférieur à 10 microns) provenant de l'usure des freins, des pneus et de la chaussée.

La réglementation impose seulement la prise en compte des particules émises à l'échappement (ie particules diesel), toutefois l'évaluation des PM10 totales a été réalisée afin de tenir compte de l'exposition réelle de la population aux particules fines.

D'après le tableau des variations de trafic présenté précédemment, entre 2005 et 2030 (avec ou sans le projet), le trafic moyen (véh.km) augmente de 65 % environ sur les sections étudiées. Cependant on note une diminution significative des émissions de NOx, CO, COV, Benzène et particules diesel respectivement de 45%, 46%, 73%, 88% et 46%, qui est en grande partie due à l'évolution du parc automobile et la mise en circulation de véhicules moins polluants.

Pour les émissions particulières et le SO₂, on constate à l'inverse une forte augmentation entre 2005 et 2030 (avec ou sans le projet) de 60 à 76%. Les particules et le SO₂ qui sont essentiellement émis par les véhicules Diesel peuvent légitimement être considérés comme surestimés à l'horizon du projet car les facteurs d'émissions de la méthodologie européenne COPERT III ne prennent pas en compte les nouveaux carburants sans soufre ni les nouvelles technologies de filtres et ne considèrent pas de diminution de ces émissions. En revanche, aucune mesure forte de réduction des émissions de CO₂ n'est attendue pour les véhicules neufs (exception faite des accords constructeurs⁸ non pris en compte dans la méthodologie COPERT III), ce qui explique l'augmentation des émissions de CO₂ corrélée à l'augmentation des trafics.

Entre les scénarii de l'horizon 2030, la mise en service du projet entraîne une légère augmentation des émissions polluantes de l'ordre de 6 à 13%. Cette évolution peut s'expliquer par une modification des vitesses moyennes pratiquées dans l'aire d'étude du fait de la nouvelle répartition des trafics sur les principaux axes. La variante B induit les plus faibles augmentations d'émissions alors que la variante D induit les plus fortes augmentations.

5.3.3 Bilan énergétique de la nouvelle infrastructure

Le bilan énergétique du projet prend en compte :

- la consommation d'énergie actuellement liée au trafic,
- la consommation d'énergie future sans aménagement liée au trafic,
- la consommation d'énergie future avec aménagement liée au trafic.

Le projet entraînant par hypothèse une augmentation du trafic et des vitesses moyennes sur l'autoroute A16, ainsi que des report de trafic, la consommation énergétique à l'horizon 2030 avec et sans projet sera différente.

La consommation énergétique est exprimée en Tep/jour (Tonne Equivalent Pétrole par jour).

Les résultats des calculs sont donnés dans le tableau suivant :

Polluants	Bilan 2005	2030 – Référence		2030 – Projet							
		Bilan	Ref / 2005	Var A	Var A / Ref	Var B	Var B / Ref	Var C	Var C / Ref	Var D	Var D / Ref
Consommation énergétique (Tep/j)	238	421	+77%	454	+7,8%	451	+7,1%	451	+7,1%	461	+9,5%

La consommation énergétique augmente de 77% entre 2005 et 2030 car le nombre de véhicules-kilomètres progresse globalement sur la zone d'étude.

Avec le projet, la consommation énergétique accuse une légère augmentation de l'ordre de 8 % par rapport à la situation de référence. Ceci est dû à une légère augmentation du nombre de véhicules-kilomètres de manière générale à l'horizon 2030.

La variante D induit la plus forte augmentation de la consommation énergétique.

⁸ Engagements des constructeurs sur la réduction des émissions de CO₂ à 140 g/km d'ici à 2008 et 120 g/km d'ici à 2012.

5.4 Modélisation de la dispersion des polluants dans l'atmosphère

5.4.1 Présentation générale du modèle utilisé

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel ARIA IMPACT. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. ARIA IMPACT ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants tels que l'ozone.

Il faut noter que les calculs peuvent être pénalisants pour les cas de vents faibles et de situations atmosphériques stables en majorant les concentrations. Ainsi, les résultats obtenus sont des valeurs légèrement supérieures aux valeurs « réelles ».

5.4.2 Mise en œuvre des simulations

Du point de vue de la simulation, nous avons pris en compte dans tous les cas :

- le relief de façon simplifié (terrain plat),
- les vents calmes,
- un modèle de dispersion de Pasquill (modèle standard),
- un dépôt sec sur le sol et une vitesse de chute due à la gravité des polluants pouvant s'assimiler à des particules (poussières), conduisant à un appauvrissement du panache en particules. La vitesse de chute est calculée avec pour hypothèse un diamètre de particules de 10 microns pour les poussières (PM10). Cette hypothèse a tendance à sous-estimer très légèrement les concentrations des particules dans l'air notamment dans le cas de particules émises par le trafic automobile (particules de diamètre inférieur à 2,5 µm).

Les résultats sont exprimés en concentration moyenne annuelle.

Conformément à la note méthodologique de février 2005, les polluants pris en compte pour la modélisation de la dispersion sont :

- les oxydes d'azote (NOx),
- le monoxyde de carbone (CO),
- le benzène (C₆H₆),
- les PM10.

Concernant les particules, la note méthodologique impose seulement la prise en compte des particules émises à l'échappement. Toutefois, l'évaluation des particules PM10 totales a été réalisée. La modélisation de la dispersion des particules a porté sur l'ensemble des PM10 émises (échappement et abrasion). Les particules diesel seules n'ont pas fait l'objet de modélisation particulière, de même que le nickel et le cadmium.

5.4.3 Conversion NOx / NO₂

Les concentrations sont aussi calculées pour le NO₂ à l'aide de la formule de conversion de Middleton⁹ :

$$[\text{NO}_2] = 2,166 - [\text{NOx} (1,236 - 3,348 A^{10} + 1,933 A^{210} - 0,326 A^{310})]$$

où : $A^{10} = \log_{10}([\text{NOx}])$

5.4.4 Présentation des résultats

Les résultats de l'étude sont donnés sous forme de cartes et de tableaux.

Les cartes présentent les résultats de la modélisation en moyenne annuelle aux différents horizons d'étude avec pollution de fond. Sur ces cartes, sont figurés les niveaux de qualité de l'air (objectif et valeurs limites) qui s'appliquent selon l'horizon d'étude. Dans le cas du NO₂ et du benzène, les valeurs limites de protection de la santé en moyenne annuelle sont respectivement de 40 et 2 µg/m³ à partir de 2010, au lieu de 50 et 10 µg/m³ en 2005. Pour les PM10, la valeur limite en moyenne annuelle applicable à l'année 2005 correspond déjà au seuil le plus restrictif. Quant au CO, sa valeur limite est fixée en moyenne glissante sur 8 heures et n'évolue pas entre 2005 et 2030.

Les tableaux, quant à eux, présentent :

- les valeurs maximales des concentrations moyennes annuelles (hors pollution de fond),
- les valeurs réglementaires françaises du décret du 15 février 2002 modifiant le décret du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites de protection pour la santé humaine (transposition des directives européennes 1999/30/CE et 2000/69/CE).

L'unité retenue pour exprimer les concentrations de polluant dans l'air est le µg/m³ (microgramme par mètre cube ou 10⁻⁶ g/m³).

⁹ An empirical function for the ratio NO₂:NOx, R.G. Derwent and D.R. Middleton, Atmospheric Processes Research Metrological Office, vol 26, n°3/4, 1996

5.4.4.1 L'état actuel – Situation en 2005

Les valeurs maximales de concentrations calculées (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyennes annuelles à l'horizon 2005 et les valeurs de pollution de fond mesurées par AIRPARIF sont présentées dans le tableau suivant.

Les stations AIRPARIF prises en compte pour la comparaison sont celles situées à Cergy-Pontoise, la plus proche et la plus représentative de la zone d'étude, et Gonesse, seule station du Val d'Oise fournissant des données sur les valeurs de fond du CO et du benzène.

En sommant les deux, on peut estimer la pollution totale sur la zone d'étude et ainsi la comparer aux critères nationaux de qualité de l'air fixés par le décret du 15 février 2002.

Polluants	Concentration max calculée au droit de l'infrastructure (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pollution de fond* (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conc max + fond (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Les critères nationaux de qualité de l'air (Décret du 15/02/02)
NOx	20,4	34 (à Cergy-Pontoise)	54,4	Valeur limite de protection de la végétation : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	13,7	22 (à Cergy-Pontoise)	35,7	Objectif de qualité = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite de protection de la santé = $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir de 2010
CO	43,7	400 (à Gonesse)	443,7	Valeur limite de protection de la santé humaine : $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne sur 8 heures)
Benzène	0,15	0,9 (à Gonesse)	1,05	Objectif de qualité : $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite de protection de la santé humaine : $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2005 et $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir de 2010
PM10	3,7	19 (à Cergy-Pontoise)	22,7	Objectif de qualité : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite de protection de la santé humaine : $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir de 2005

* données Airparif 2005

Les concentrations modélisées à partir des émissions liées au trafic routier sont largement inférieures aux seuils de qualité et de protection de la santé. **Même en tenant compte de la pollution de fond mesuré par AIRPARIF dans ce secteur, les seuils réglementaires de qualité de l'air et de protection de la santé humaine sont respectés, quel que soit la variante et le polluant étudié.** Seuls les NOx présentent une pollution de fond à Cergy-Pontoise supérieur à la valeur limite pour la protection de la végétation.

La pollution de fond est considérée comme identique en 2005 et 2030 alors que les prévisions de qualité de l'air annoncent une diminution des niveaux moyens de pollution dans les années à venir. Cette hypothèse est par conséquent majorante et les estimations majorées.

5.4.4.2 La comparaison des états futurs – horizon 2030 avec et sans le projet

Les valeurs maximales de concentrations calculées (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyennes annuelles à l'horizon 2030 (avec et sans le projet) sont présentées dans le tableau suivant. La comparaison des scénarii en valeur relative est effectuée sur la base des seules concentrations liées au trafic routier (hors pollution de fond) afin de bien affiner l'impact du projet.

Polluants	Max. 2005 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2030 – Référence		2030 – Projet selon variantes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)							
		Max. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ref. / 2005	Max. Var A	Var A / Ref	Max. Var B	Var B / Ref	Max. Var C	Var C / Ref	Max. Var D	Var D / Ref
NOx	20,39	15,22	-25%	16,99	+11,6%	16,67	+9,5%	16,90	+11,0%	16,61	+9,1%
NO ₂	13,7	10,7	-22%	11,8	+10,2%	11,6	+8,4%	11,7	+9,4%	11,5	+7,5%
CO	43,68	27,00	-38%	31,05	+15,0%	31,12	+15,3%	30,91	+14,5%	31,31	+15,9%
Benzène	0,1487	0,0190	-87%	0,0217	+14,2%	0,0229	+20,5%	0,0224	+17,9%	0,0226	+18,9%
PM10	3,747	7,097	+89%	7,907	+11,4%	7,776	+9,6%	7,868	+10,9%	7,718	+8,7%

A l'horizon 2030 sans la réalisation du projet (état de référence), à l'exception des PM10 totales (+ 89%), les polluants diminuent de 22 à 87% (25% pour les NOx, 22% pour le NO₂, 38% pour le CO et 87% pour le benzène). Ces variations de concentrations résultent des tendances d'évolution des émissions de polluants.

Par contre, à l'horizon 2030, la réalisation du projet entraîne une augmentation des concentrations maximales de 8 à 21% (de 9 à 11% pour les NOx selon la variante, de 8% à 10% pour le NO₂, de 15 à 16 % pour le CO, de 14 à 21 % pour le benzène et de 8 à 11% pour les PM10) par rapport à l'état de référence. La variante A induit la plus forte augmentation dans le cas des NOx et des PM10, tandis que les variantes B et D induisent les plus fortes augmentations respectivement dans le cas du benzène et du CO. Toutefois, ces variations liées au projet restent minimales comparées à l'évolution tendancielle des niveaux de pollution liés au trafic automobile entre 2005 et 2030.

Rappel : « Compte tenu de l'état des connaissances, la précision des inventaires d'émissions dans les horizons lointains reste incertaine. Seules des comparaisons entre scénarios ou variantes peuvent être prises en compte et refléter certaines tendances » Source : Note méthodologique du 25 février 2005 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air des projets d'infrastructure routière.

5.4.4.3 Cartographie : calcul de la concentration moyenne annuelle sur l'ensemble de la zone d'étude

Les cartographies suivantes (échelle 1/25 000^e) présentent successivement et pour chaque polluant étudié :

- la carte des concentrations en moyenne annuelle à l'horizon 2005,
- la carte des concentrations en moyenne annuelle à l'horizon 2030 sans le projet (« référence »),
- la carte des concentrations en moyenne annuelle à l'horizon 2030 avec projet,
- la carte de l'impact du projet sur la pollution routière seule à l'horizon 2030.

Les cartes de concentrations en moyenne annuelle tiennent compte de la pollution de fond mesurée par AIRPARIF à Cergy-Pontoise en considérant ce pollution de fond constant entre 2005 et 2030. Il s'agit là de deux hypothèses majorantes si on considère que l'évolution des niveaux de pollution de l'air entre 2005 et 2030 suit la même tendance que celle observée depuis 10 ans (tendances à la baisse sauf pour les PM10 totales dont les niveaux moyens sont relativement stables depuis 10 ans) et que la pollution à Cergy-Pontoise et Gonesse (contexte urbain et périurbain) est plus importante que sur la zone d'étude (contexte rural majoritairement). 4.1.5)

Le tableau ci-dessous présente les concentrations en moyenne annuelle mesurées par AIRPARIF sur les stations de Cergy-Pontoise et Gonesse pour l'année 2005.

	Cergy-Pontoise*	Gonesse*
NO ₂	22 µg/m ³	-
CO	-	400 µg/m ³
Benzène	-	0,9 µg/m ³
PM10	19 µg/m ³	-

*données AIRPARIF 2005

Les aplats colorés montrent les zones exposées à la même classe de concentration.

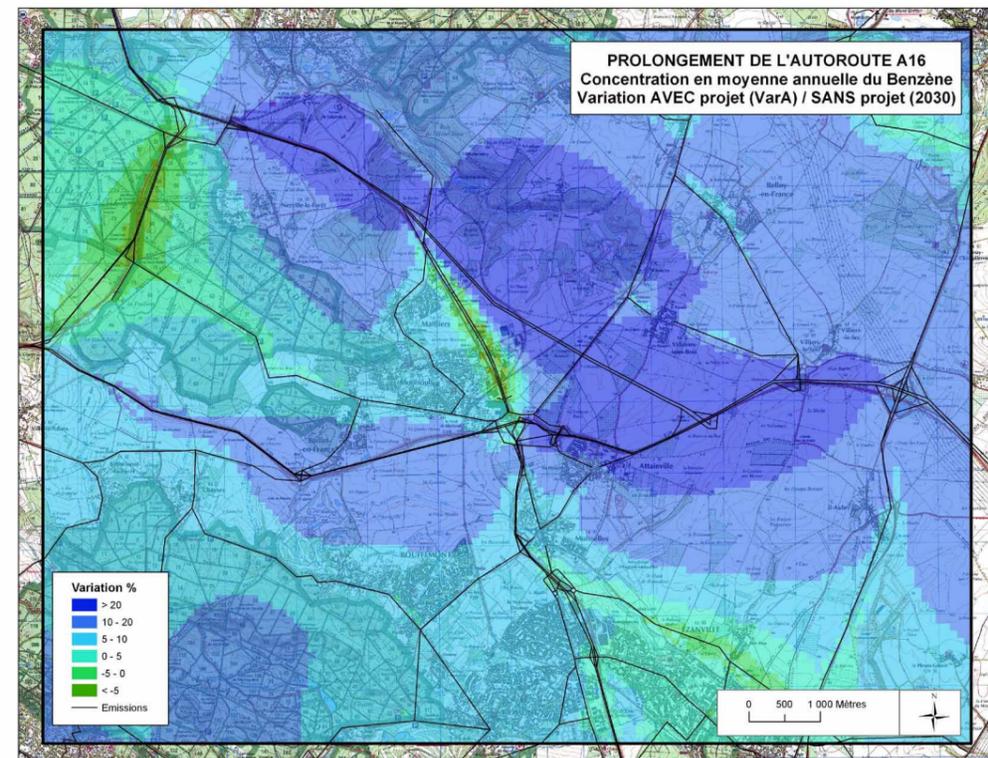
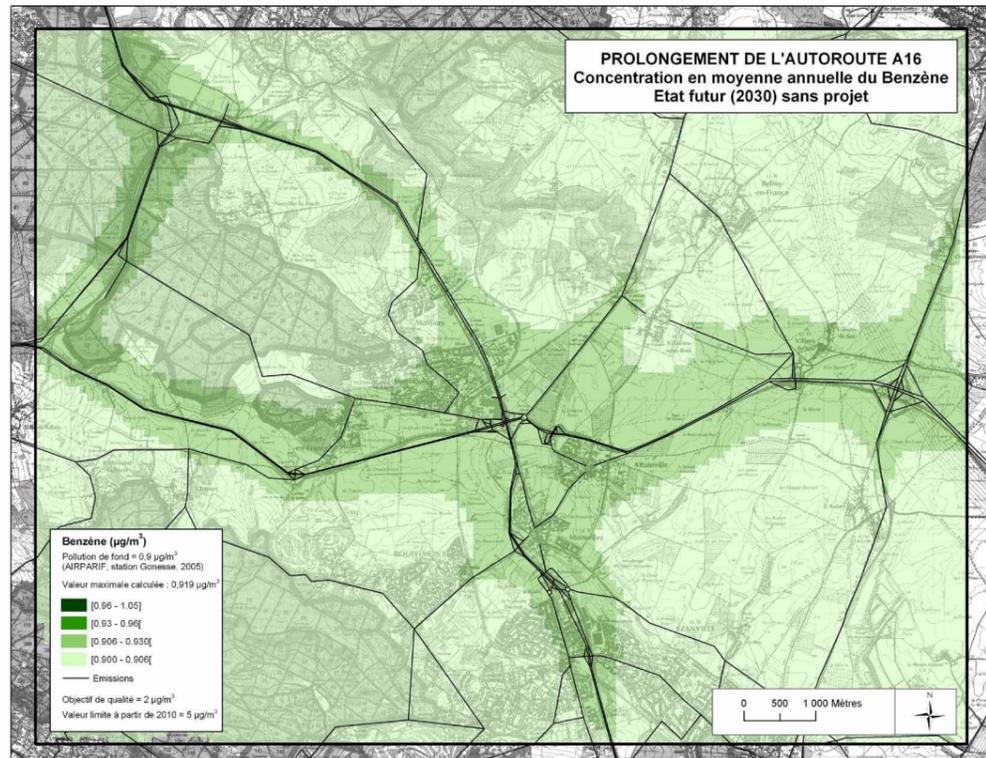
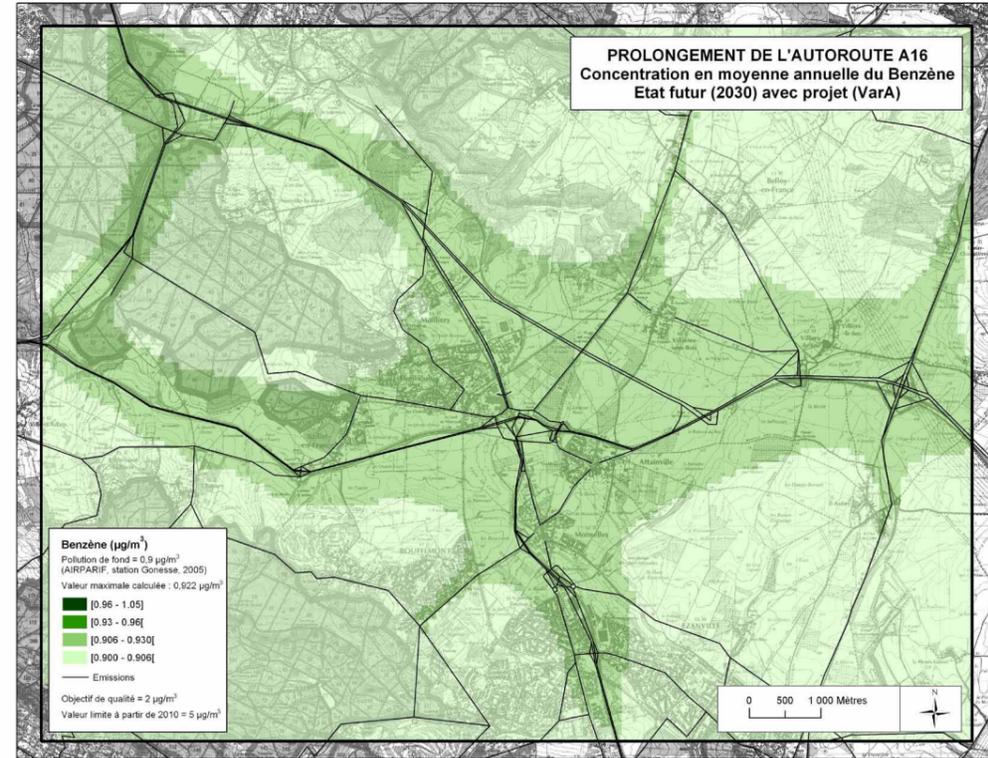
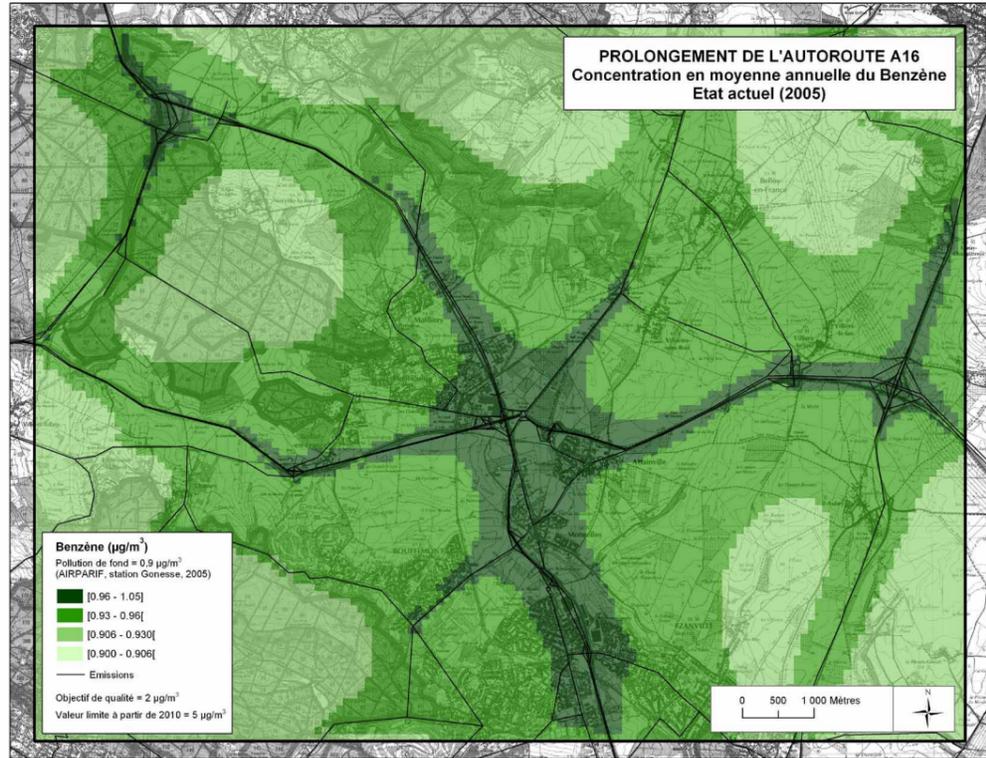
L'échelle de couleur utilisée est identique pour les trois horizons du projet (2005, 2030 « référence » et 2030 « projet »).

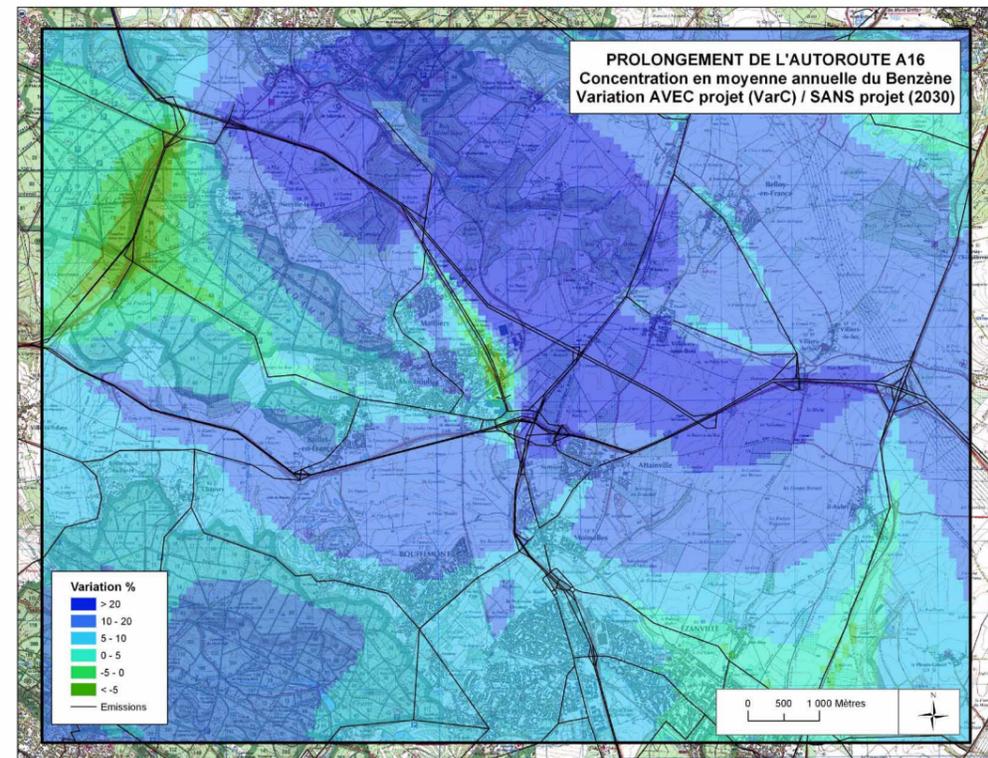
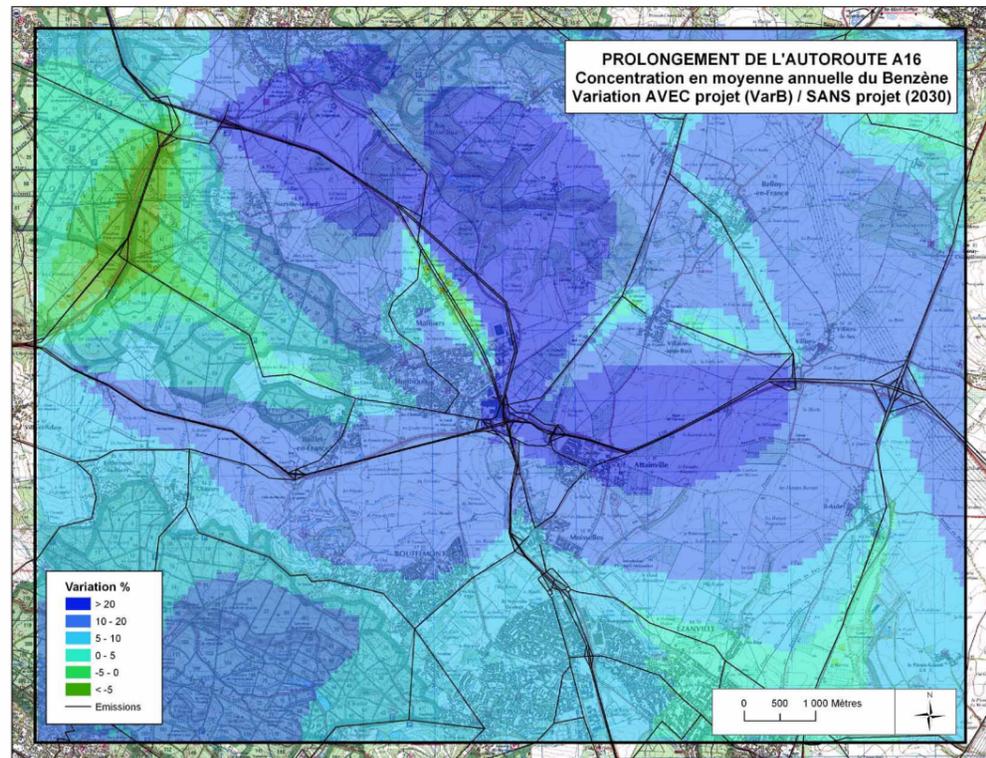
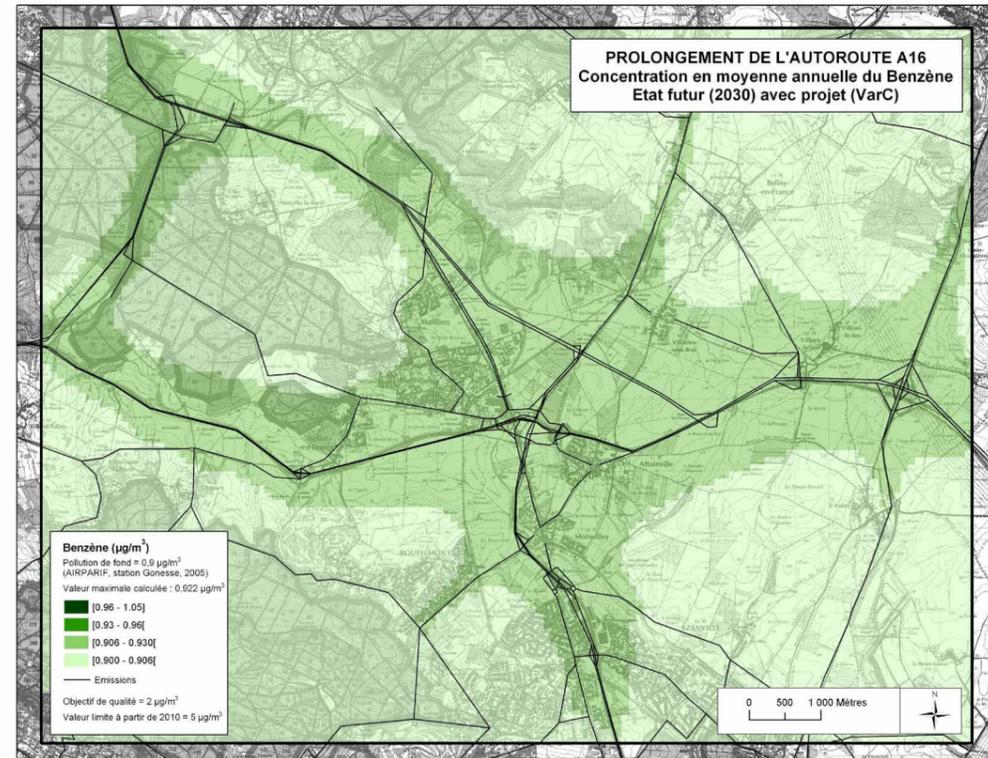
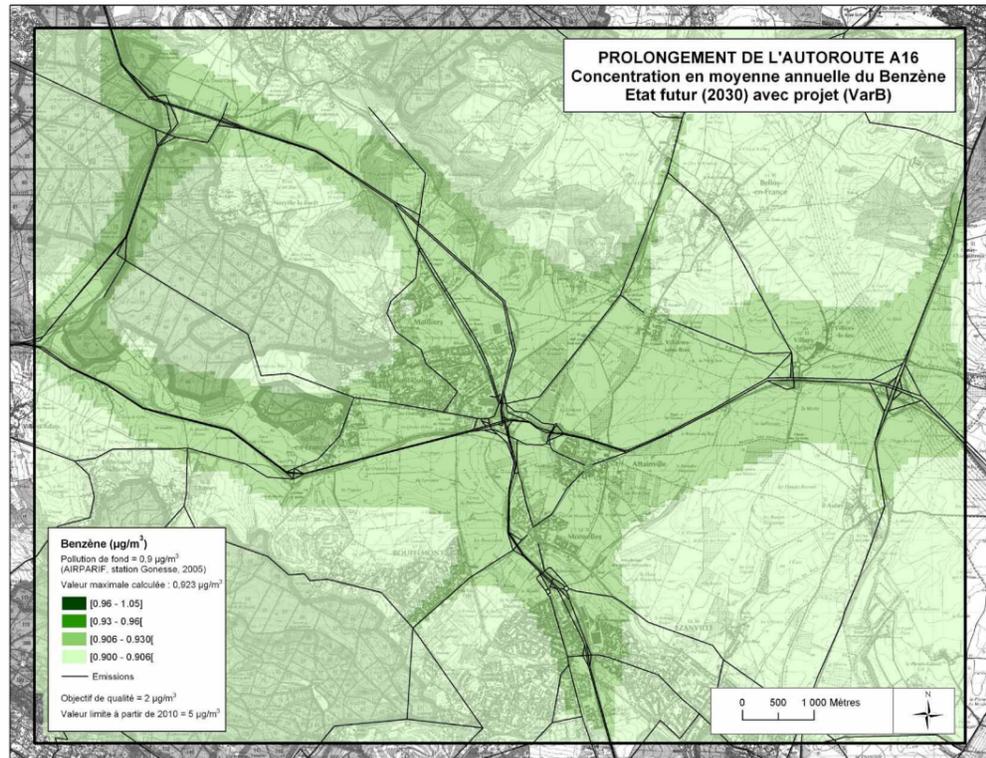
Analyse géographique des résultats

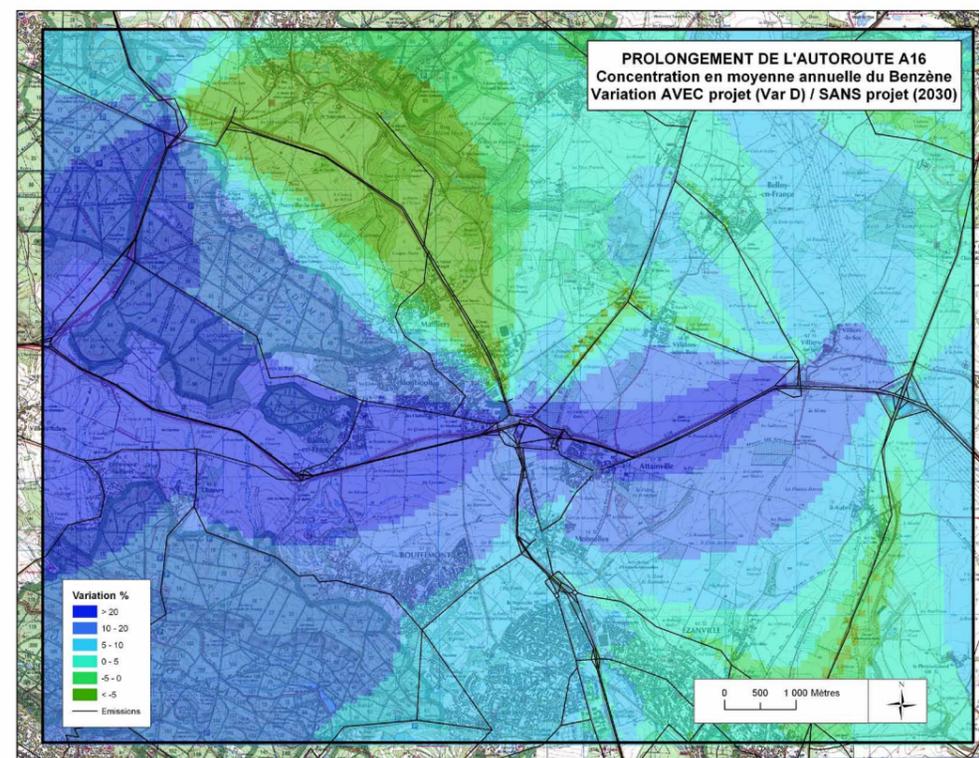
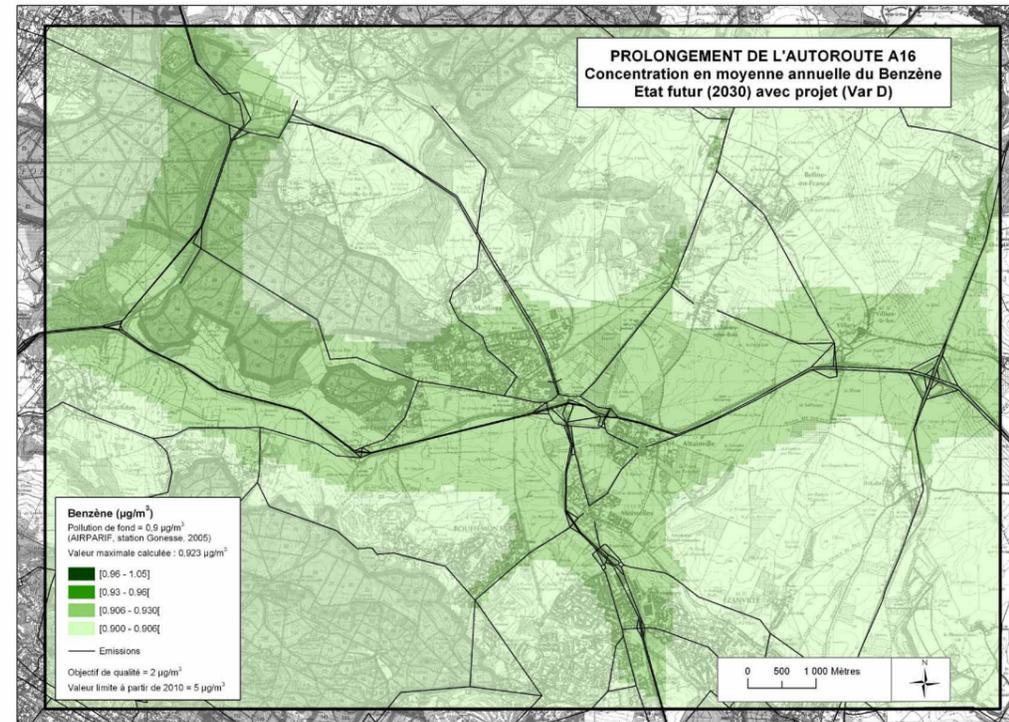
D'une manière générale sur la zone d'étude, mis à part le cas des poussières, on constate une forte diminution de la pollution gazeuse entre l'horizon 2005 et l'horizon 2030 avec ou sans projet.

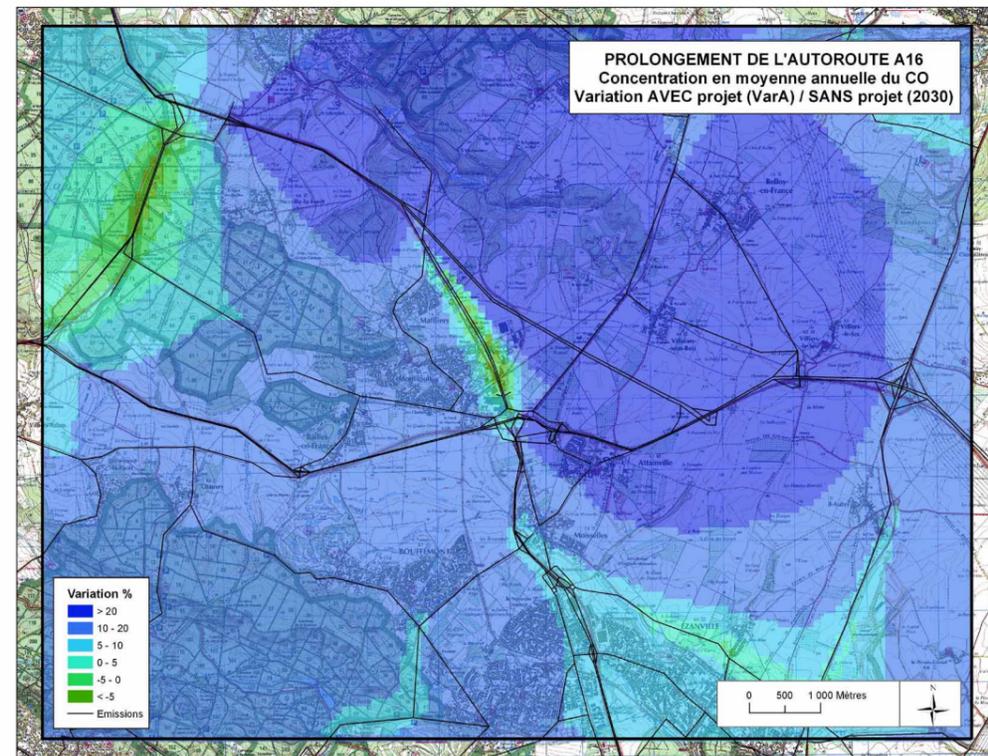
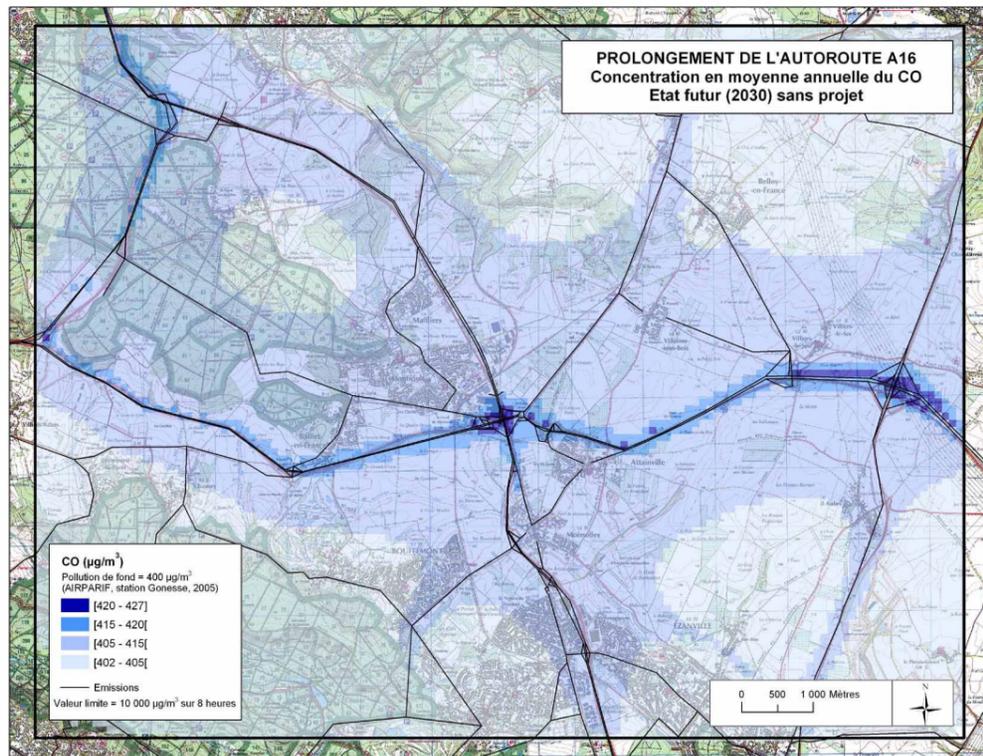
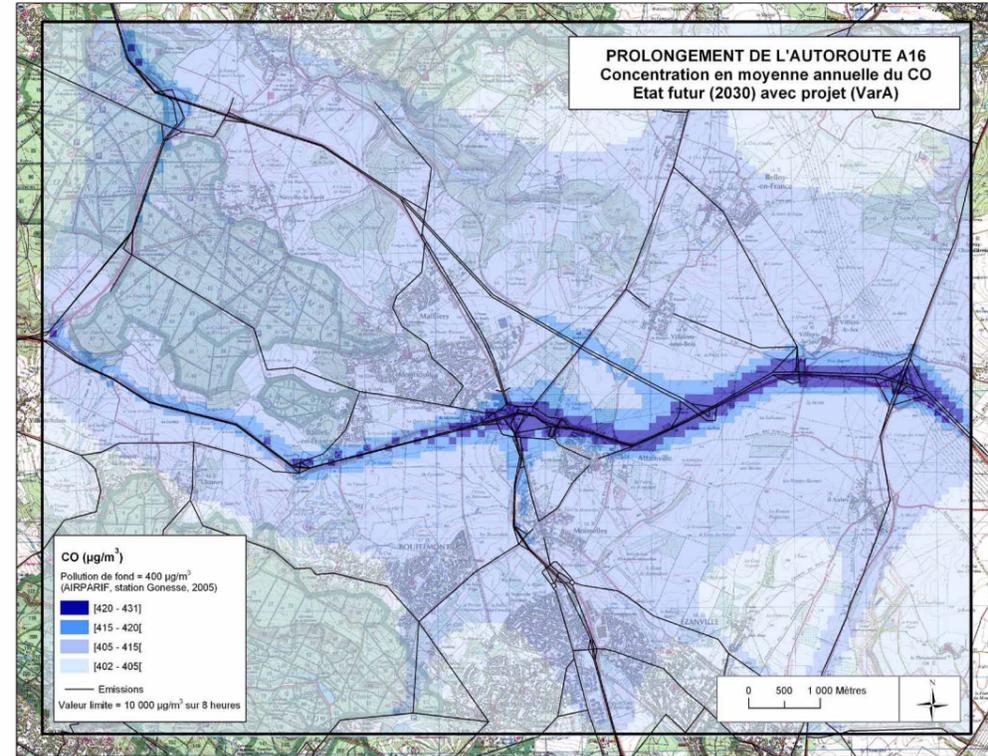
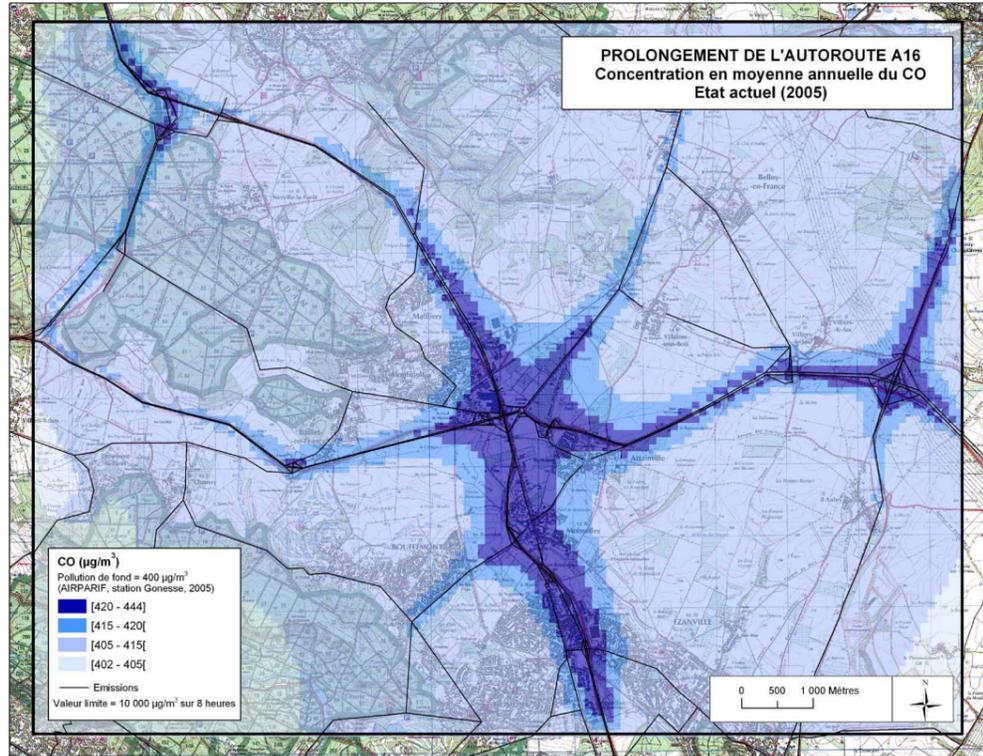
Les variantes A, B et C ont un impact sensiblement identique. La réalisation du projet diminue les niveaux de concentrations aux abords de la RN184. En revanche, elle augmente la pollution d'origine automobile aux abords du futur prolongement de l'A16. Les communes directement concernées par ces augmentations sont Presles au nord, et Attainville au sud. Les communes de Maffliers, Montsault et Villaines-sous-Bois, bien que situées dans la bande d'étude du futur prolongement A16 bénéficient des diminutions de pollution engendrées par la baisse des trafics le long de la RN1 et la RD909.

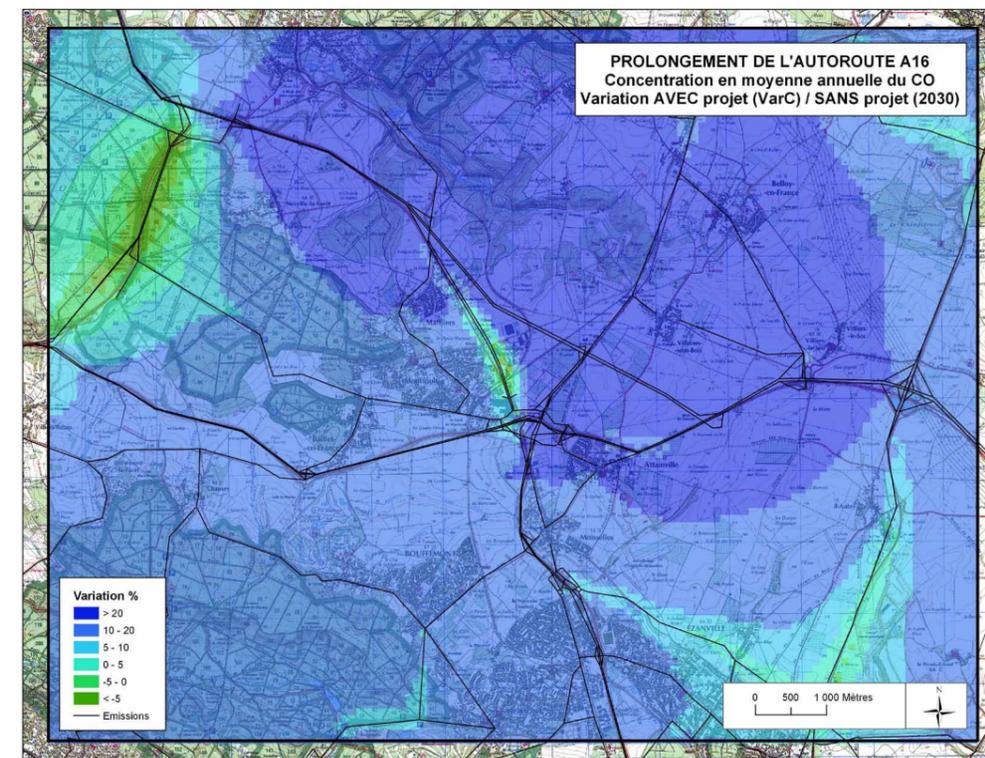
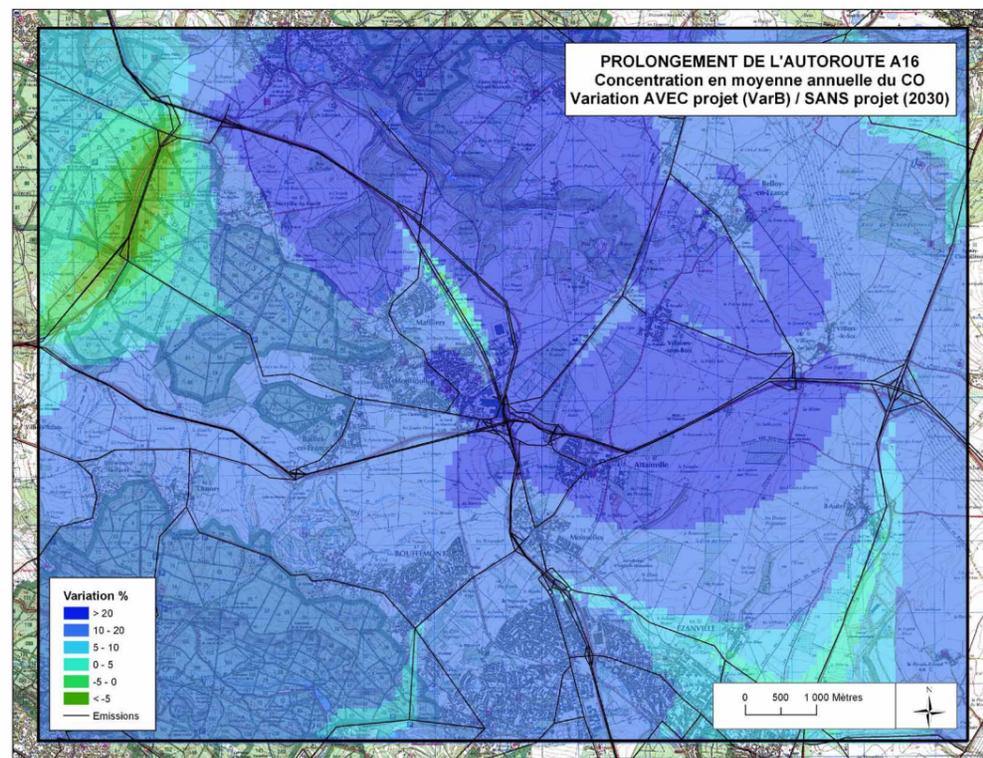
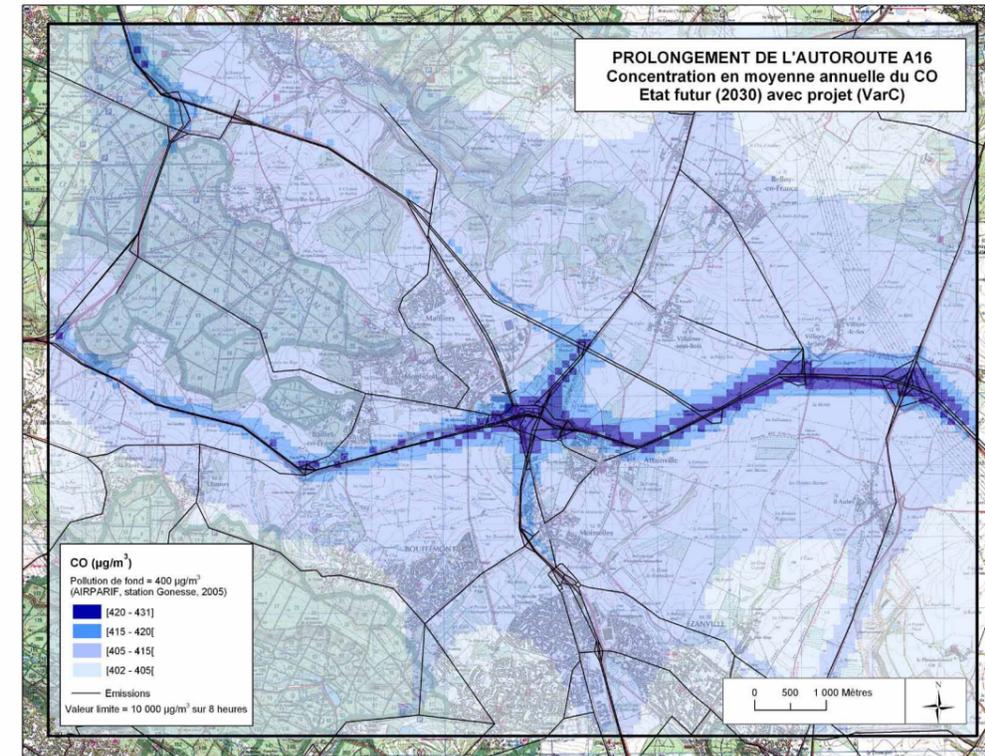
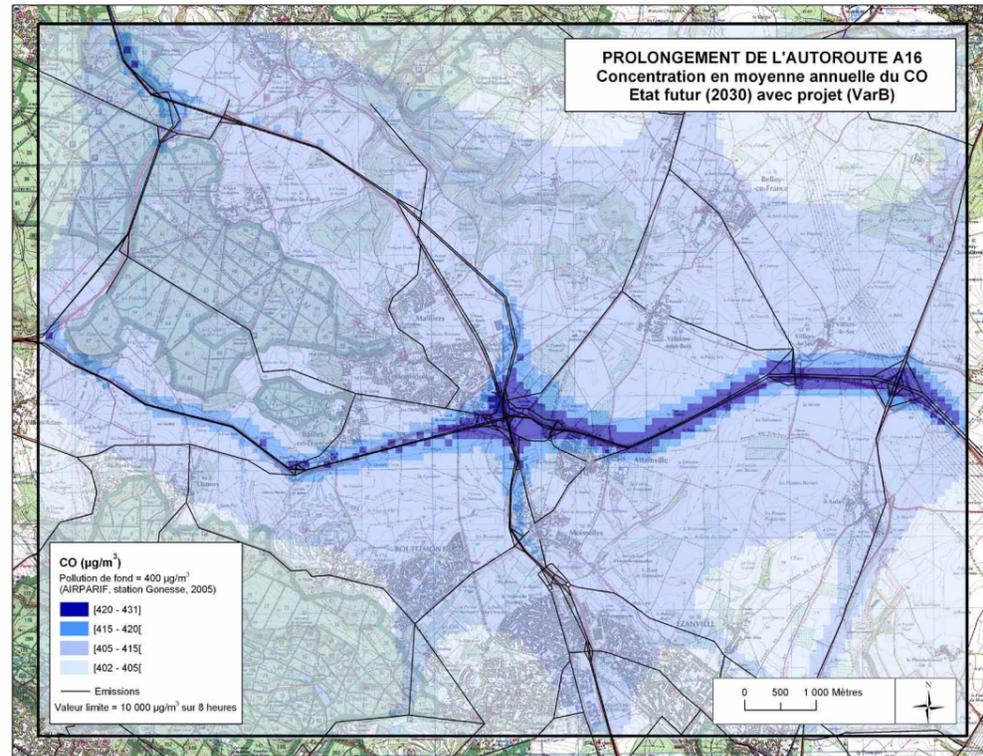
La variante D présente des caractéristiques différentes puisqu'elle diminue fortement les concentrations sur une large zone autour de la RN1 (Presles, Maffliers, Montsault) mais induit des augmentations de concentrations le long de la RN184 et de la Francilienne (Villiers-Adam, Bethemont-la-Forêt, Chauvry, Baillet-en-France et Attainville) du fait des reports de trafic.

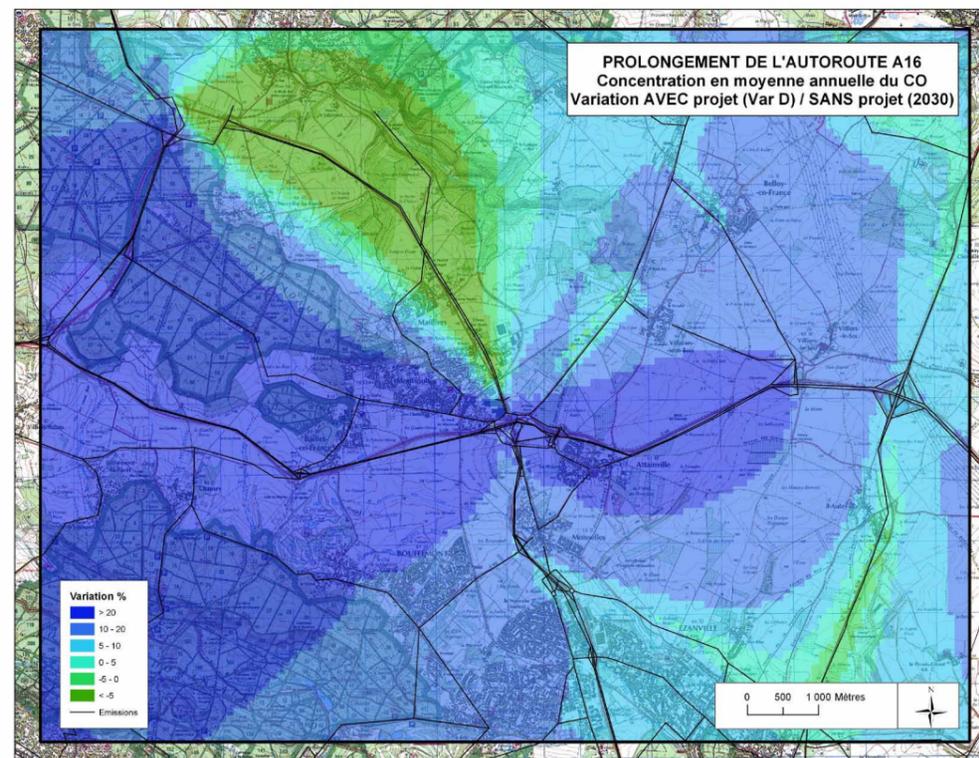
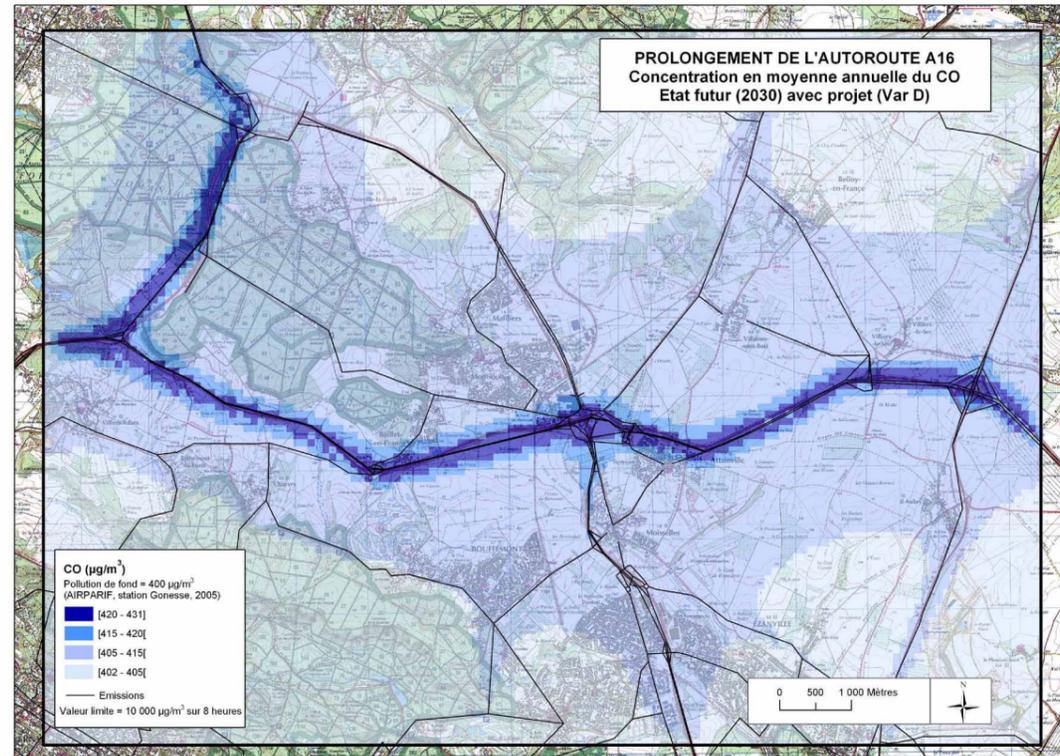


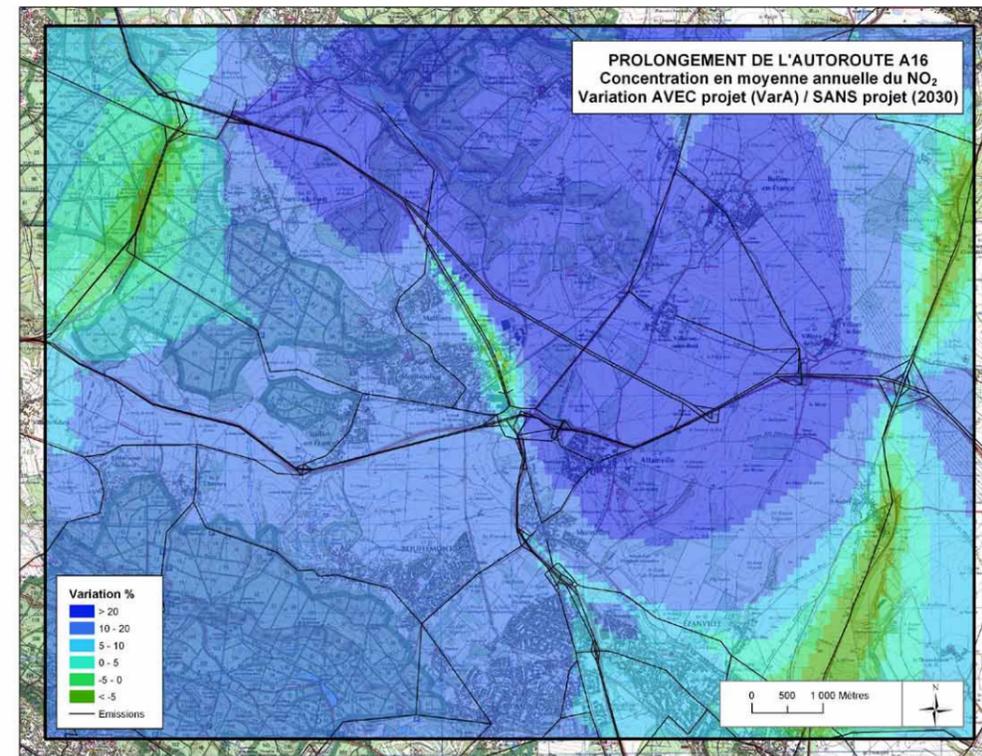
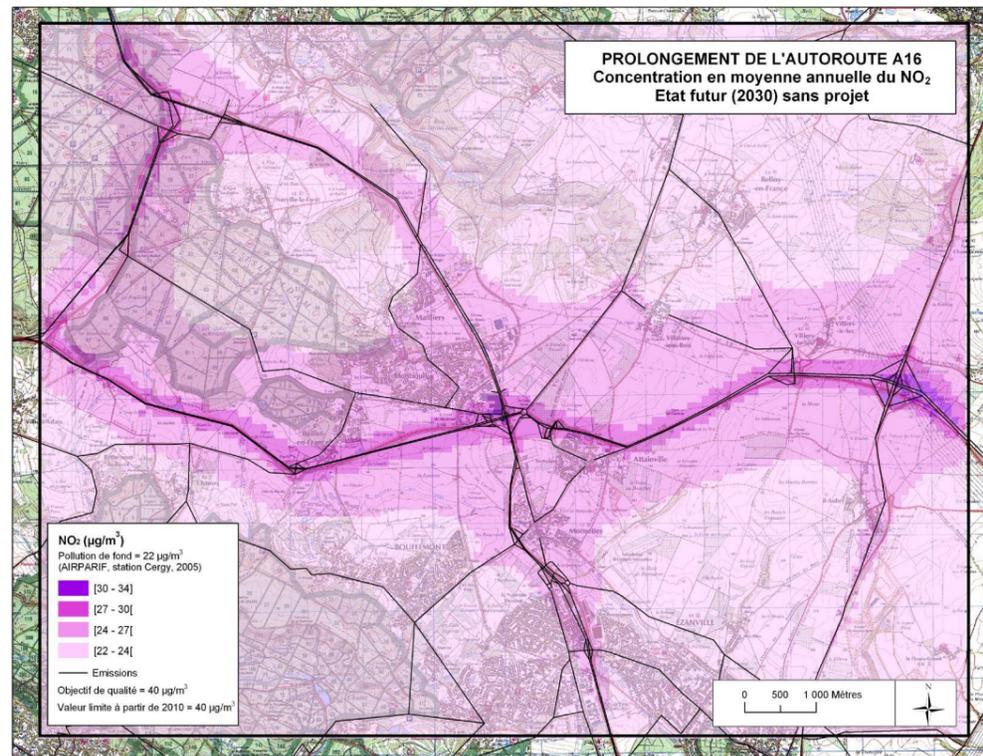
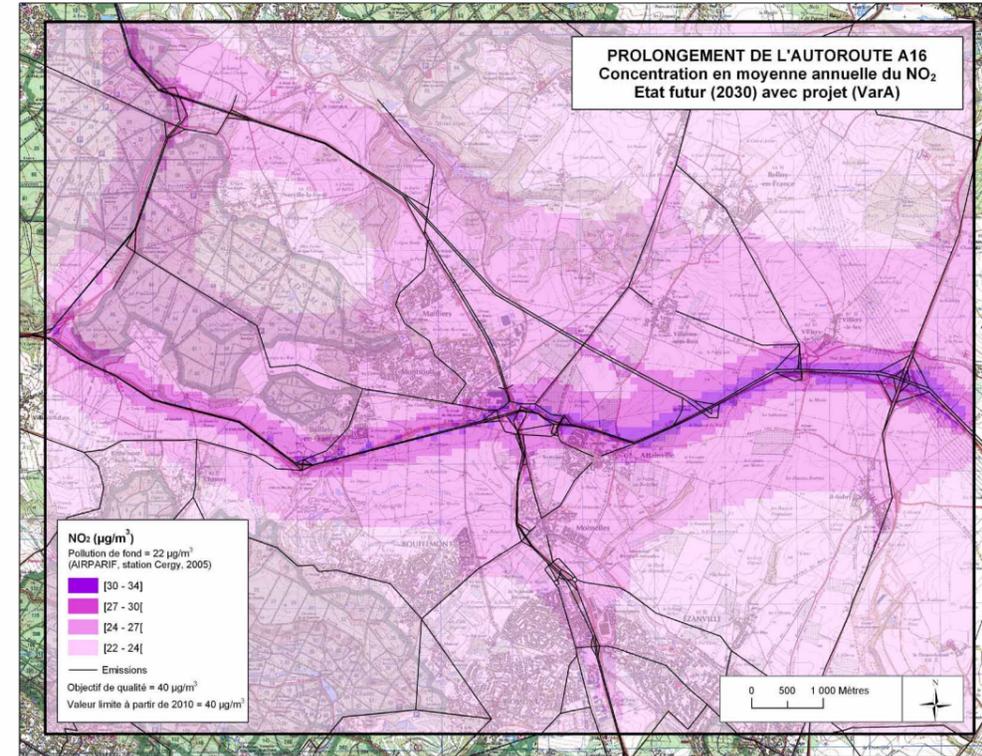
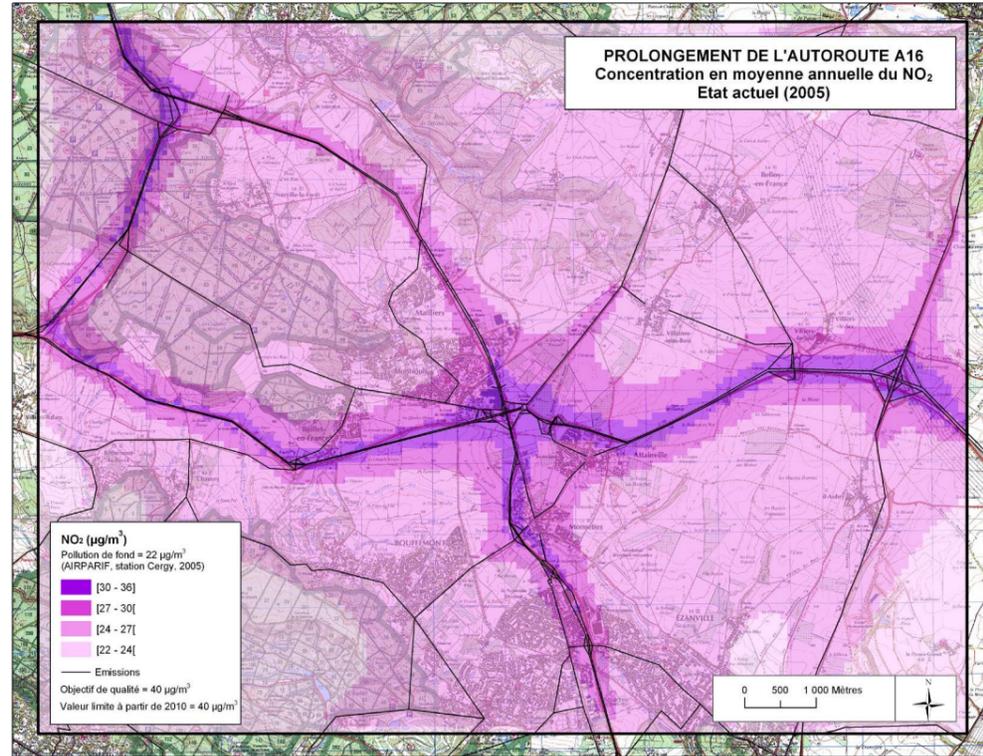


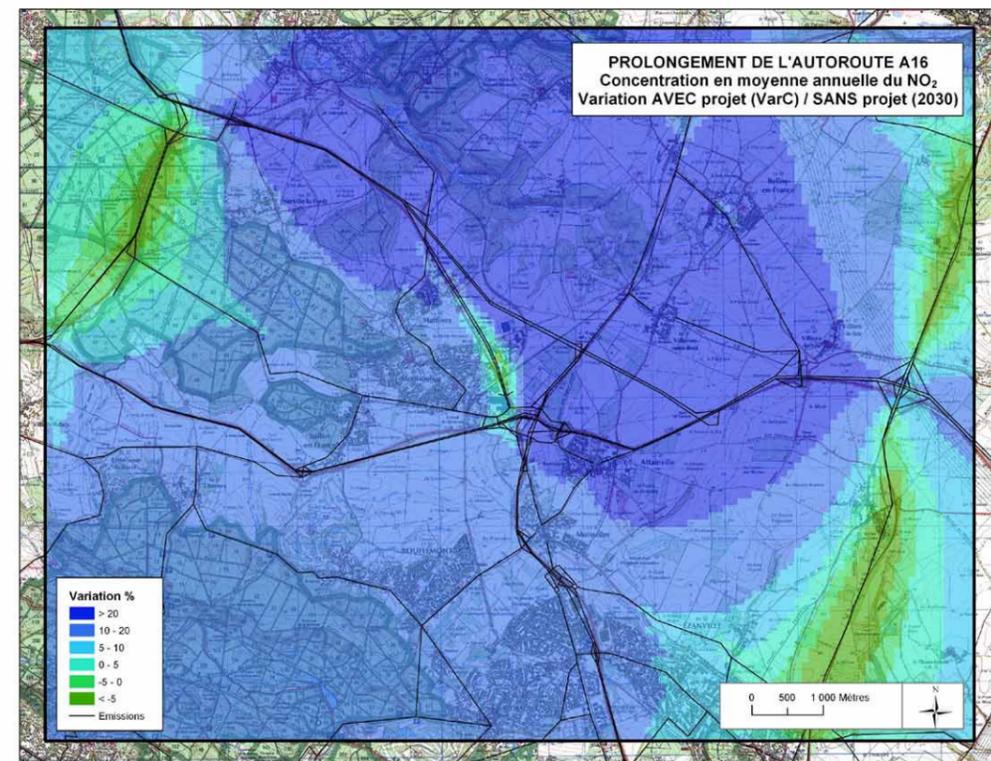
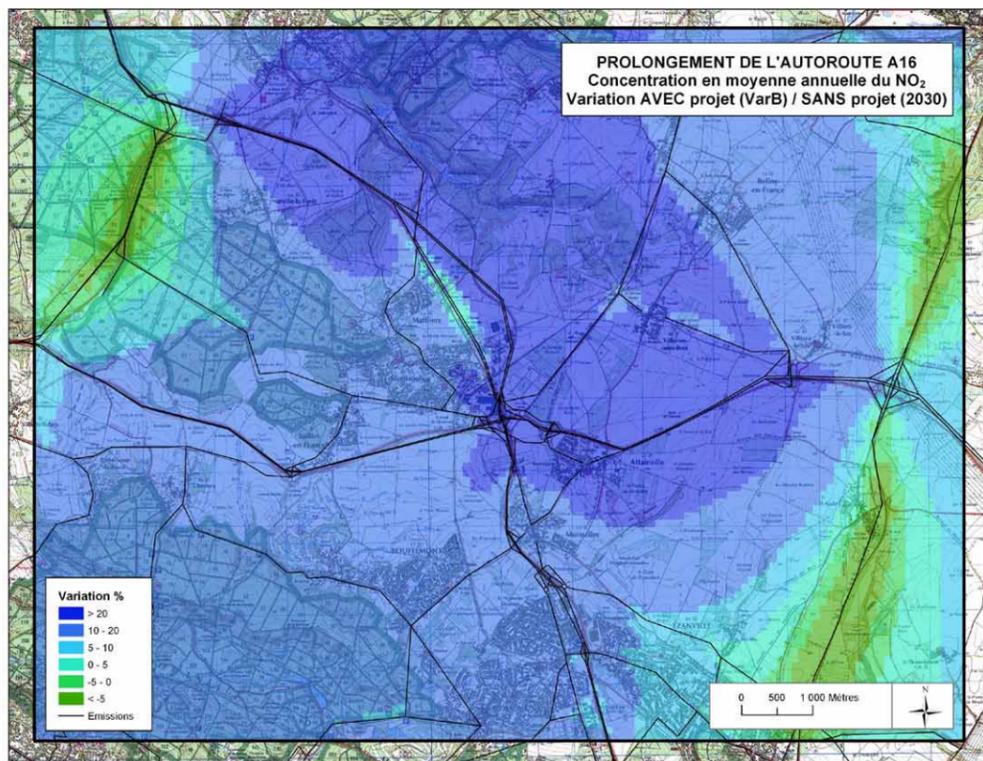
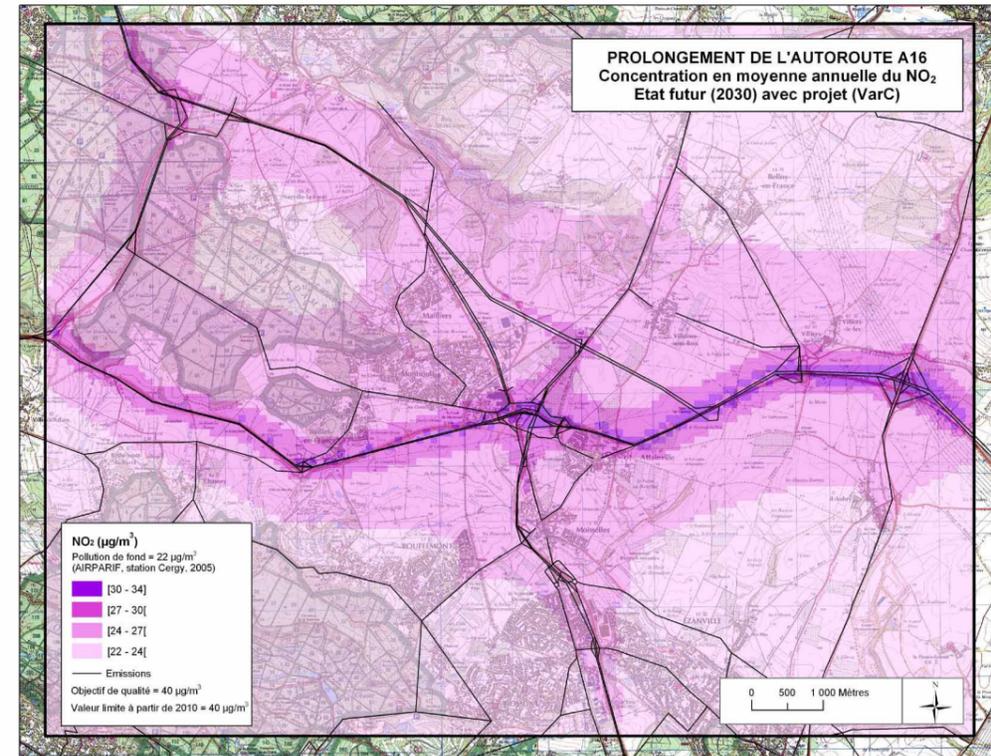
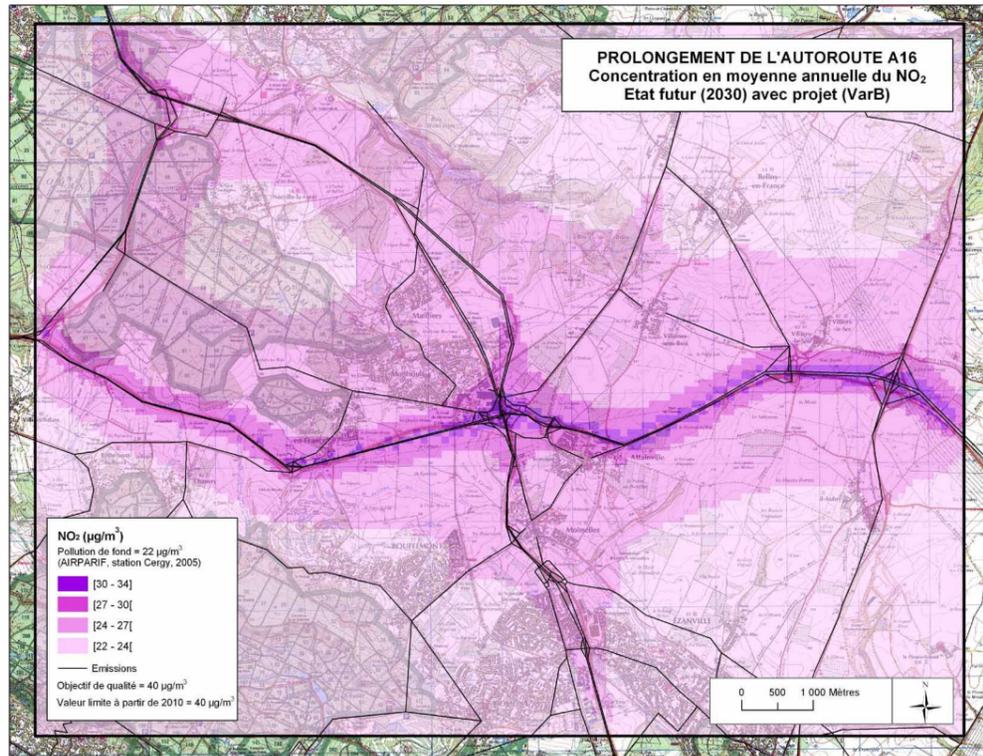


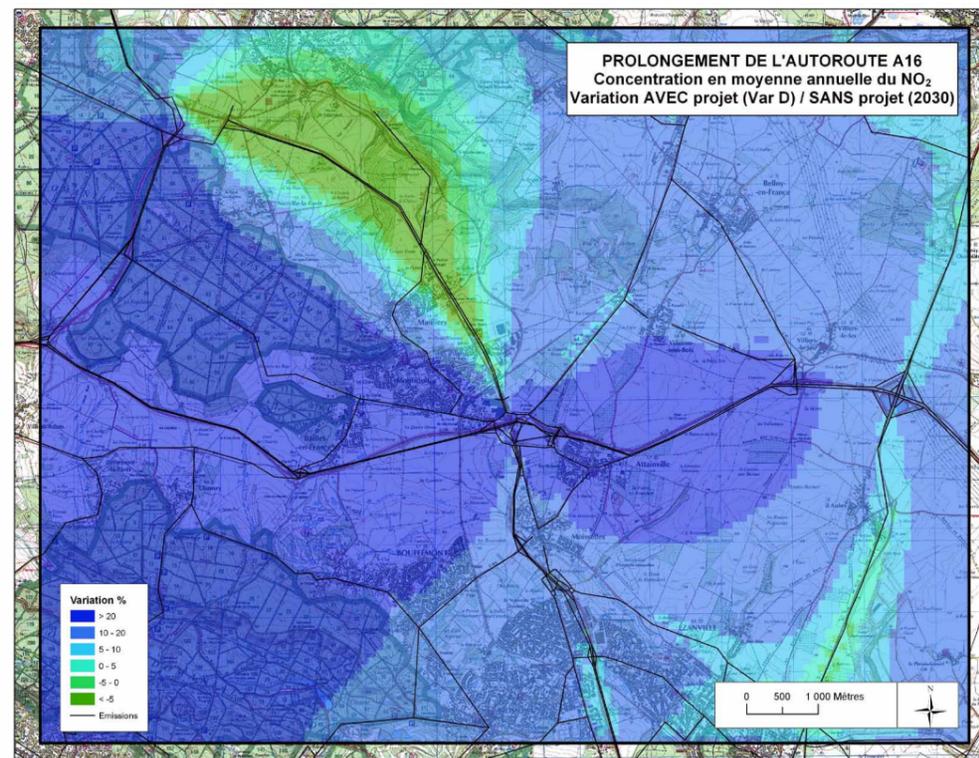
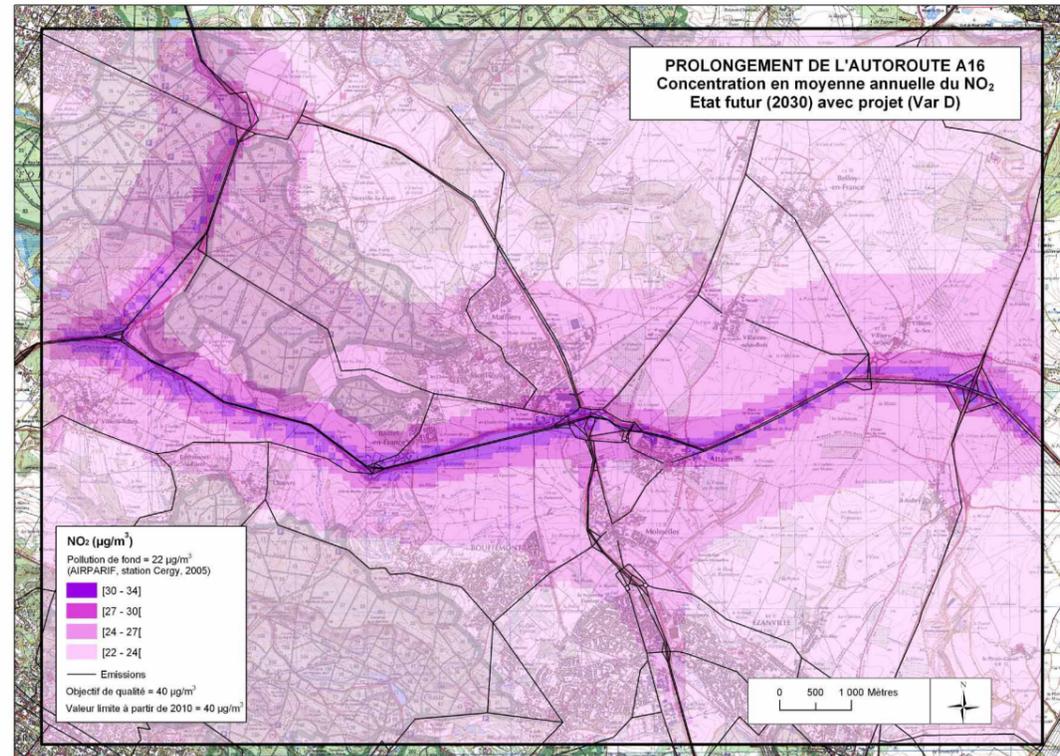


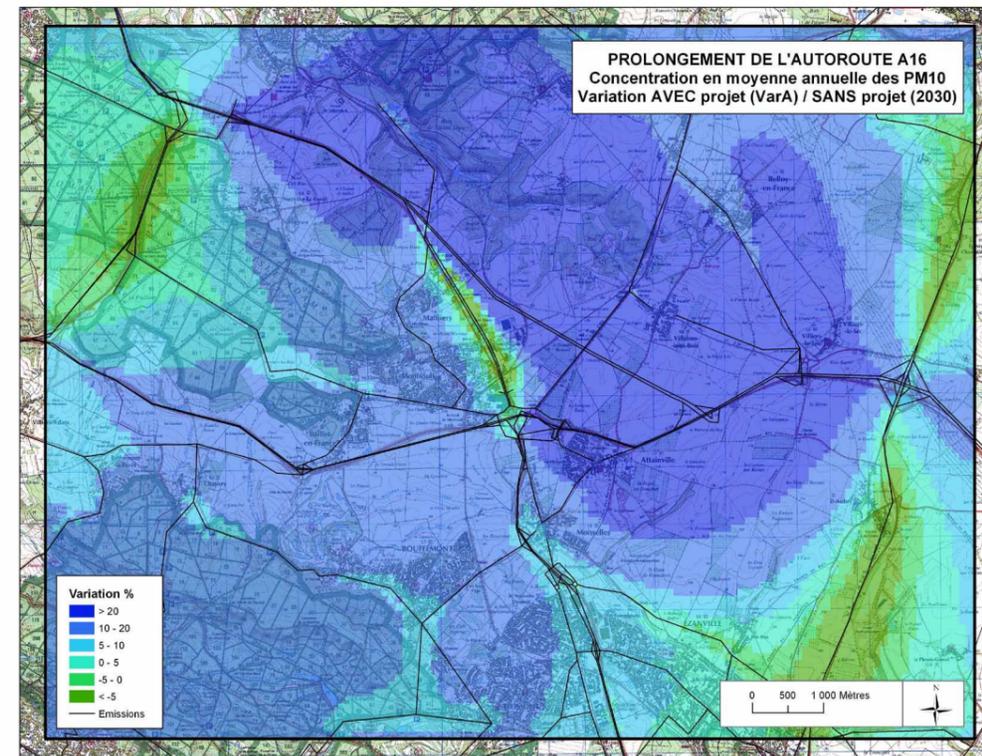
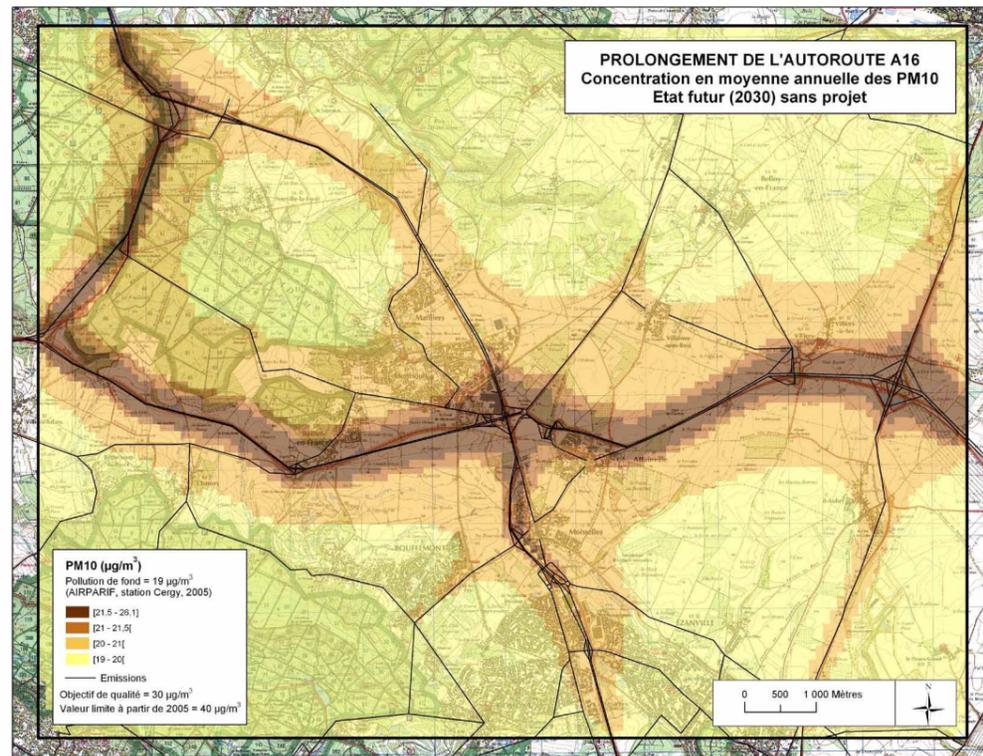
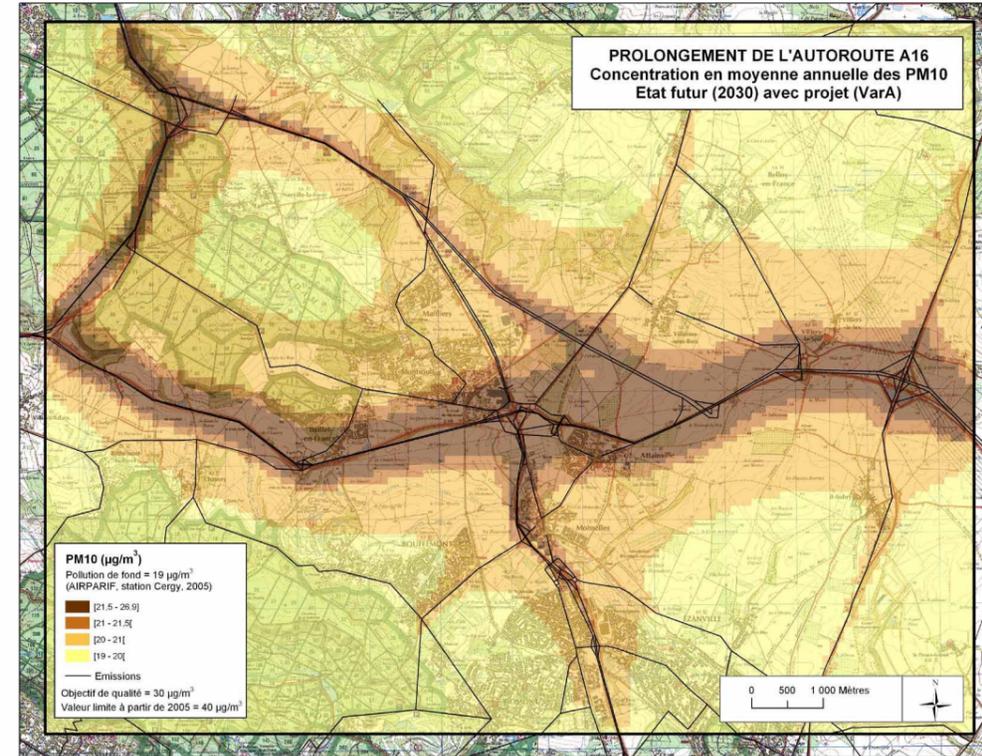
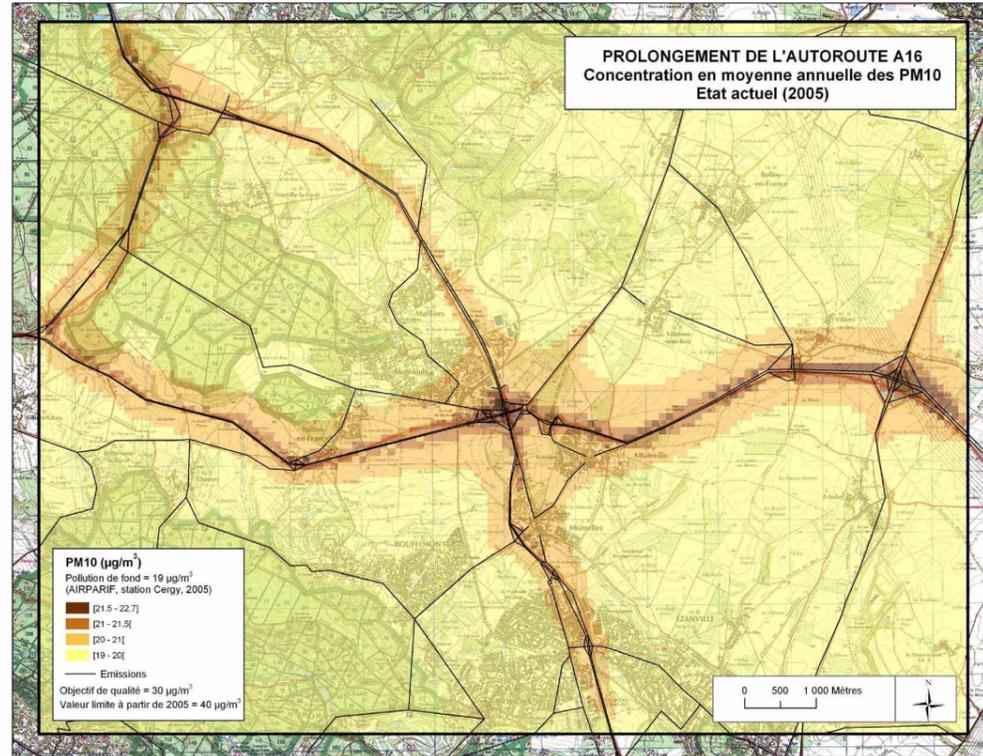


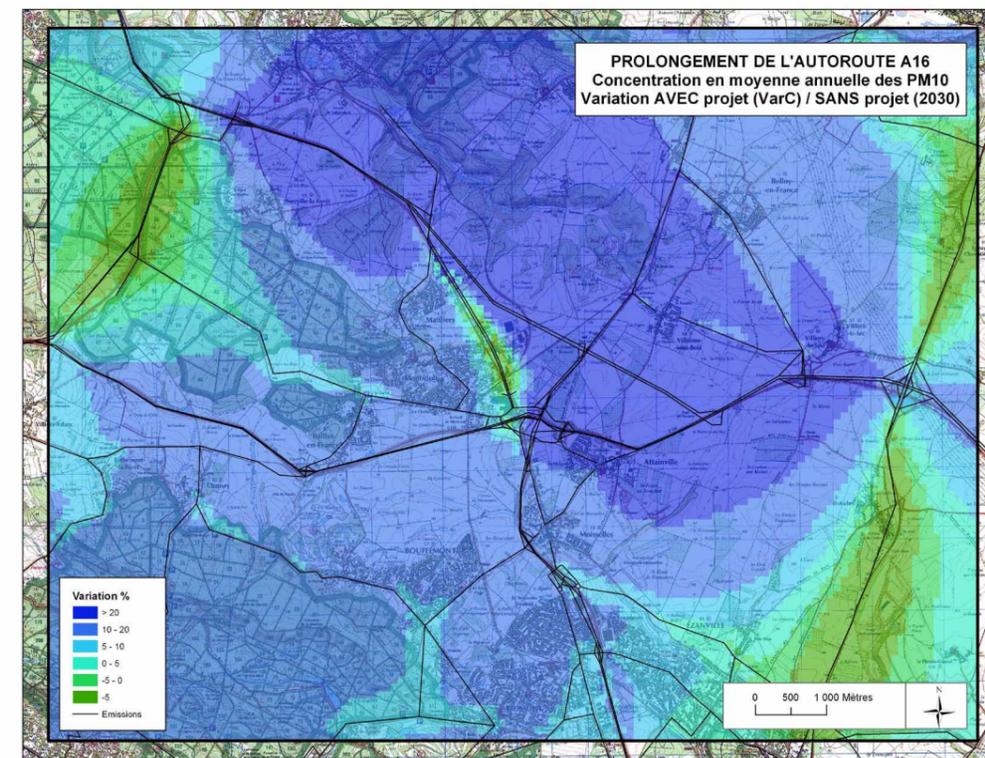
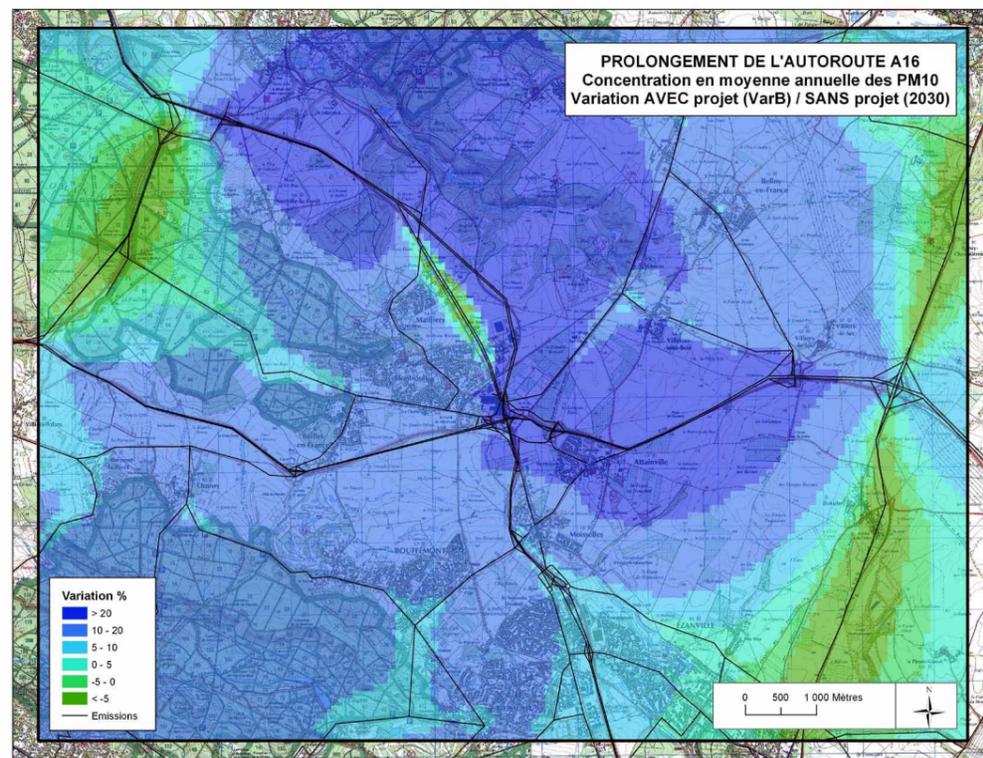
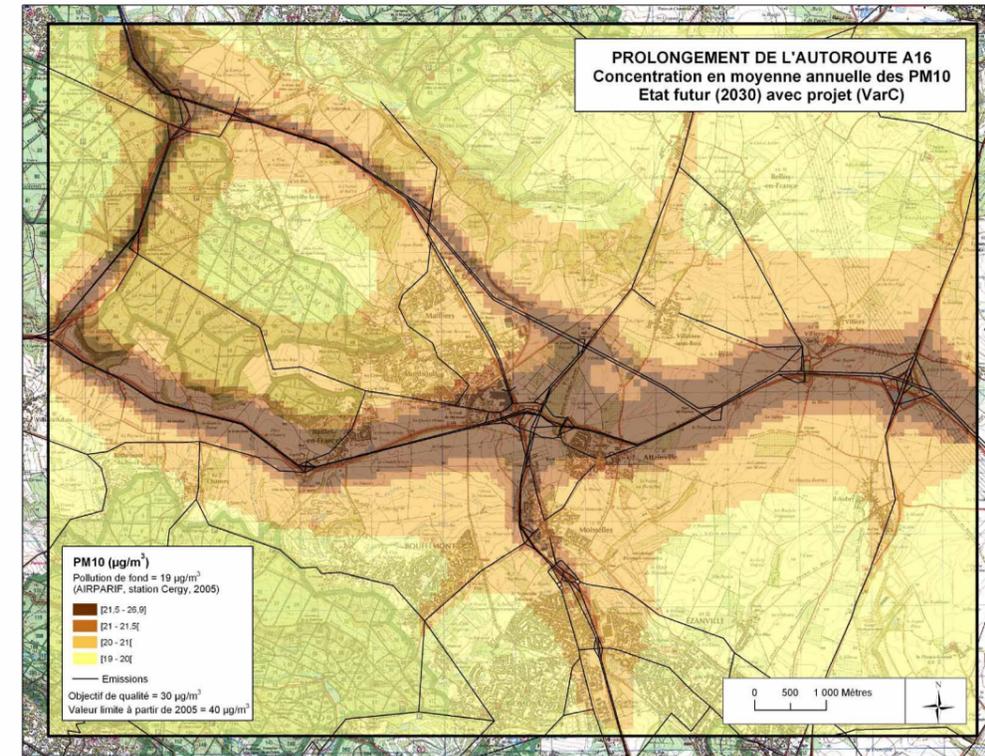
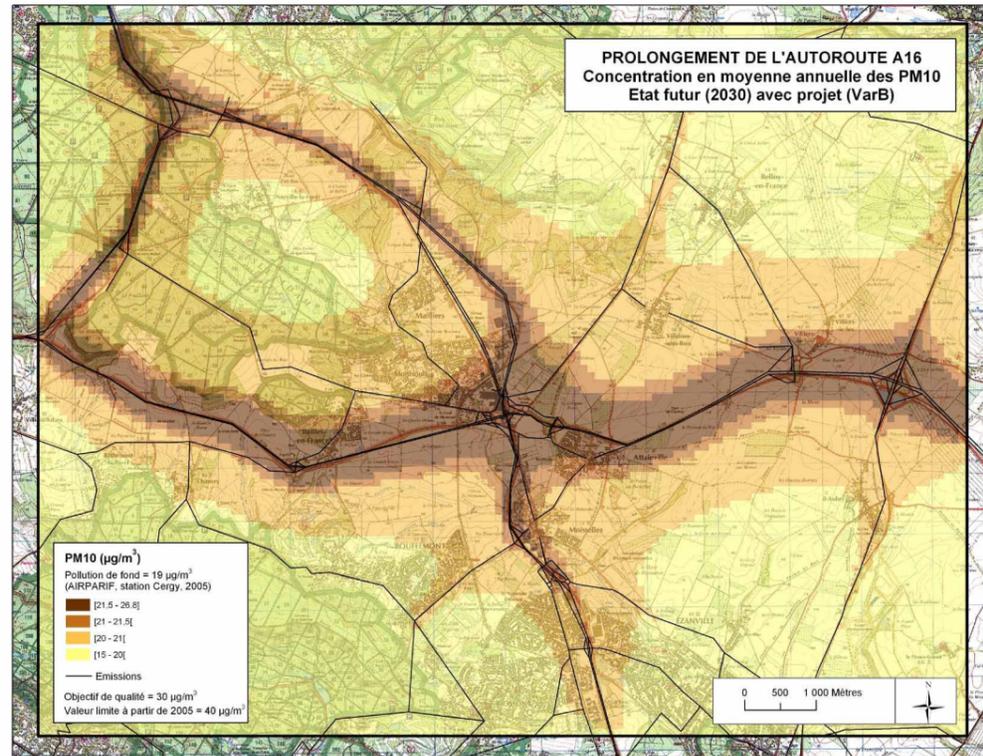


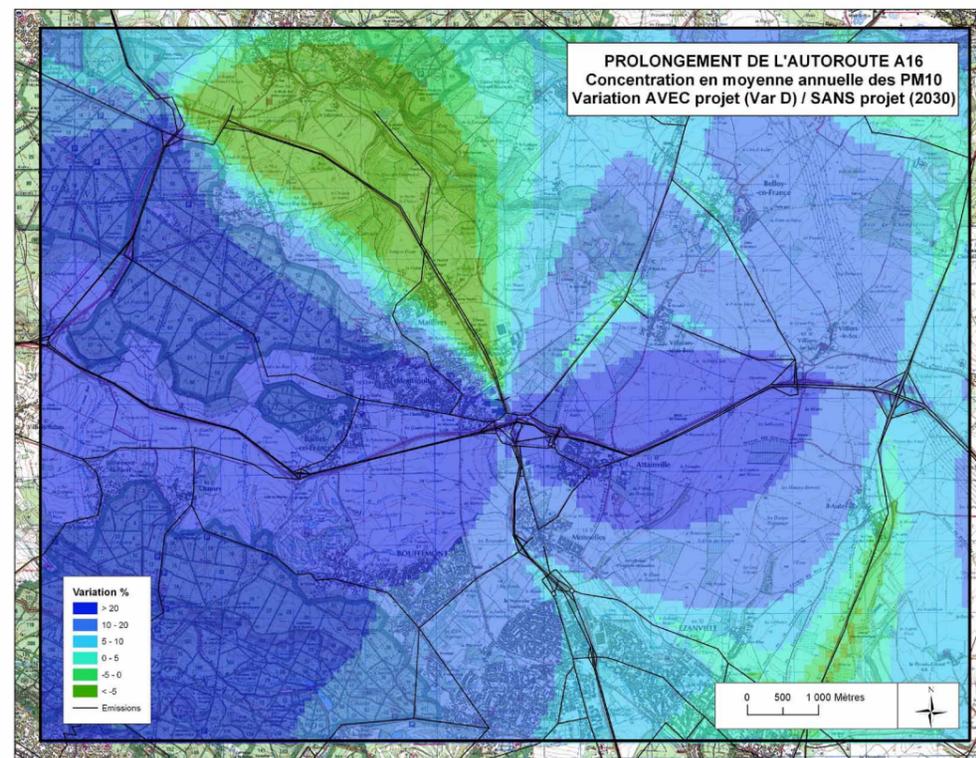
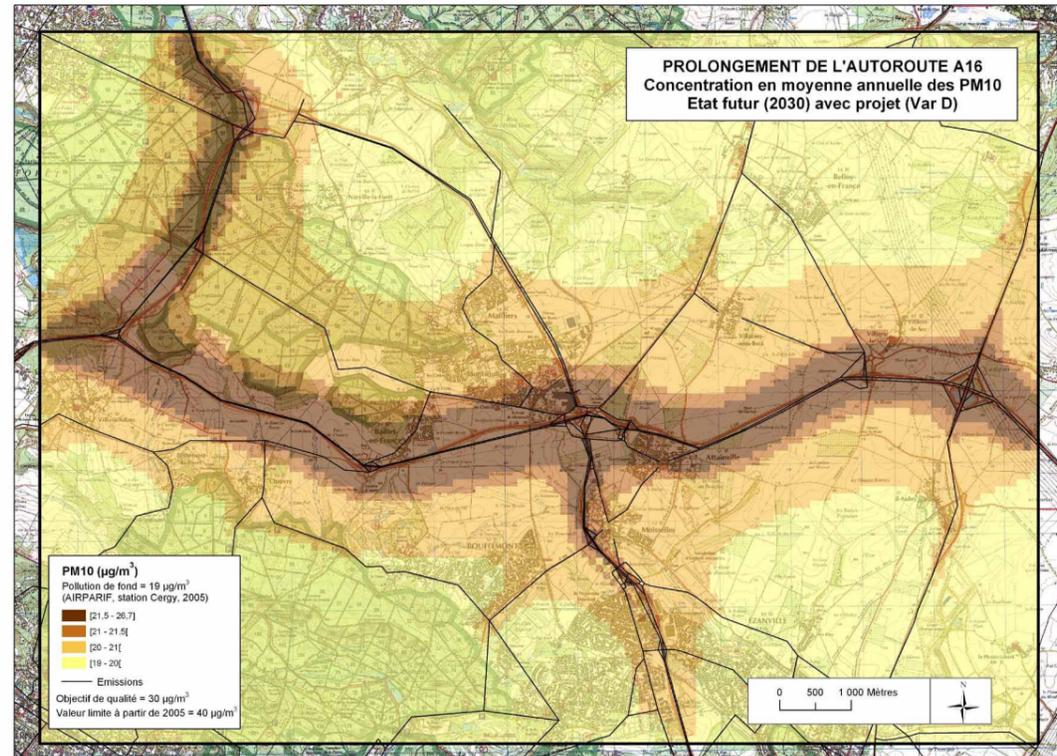












6 COMPARAISON DES VARIANTES SUR LE PLAN DE LA SANTE

Afin d'évaluer l'impact des infrastructures sur la population, la méthode de l'indice IPP (indice d'exposition de la population à la pollution) a été appliquée. Cette méthode consiste à croiser les concentrations calculées aux données de population sur le maillage du domaine étudié.

Dans un premier temps, les effets des principaux polluants atmosphériques sont rappelés puis les résultats du couplage concentration x population sur le domaine étudié, en prenant les exemples du benzène et des NOx, sont fournis.

6.1 Origine et effets des polluants sur la santé (rappel)

Les polluants atmosphériques se décomposent en deux catégories : il existe les polluants primaires (SO₂, CO, benzène...) et les polluants secondaires formés à partir de polluants primaires sous l'action de réactions chimiques complexes (NOx, O₃...). Les polluants les plus connus ainsi que leurs effets sur la santé sont rappelés ci-dessous.

Le dioxyde d'azote (NO₂) : ce polluant, d'origine principalement automobile, est un gaz irritant qui provoque des troubles respiratoires, des affections chroniques et des perturbations du transport de l'oxygène dans le sang, en se liant à l'hémoglobine.

Le monoxyde de carbone (CO) : ce polluant se combine avec l'hémoglobine du sang empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il est à l'origine d'intoxication à dose importante ; il peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations très élevées.

Les particules en suspension (Ps) : les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Par contre, les particules de petites tailles (les PM10, PM2,5 et PM1) pénètrent facilement dans les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Elles peuvent donc altérer la fonction respiratoire des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques). De plus, elles peuvent véhiculer des composés toxiques comme les métaux lourds ou les hydrocarbures.

Le dioxyde de soufre (SO₂) : ce polluant, d'origine principalement industrielle, est très irritant pour les muqueuses et les voies respiratoires. Il peut provoquer des oedèmes du poumon et des bronchites.

L'ozone (O₃) : ce polluant secondaire provoque des irritations des voies respiratoires et de la muqueuse oculaire surtout chez les enfants et les asthmatiques.

Le benzène : cancérigène pour l'homme, il favorise l'apparition de leucémies.

Plus précisément, le benzène est un hydrocarbure faisant partie de la famille des composés aromatiques et des composés organiques volatils non méthane. Il représente un cas particulier, car sa toxicité reconnue l'a fait classer par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) parmi les « cancérogènes certains pour l'homme » (leucémie myéloïde aiguë groupe I, Classification du CIRC¹⁰). Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. Elle touche toute les lignées sanguines et peut se manifester par une anémie ou, plus rarement, une polyglobulie (lignée des globules rouges), une leucopénie ou parfois une hyperleucocytose (globules blancs) ou une thrombopénie (plaquettes). Outre les expositions chroniques par inhalation, il a également été retenu pour les autres types d'effets et d'exposition (exposition aiguë et effets non cancérogènes dans l'exposition chronique) en raison de son caractère prioritaire établi dans le Plan National Santé Environnement.

6.2 Réglementation

Fixés par le décret n°2002-213 du 15 février 2002, pris en application des directives européennes n° 1999/30/CE du 22 avril 1999 et n° 2000/69/CE du 16 novembre 2000, les différents seuils réglementaires ont des significations différentes :

L'objectif de qualité fixe la concentration qu'il est souhaitable d'atteindre afin d'assurer à la population des conditions de vie sans risque en l'état des connaissances scientifiques et médicales.

Le seuil d'alerte constitue le niveau de pollution au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine. Un dépassement de ce seuil implique une information et l'adoption de mesures (restriction de circulation automobile, gratuité du stationnement ou des transports en commun) par les pouvoirs publics afin de limiter l'ampleur et les effets du pic de pollution sur la population.

Le seuil d'information et de recommandation est égal à la moitié du précédent seuil. En cas de dépassement, les pouvoirs publics informent et recommandent des mesures destinées à restreindre les émissions polluantes.

Ces seuils réglementaires sont en général conformes aux recommandations de l'OMS.

¹⁰ CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer

6.3 Calcul des indices IPP pour le benzène et les NO_x

6.3.1 Objet de l'IPP

Cet indicateur permet la comparaison entre le scénario avec projet et l'état de référence avec un critère basé non seulement sur les émissions, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation.

Cet outil est utilisé comme une aide à la comparaison de situation et, en aucun cas, comme le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique globale.

Jusqu'en 2005, les polluants traceurs de la pollution utilisés dans le calcul de l'IPP étaient les oxydes d'azotes (NO_x). Depuis 2005, c'est le benzène qui est désormais retenu pour son caractère prioritaire établi par le Plan National Santé Environnement. Le benzène est classé par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) parmi les « cancérogènes pour l'homme ». Sa toxicité hématologique par atteinte de la moelle osseuse est connue depuis longtemps. C'est pourquoi, les NO_x et le benzène ont fait l'objet d'un calcul de l'IPP dans le cadre de la présente étude.

6.3.2 Population

Les bases de données IRIS ou ILOTS de l'INSEE n'étant pas disponible dans la zone d'étude, nous les avons donc créé sous SIG en saisissant les zones bâties à partir du SCAN25 de l'IGN et en les croisant avec le nombre d'habitants de la commune correspondante (données de population issues du recensement de la population de 1999 acquises auprès de l'INSEE).

Par superposition de ce zonage (densité de population) et du maillage défini par le logiciel ARIA IMPACT (mailles de 100 m de côté), nous avons évalué le nombre d'habitants pour chaque maille de la zone d'étude.

6.3.3 Méthodologie

Le croisement des données de population et de concentration permet de fournir un indicateur « d'exposition » de la population. En effet, il est important du point de vue de l'impact sur la santé de connaître les zones critiques caractérisées par des concentrations de polluant élevées et une population dense.

L'indice global d'exposition de la population à la pollution (ou IPP cumulé sur l'ensemble de la zone d'étude), représente la somme des expositions individuelles (ou par maille) des personnes soumises à la pollution d'origine routière.

$$IPP = \sum (\text{Population} \times \text{Concentration})$$

Les IPP par maille les plus forts correspondent soit aux zones où la densité de population est la plus élevée, soit aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées, soit aux deux.

6.3.4 Présentation des résultats

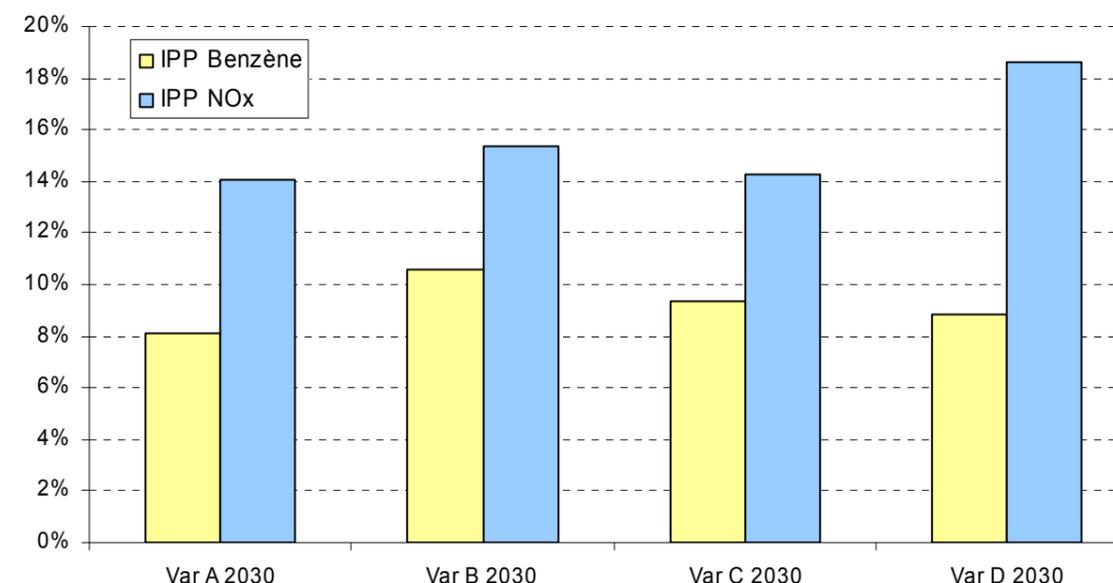
Le tableau suivant récapitule les résultats des IPP cumulés du benzène et des NO_x.

Polluant	Actuel 2005	SP 2030 Ref	Ref / Actu	Var A 2030	Var A / Ref	Var B 2030	Var B / Ref	Var C 2030	Var C / Ref	Var D 2030	Var D / Ref
benzène	3 225	341,4	-89,4%	369,1	+8,1%	377,6	+10,6%	373,3	+9,3%	371,5	+8,8%
NO _x	336 555	169 655	-49,6%	193 473	+14,0%	195 748	+15,4%	193 864	+14,3%	201 311	+18,7%

Entre les horizons 2005 et 2030, on note une diminution de 50% environ de l'indice IPP des NO_x et de 90% de l'indice IPP du benzène.

Le graphe ci-après reprend les variations des indices IPP du benzène et des NO_x avec les différentes variantes au projet.

Impact des variantes sur les indices IPP d'exposition de la population à la pollution routière (cas du benzène et des NO_x)



A l'horizon 2030, la réalisation du projet entraîne une légère augmentation (de l'ordre de 9 %) de l'indice IPP du benzène et une augmentation plus prononcée de l'indice IPP des NO_x (de l'ordre de 15%) sur la zone d'étude.

La variante A induit les plus faibles augmentations des indices IPP benzène et NO_x.

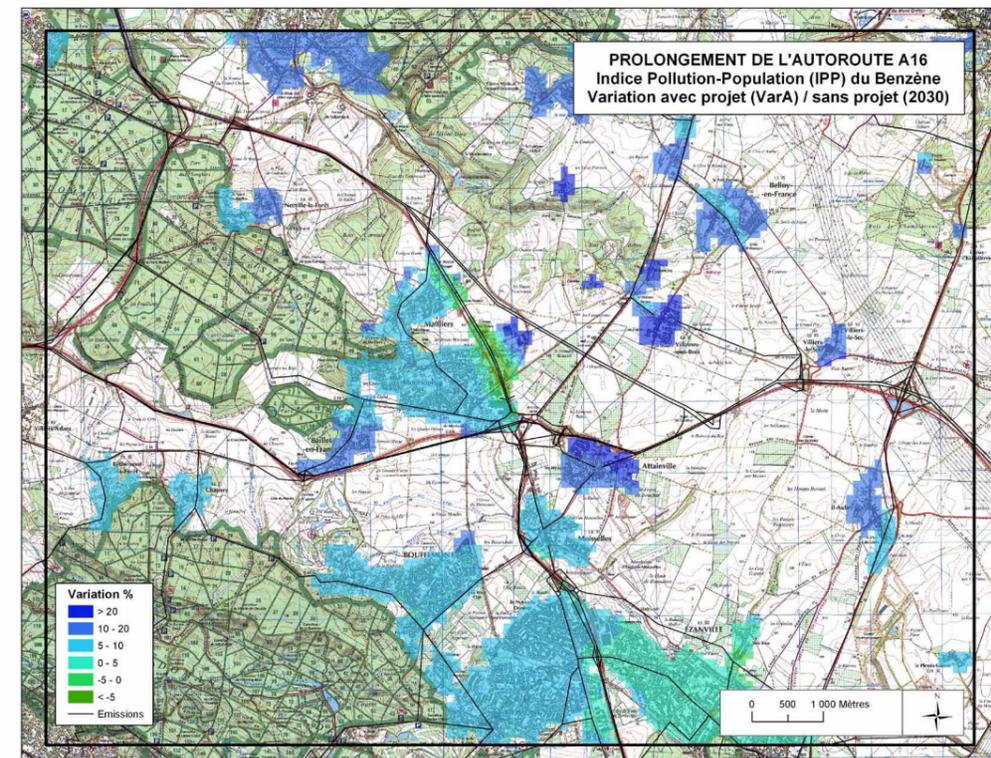
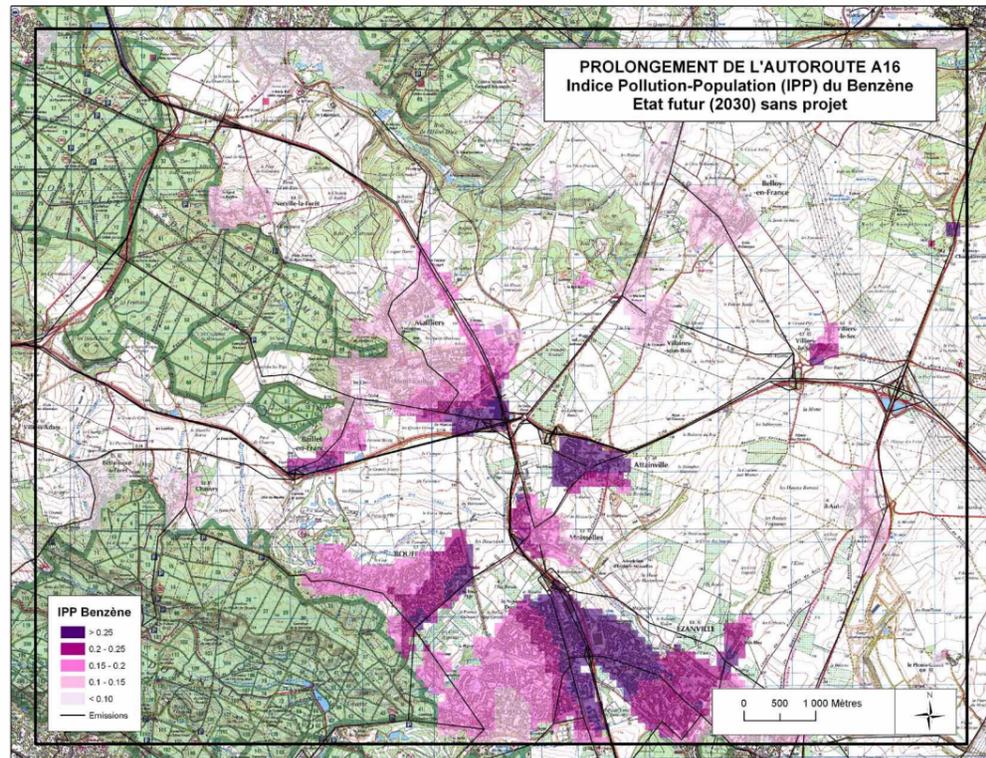
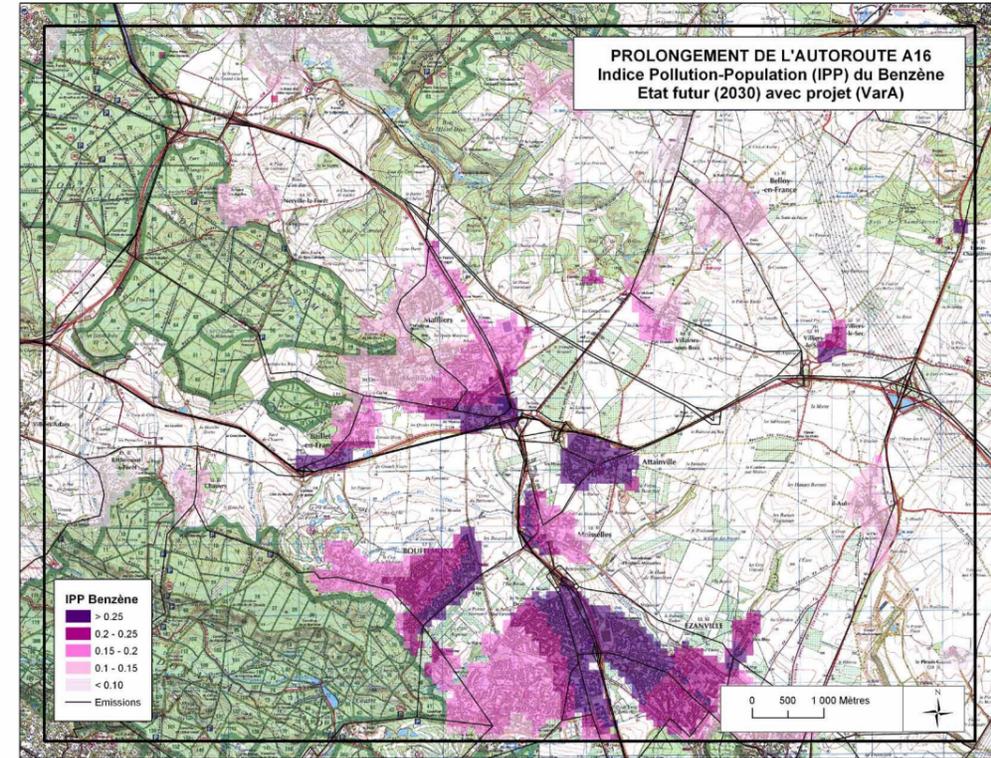
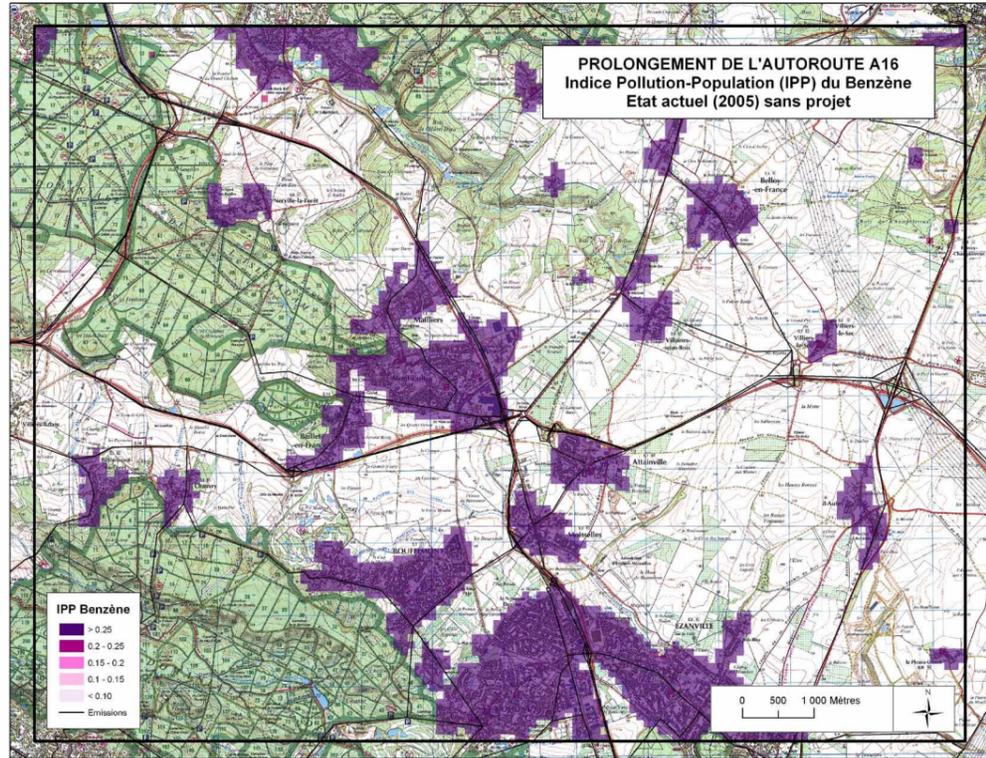
Toutefois, les indices IPP en 2030 avec projet restent inférieurs aux indices IPP de 2005.

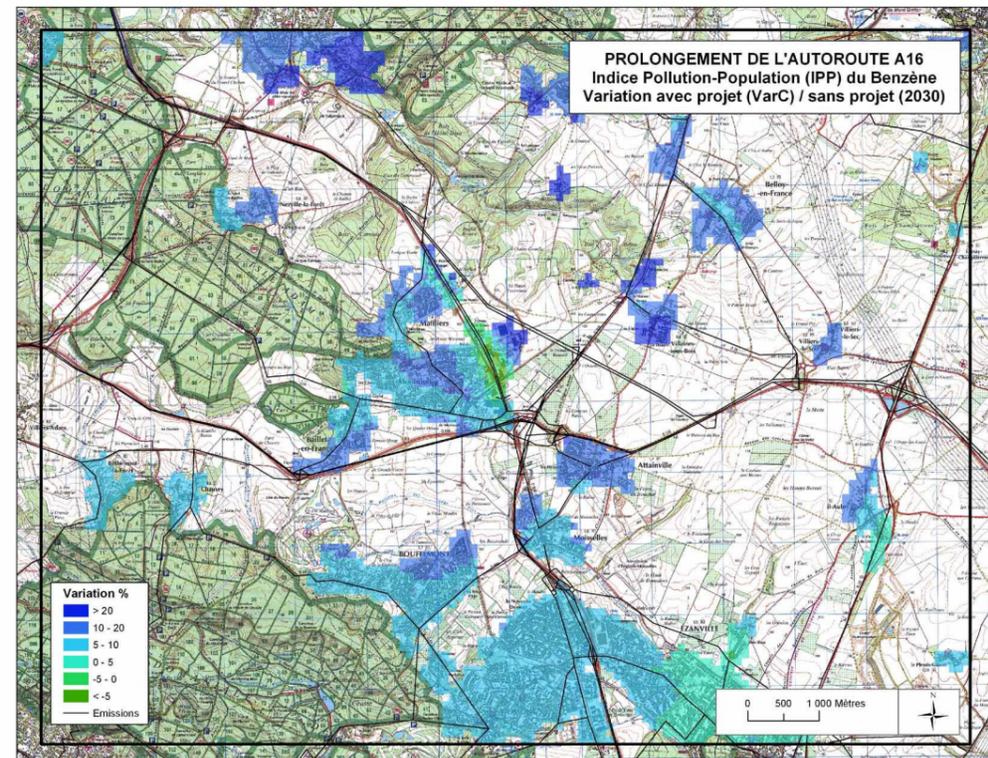
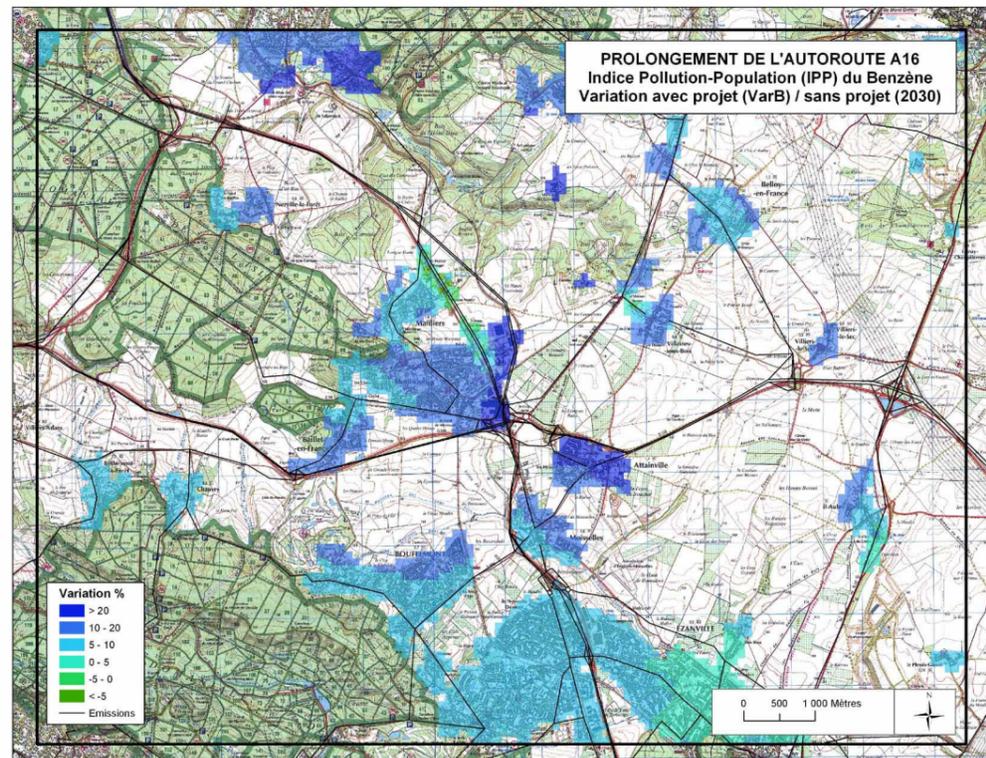
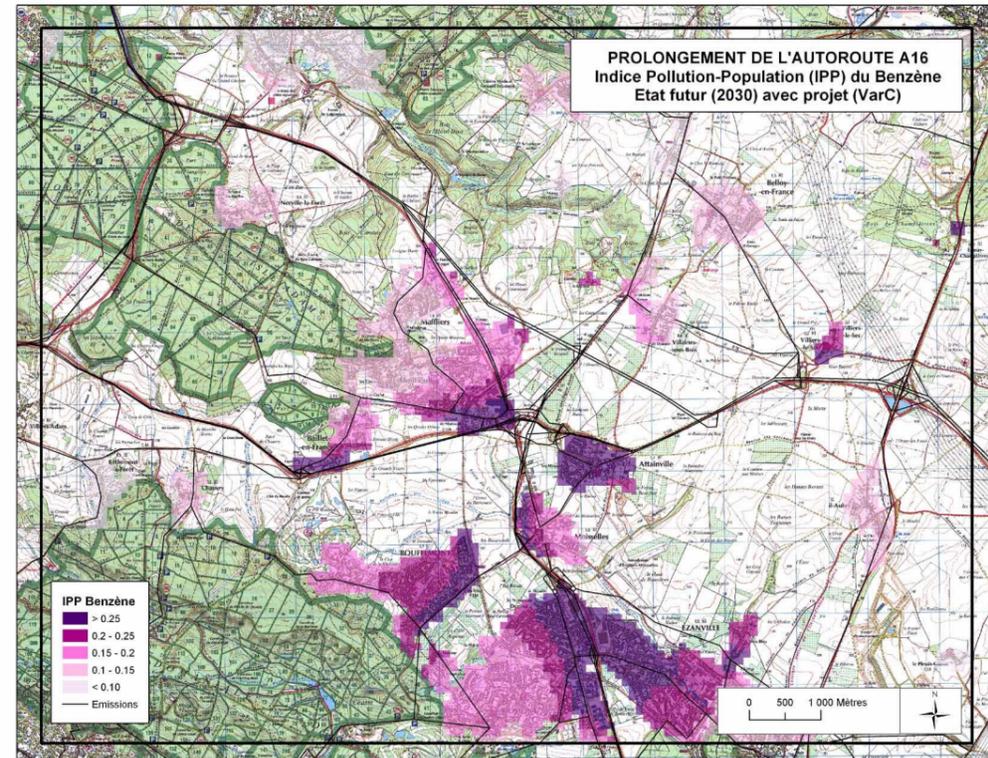
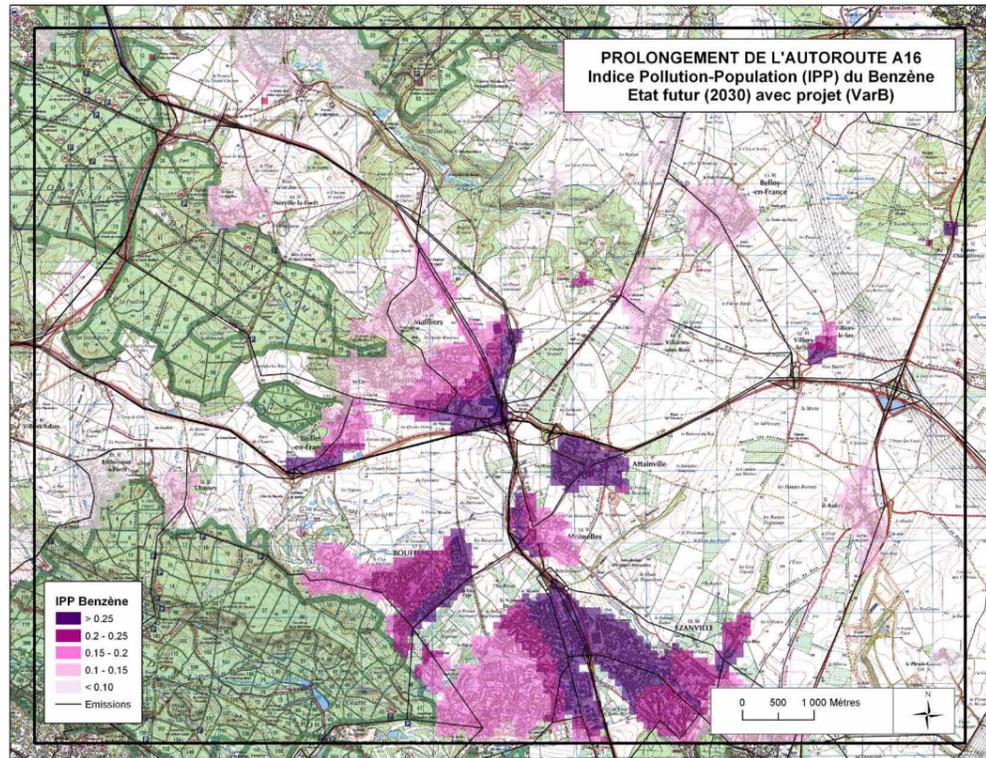
Les figures suivantes présentent successivement pour le benzène et le NO₂ :

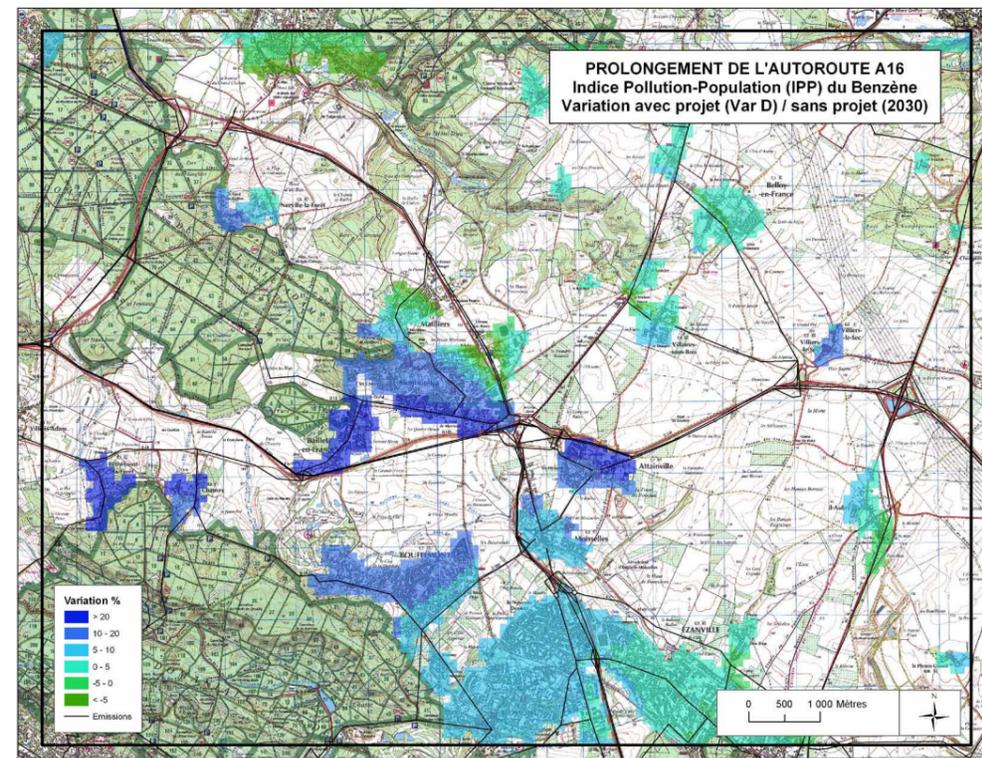
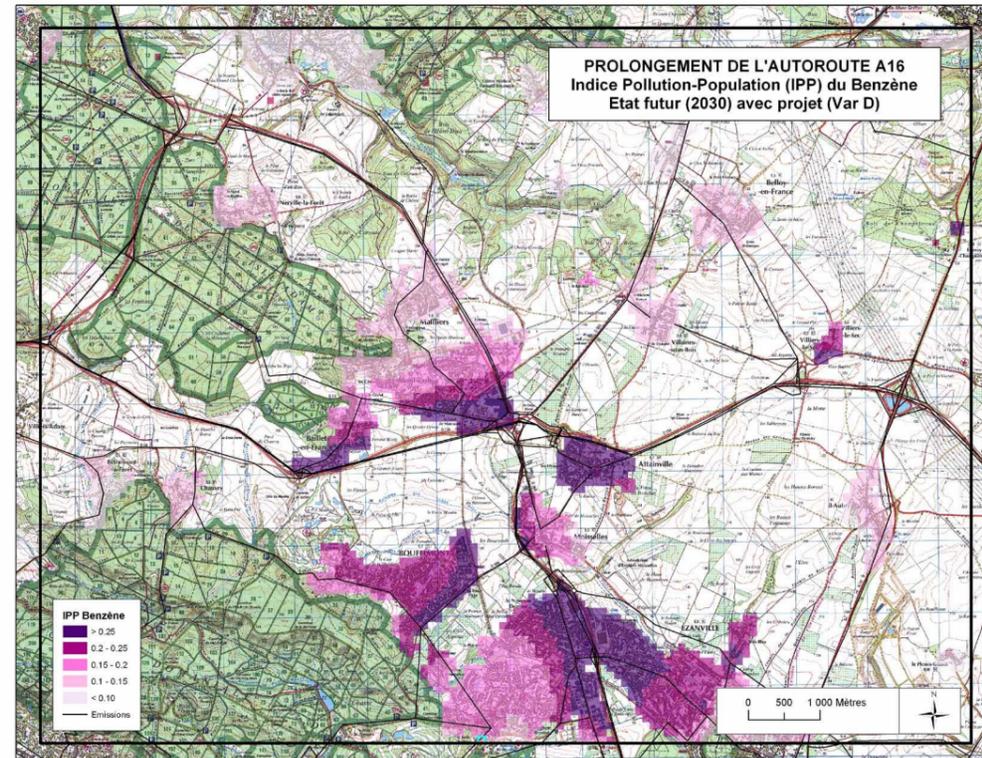
- La carte des IPP pour la situation actuelle 2005,
- la carte des IPP à l'horizon 2030 sans le projet (référence),
- la carte des IPP à l'horizon 2030 avec le projet pour les différentes variantes,
- la carte de variation des IPP l'horizon 2030 avec et sans le projet.

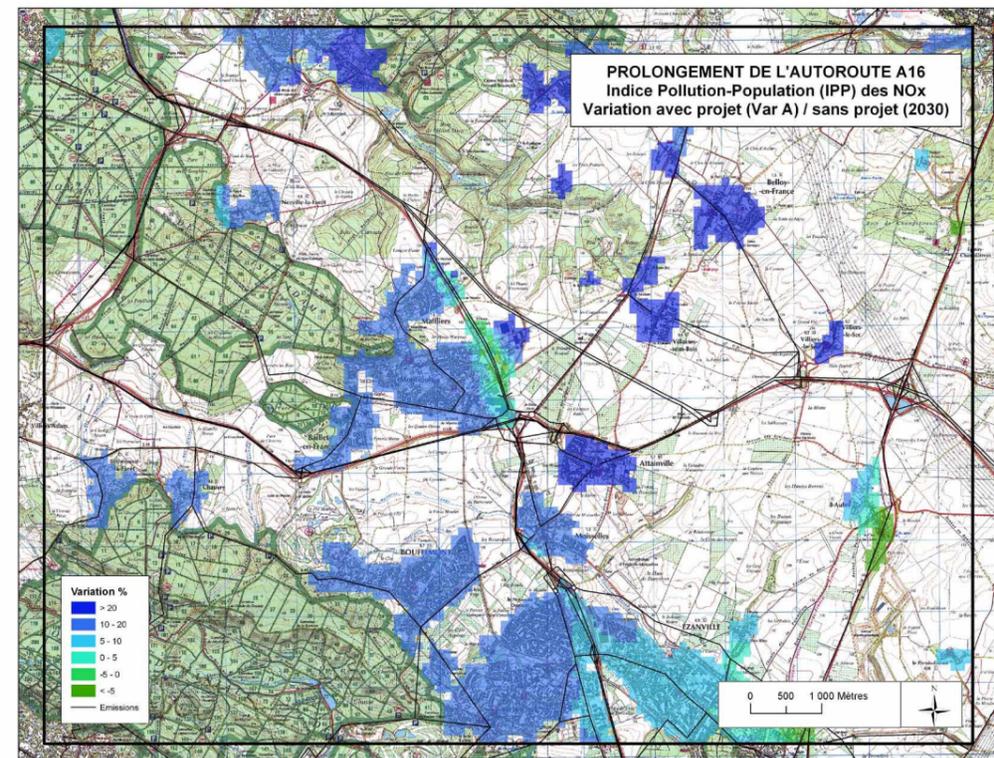
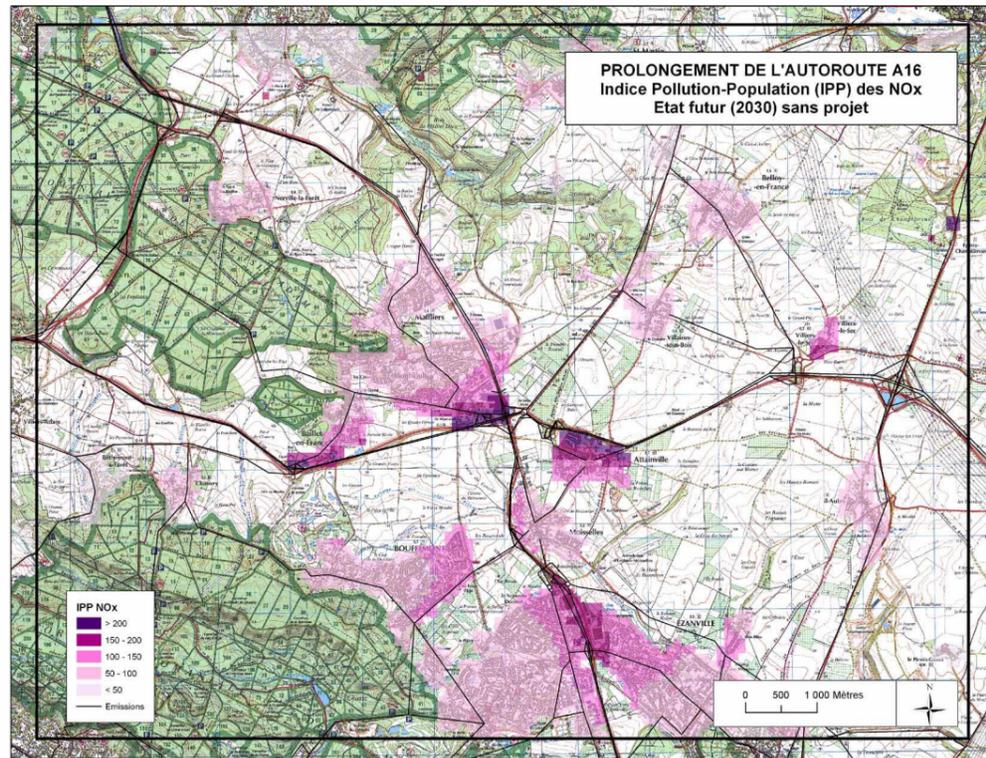
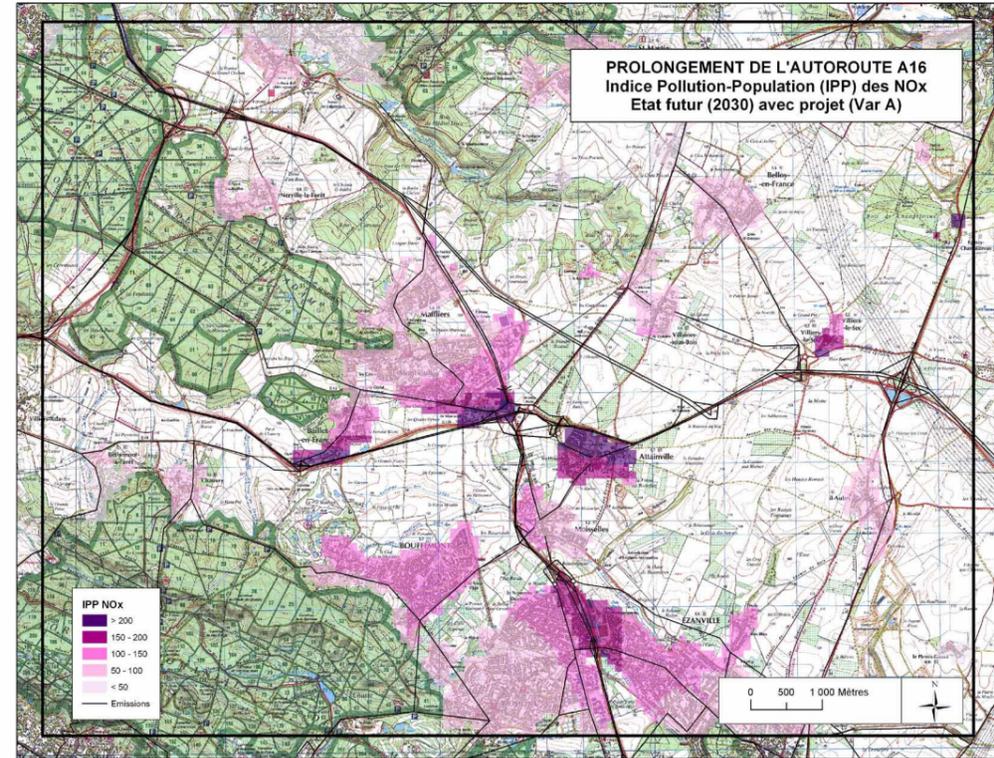
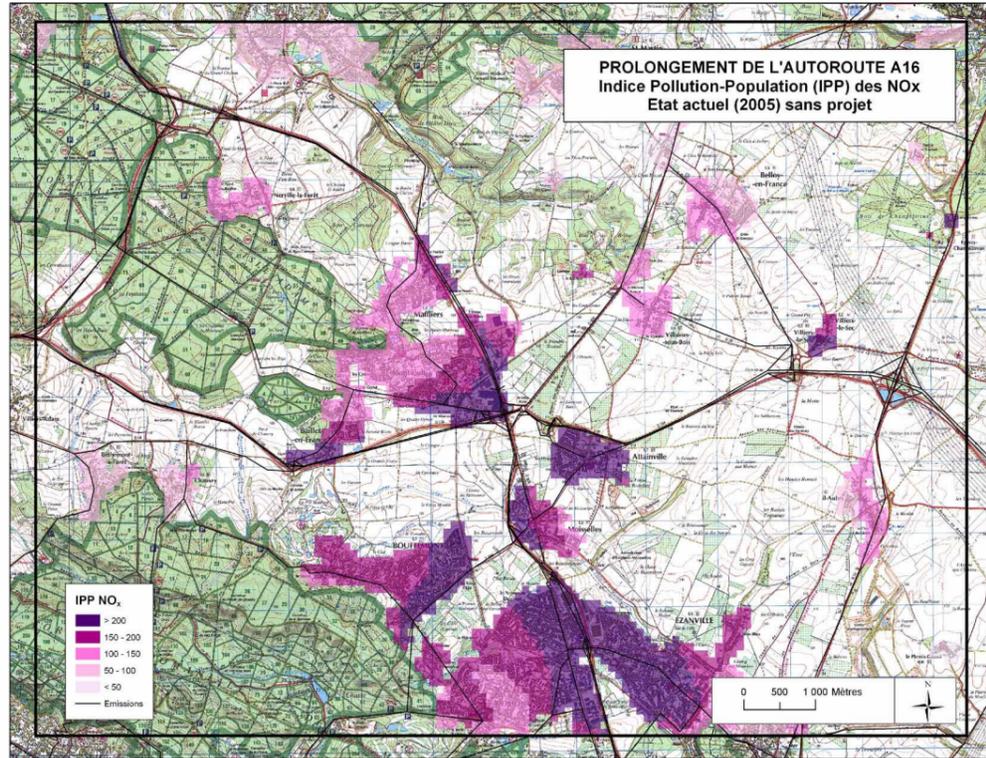
Analyse géographique des résultats

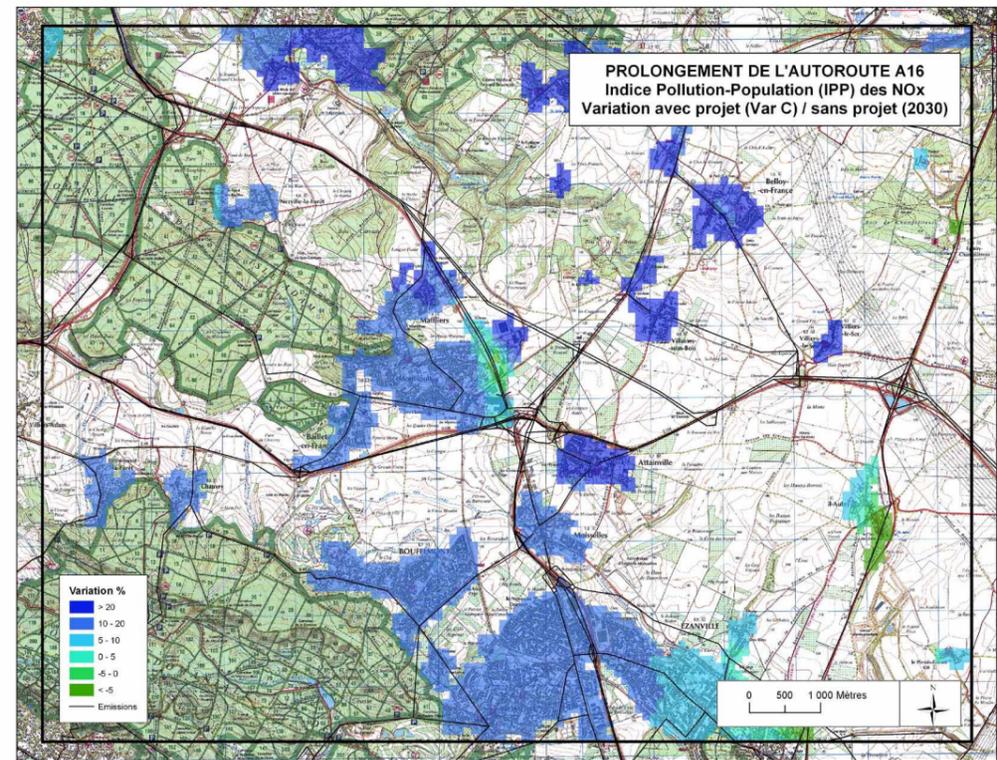
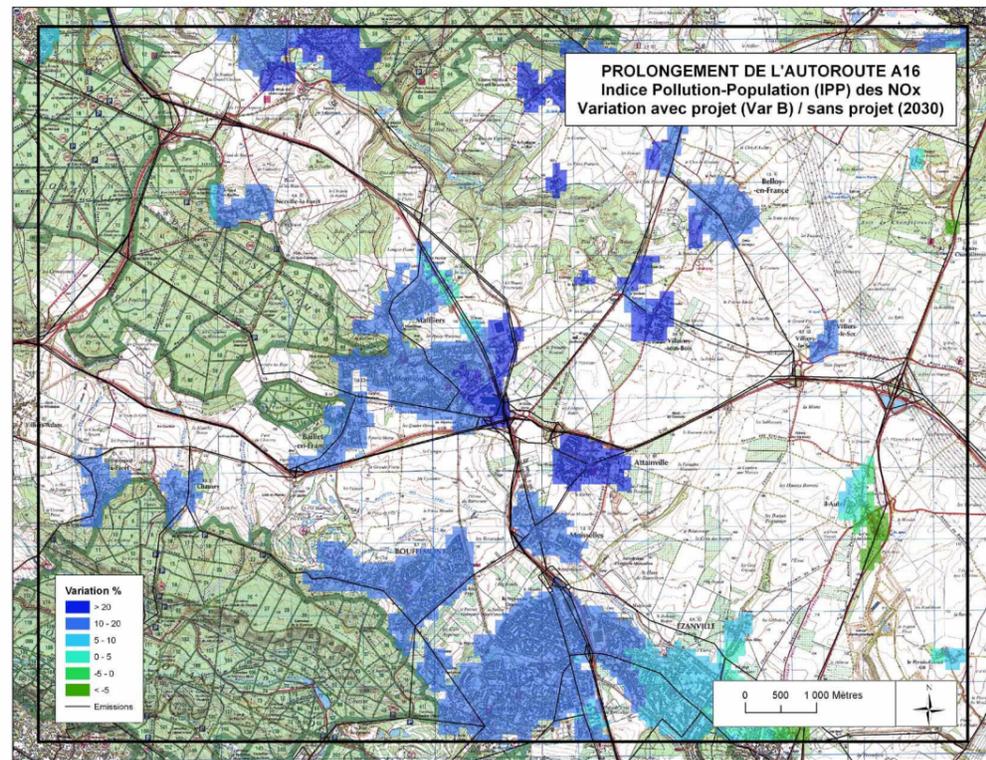
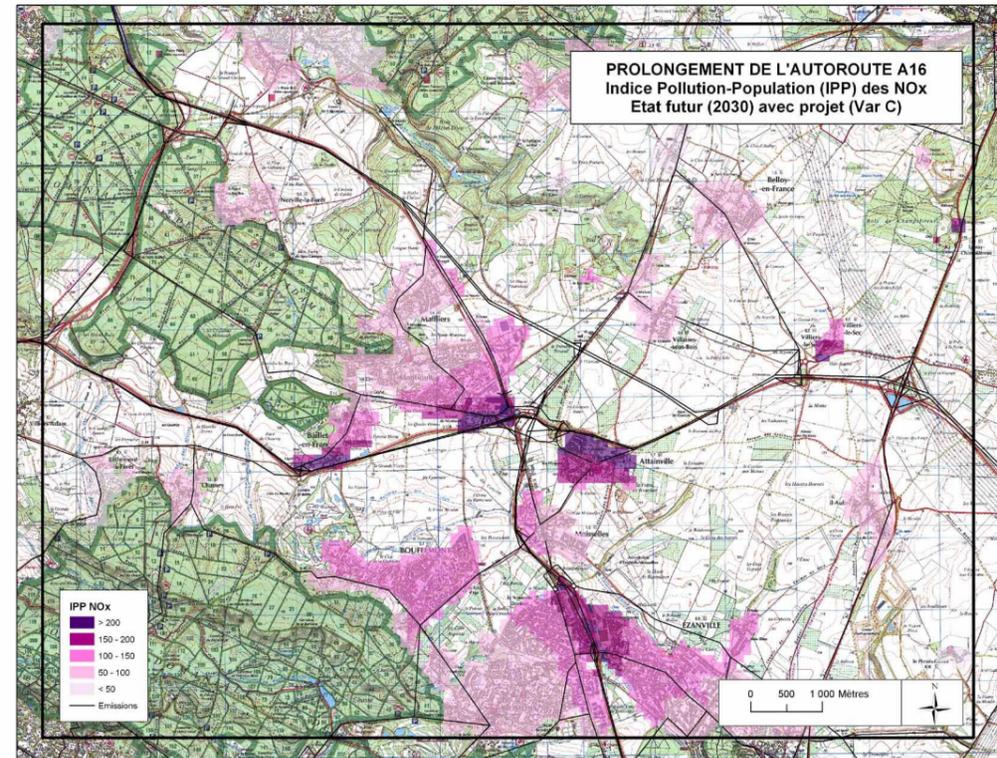
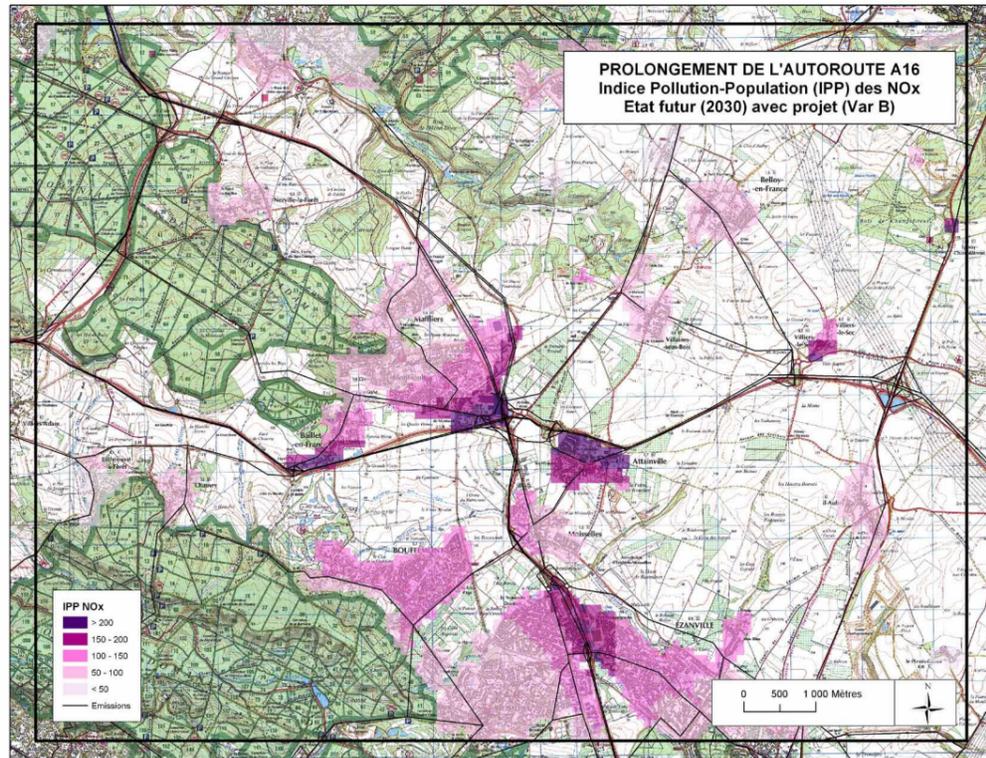
Plus localement, les cartes de variations d'IPP à l'horizon 2030 avec et sans le projet indiquent clairement les zones où les indices IPP diminuent. Pour les variantes A, B et C, il s'agit principalement des abords de la RN1 à hauteur de Maffliers et de Montsoul. La mise en service du projet améliore la qualité de l'air à proximité de cet axe, principalement dans les 100 premiers mètres. Dans le cas de la variante D, les diminutions d'IPP concernent la population en bordure de la RN1 au niveau de Montsoul et Maffliers et s'étendent jusqu'à la commune de Presles au Nord. Mais, c'est également la variante qui induit les plus fortes hausses d'IPP au niveau des communes proches de la Francilienne (Baillet, Bethemont, Chauvry et Attainville).

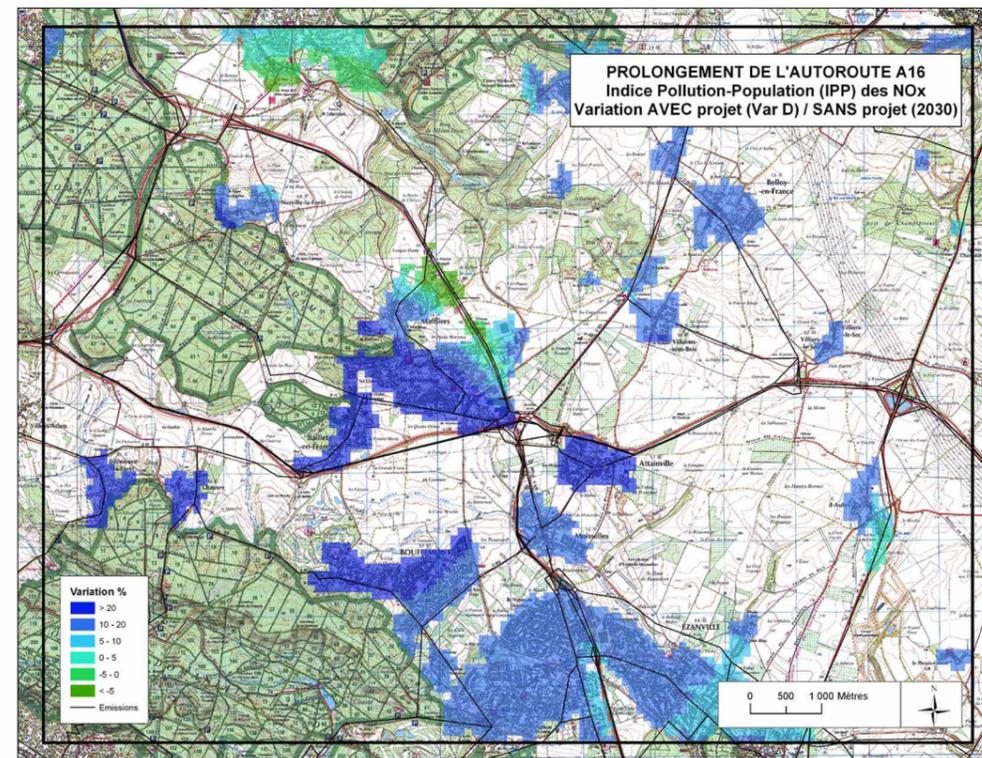
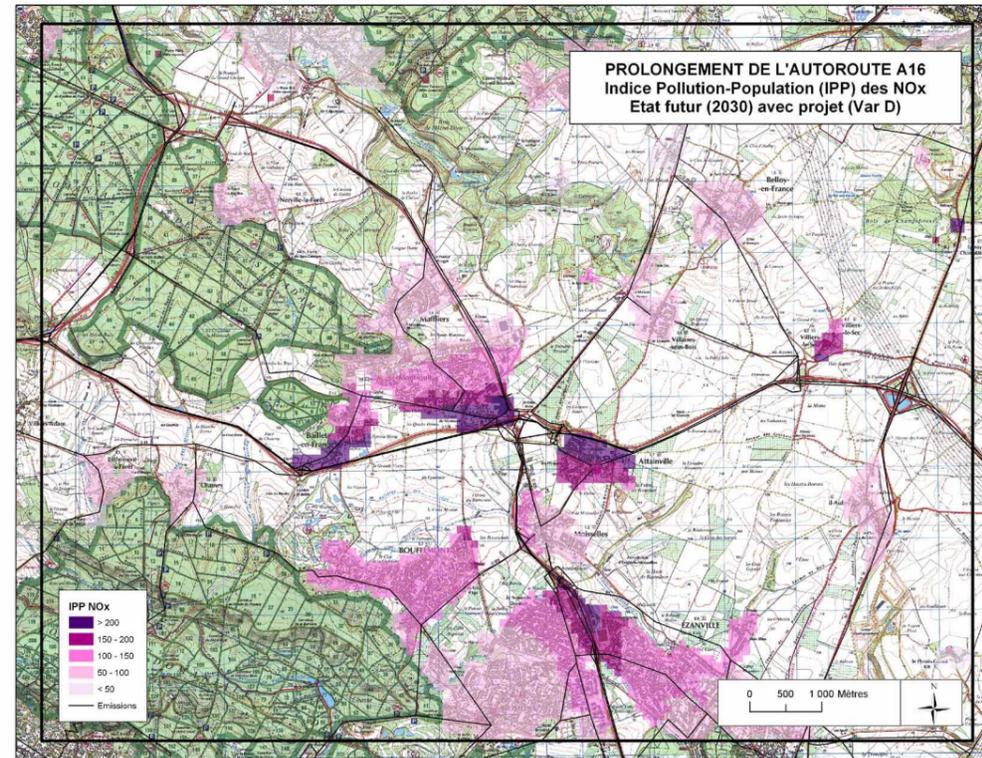












7 MESURES DE LUTTE CONTRE LA POLLUTION DE PROXIMITE

La pollution atmosphérique dans le domaine des transports est une nuisance pour laquelle il n'existe pas de mesures compensatoires quantifiables. Plusieurs types d'actions peuvent être envisagés pour limiter, à proximité d'une voie donnée, la pollution :

- **La réduction ou la préservation par la « matière grise »** (éloignement des sites sensibles, à forte densité de population pour les projets neufs...), qui consiste à étudier les mesures constructives pour éviter au maximum les situations à risques
- **La réduction des émissions polluantes à la source** : indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même, on peut influencer les émissions polluantes par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules...). Ces mesures relèvent de la législation des transports.
- **La limitation de la dispersion des polluants** : on distingue deux types de pollution : la pollution gazeuse et la pollution particulaire. A l'inverse des ondes sonores, qui peuvent être stoppées par un écran ou un talus antibruit, la pollution gazeuse ne peut pas être éliminée par un obstacle physique. On pourra tout au plus limiter les situations à risques en facilitant sa dilution ou sa déviation d'un endroit vers un autre. La diffusion de la pollution particulaire peut quant à elle être piégée par des écrans physiques et végétaux. Ces actions peuvent se faire de différentes façons :

Sur le tracé

- adaptation des profils en long (pentes et tracés)
- modulation du profil en travers de la route (route en déblai),
- utilisation d'enrobés drainants (piégeage des particules ; incertitudes sur le long terme).

Insertion d'obstacles physiques et mesures d'accompagnement¹¹

A. Généralités

- augmenter la profondeur des dépendances vertes et créer des zones tampons faisant office de piège à poussières.
- imposer des marges de recul minimales.

B. Mise en place d'écrans végétaux :

- Distance du bord de la voie : 5 à 15 m
- Profondeur minimale de 10 m et hauteur minimale de 2 m
- Composition mixte (1/2 à 2/3 de conifères)
- Essences efficaces (liste non exhaustive) : Pin de Corse, Cyprès de Leyland, Pin Sylvestre, Orme, Tilleul, Alisier blanc, frêne, platane, érable champêtre, merisier, Pin noir, Thuya...

La végétalisation des talus et des merlons peut suivre des caractéristiques équivalentes.

C. Mise en place d'écrans physiques autres (murs anti-bruits, merlon...)

- Distance du bord de la voie de 0 à 5 m, hauteur minimale de 3,5 à 6 m suivant la distance à la voie

Sont assimilables à des remblais anti-bruit :

- Les remblais avec inclinaison vers la route plus plane 1 :0.5 à 1 :1.5 et inclinaison en sens opposé de 1 :2.5 ou plus raide avec mur rapporté, hauteur du mur < 1 mètre et/ou espace mur-bas-côté (voie extérieure) 7 mètres = $a_F = 10$ mètres.

Ces deux dispositifs d'écrans peuvent être conjugués entre eux.

Cas particulier en milieu urbain

- Réduire la pollution de proximité en profitant d'écrans acoustiques (murs, talus ou merlon) déjà prévus ou en installant spécialement.
- Suivant leur performances techniques, mise en place de nouveaux procédés de murs « digesteurs » de NOx .

Cas particulier en milieu inter-urbain

- En milieu inter-urbain, envisager un accompagnement financier des exploitants au titre des changements de productions agricoles, maraîchères ou fruitières à proximité des infrastructures. (cas de cultures sensibles ou à haute valeur ajoutée)

- **Des actions de suivi, de surveillance et d'information.**

Dans le cadre de très gros projets (études de type 1...) ou dans le cas où des problèmes de pollution sont à attendre (dépassement des objectifs de qualité de l'air, milieu fortement urbanisé...), des capteurs de mesures de la pollution peuvent être installés à demeure. L'implantation de ce type de station vient compléter le dispositif de surveillance des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) et doit donc être réalisé en liaison avec celles-ci. Le maître d'ouvrage pourra réaliser le suivi de l'impact de l'infrastructure, associé à l'AASQA qui en assurera la surveillance et la diffusion de l'information. Ces stations sont majoritairement équipées d'analyseurs en continu, sur les polluants tels que NOx, Benzène, PM.

8 APPRECIATION DES IMPACTS DU PROJET EN CHANTIER

En phase de chantier, les travaux d'aménagement du tracé neuf de l'autoroute A16 seront principalement concernés par :

- les terrassements généraux : décapage et / ou déboisement des zones à déblayer, dépôt et compactage des matériaux sur les zones à remblayer,
- les travaux de voiries et réseaux divers.

Les émissions considérées pendant ce chantier seront :

- les poussières de terrassement et / ou de déboisement,
- les hydrocarbures,
- le dioxyde d'azote NO₂,
- le monoxyde de carbone CO.

En ce qui concerne les poussières émises, celles-ci seront dues à la fragmentation des particules du sol ou du sous-sol. Elles seront d'origines naturelles et essentiellement minérales. Les émissions particulières des engins de chantier seront négligeables compte tenu des mesures prises pour leur contrôle à la source (engins homologués).

L'émission des poussières sera fortement dépendante des conditions de sécheresse des sols et du vent. Le risque d'émission est en pratique limité aux longues périodes sèches, peu fréquentes compte tenu de la climatologie du site. Des mesures permettent de contrôler l'envol des poussières, comme l'arrosage des pistes par temps sec, et donc la pollution de l'air ou les dépôts sur la végétation aux alentours qui pourrait en résulter.

En ce qui concerne l'émission des gaz d'échappement issus des engins de chantier, celle-ci sera limitée car les véhicules utilisés respecteront les normes d'émission en matière de rejets atmosphériques.

Les effets de ces émissions, qu'il s'agisse des poussières ou des gaz, sont négligeables compte tenu de leur faible débit à la source et de la localisation des groupes de populations susceptibles d'être le plus exposés.

¹¹ Les connaissances françaises actuelles sur les mesures de réduction de la pollution de proximité sont regroupées dans le « volet air » du guide technique des études d'environnement dans les projets routiers (CERTU, SETRA, Annexe technique à la note méthodologique sur des études d'environnement dans les projets routiers « volet air », juin 2001).

9 ANALYSE DES COÛTS COLLECTIFS

9.1 Méthodologie

Les émissions de polluants atmosphériques des transports sont à l'origine d'effets externes très variés. Les études distinguent principalement les effets sanitaires, l'impact sur les bâtiments et les atteintes à la végétation.

Les connaissances ont profondément évolué depuis quelques années, tant en ce qui concerne les études épidémiologiques que la dispersion. Ces études ont mis en évidence, depuis les travaux de Dockery et Pope, l'impact des effets à long terme. Il en résulte que les coûts sanitaires de la pollution, toutes choses égales par ailleurs, devront désormais être évalués avec des montants plus élevés qu'au début des années 1990 ou 2000.

L'instruction cadre du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport a officialisé les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boiteux II ». Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes mais elles concernent notamment la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit, pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, rural), une valeur de l'impact, principalement sanitaire, de la pollution atmosphérique.

Les effets sur la santé de la pollution de l'air dépendent de la concentration de polluants et de la densité de la population dans les zones polluées. Ceci conduit à retenir des valeurs unitaires différentes pour la valorisation des coûts de pollution selon que le trajet s'effectue en milieu urbain dense, en rase campagne ou en milieu urbain diffus. Par convention, on admet que l'urbain dense s'entend au-delà d'une densité de 420 habitants/km² et la rase campagne en deçà d'une densité de 37 habitants/km². L'urbain diffus couvre ce qui est intermédiaire à ces deux seuils.

Ces valeurs unitaires sont exprimées en tonne-kilomètre pour tous les modes terrestres et ne distinguent pas les effets sanitaires des effets sur les bâtiments et la végétation.

L'évaluation monétaire des effets de la pollution suppose qu'on puisse mesurer la pollution elle-même et d'autre part qu'on puisse cerner précisément les effets des différents polluants ou de leur combinaison, ce qui n'est pas le cas.

On considère aujourd'hui que ces coûts sanitaires représentent l'essentiel des coûts liés à la pollution car les autres dommages diminuent en raison de la diminution des émissions (notamment la pluie acide).

9.2 Valeurs de référence

Les chiffres retenus sont basés sur les études épidémiologiques de l'OMS, qui, couplées à des études toxicologiques, s'inscrivent dans la voie à suivre pour améliorer la connaissance du problème.

Toutefois, pour tenir compte des incertitudes, les résultats sont basés sur la borne inférieure de l'intervalle de confiance ressortant de ces études, ce qui donne les valeurs suivantes.

Modes	Rase campagne (€/100 véh.km)	Urbain diffus (€/100 véh.km)	Urbain dense (€/100 véh.km)
VL	0,1	1,0	2,9
PL	0,6	9,9	28,2

Coût de pollution (en €/100 véh.km) pour le transport routier non collectif

Dans le cas de la présente étude, pour l'A16 et l'ensemble du réseau étudié, les coefficients pris en compte sont ceux correspondant à un milieu urbain diffus : 1 €/100 véh.km pour les véhicules légers et 9,9 €/100 véh.km pour les poids lourds.

9.3 Application sur le domaine d'étude

Le calcul du coût des nuisances liées à la pollution de l'air du projet est présenté dans le tableau suivant :

	2005 Actuel	2030 Référence	2030 Projet var A	2030 Projet var B	2030 Projet var C	2030 Projet var D
Coût en € / jour	51 793	92 237	97 872	96 936	97 258	99 594
Var / Actu	-	+ 78%	+ 89%	+ 87%	+ 88%	+ 92%
Var / Réf.	-	-	+ 6,1%	+ 5,1%	+ 5,4%	+7,9%

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air pourraient augmenter de 78 % entre le scénario actuel 2005 et le scénario futur 2030 sans projet.

La réalisation du projet, quelle que soit la variante, entraîne une augmentation (de l'ordre de 5 à 8%) des coûts collectifs liés à la pollution de l'air sur la zone d'étude. La variante D induit la plus forte augmentation.

10 CONCLUSION / SYNTHÈSE

La présente étude permet d'évaluer l'effet sur la qualité de l'air et sur la santé des différentes variantes au projet de prolongement de l'autoroute A16 entre L'Isle Adam et la Francilienne.

Cette étude prévisionnelle comprend l'évaluation des émissions et des concentrations de polluants, un calcul de la consommation énergétique, une étude des effets du projet sur la santé, ainsi qu'une étude sur les coûts engendrés par le projet pour la collectivité.

Afin de déterminer les effets du projet sur l'air et la santé, les trois situations suivantes (horizons) ont été étudiées :

- Etat actuel en 2005,
- Horizon 2030 « référence », correspondant à une évolution du trafic au fil de l'eau (sans projet),
- Horizon 2030 « projet », correspondant au trafic (selon quatre variantes) après la mise en service du projet.

La qualité de l'air actuelle

L'aire d'étude, éloignée du centre dense de l'agglomération parisienne, est éloignée des principales sources polluantes. Toutefois, les axes routiers fortement circulés de la zone d'étude constituent les principales sources de pollution atmosphérique ; notamment pour les NOx, le CO, les PM10 et le CO₂.

Les mesures *in situ* réalisées à différentes périodes de l'année (été / hiver) ont montré des dépassements des valeurs limites des deux polluants mesurés, à savoir le NO₂ et le benzène. Ces dépassements s'observent en bordure des principaux axes de circulation de la zone d'étude : la RN104, la RN1 et la RN184. L'étude de l'influence de ces axes révèle une rapide diminution des concentrations avec l'éloignement de l'axe. Les concentrations atteignent les niveaux de fond de la zone d'étude à moins de 100 mètres de l'axe. Au-delà de 100 m, les niveaux de pollution respectent les objectifs de qualité du NO₂ et du benzène. Des concentrations légèrement supérieures aux objectifs de qualité ont été mesurées au droit de certains lieux sensibles situés sur Montsoult, Baillet-en-France et Villaines-sous-Bois. Toutefois, ces mesures étant réalisées en-dehors des enceintes des établissements et le plus souvent en bordure de chaussée, les niveaux mesurés sont par conséquent supérieurs à l'exposition de la population à l'intérieur de ces lieux sensibles.

Globalement, en retrait des axes de circulation, les niveaux de NO₂ et de benzène sont inférieurs aux objectifs de qualité en période estivale, fixés à 40 µg/m³ pour le NO₂ et 2 µg/m³ pour le benzène. La pollution est plus importante en période hivernale avec des concentrations en NO₂ et benzène flirtant avec les objectifs de qualité.

Les données d'entrée

Le réseau routier retenu pour l'étude est constitué de l'ensemble des voiries subissant du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic de plus de 10%. Les données de trafic sont issues de l'étude de circulation réalisée par le Cabinet CD VIA.

Les données météorologiques appliquées au modèle statistique sont des mesures tri-horaires sur 5 ans issues des stations METEO France de Paris Montsouris et de Roissy.

La topographie et le bâti du site ont été pris en compte à une résolution de 100 m (mailles de 100 m de côté).

La répartition du parc automobile pris en compte dans les calculs est issue d'une recherche ADEME-INRETS.

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne, c'est-à-dire ceux du programme COPERT III. Ce modèle résulte d'un consensus européen entre les principaux centres de recherche sur les transports. En France, son utilisation est par ailleurs préconisée par le CERTU pour la réalisation des études d'impact du trafic routier.

Les émissions de polluants

Les calculs d'émissions de polluants et de la consommation énergétique aux différents horizons ont été réalisés à partir du logiciel TREFIC d'ARIA TECHNOLOGIES. L'évaluation des bilans porte sur le trafic moyen journalier annuel (TMJA).

Entre 2005 et 2030, le trafic moyen (véh.km) augmente de 65 % environ sur les sections étudiées. Cependant on note une diminution significative des émissions de NOx, CO, particules diesel, COV, et benzène respectivement de 45%, 46%, 46%, 73% et 88%, qui est en grande partie due à l'évolution du parc automobile et la mise en circulation de véhicules moins polluants. De manière grossière, les émissions de NOx par le trafic routier chutent de 3200 à 1800 kg/j entre 2005 et 2030 sur la zone d'étude, le monoxyde de carbone de 7000 à 3800 kg/j, les particules diesel de 173 à 94 kg/j, les composés organiques volatils de 607 à 165 kg/j et le benzène de 30 à 3 kg/j.

Pour les émissions particulières et le SO₂ on constate à l'inverse une forte augmentation entre 2005 et 2030 (avec ou sans le projet) de 60 à 76%. Les PM10 totales passent de 628 à 1000 kg/j émis par l'infrastructure routière, tandis que le SO₂ passe de 109 à 188 kg/j émis. Les particules et le SO₂ qui sont essentiellement émis par les véhicules Diesel peuvent légitimement être considérés comme surestimés à l'horizon du projet car les facteurs d'émissions de la méthodologie européenne COPERT III ne prennent pas en compte les nouveaux carburants sans soufre ni les nouvelles technologies de filtres et ne considèrent pas de diminution de ces émissions. En revanche, aucune mesure forte de réduction des émissions de CO₂ n'est attendue pour les véhicules neufs (exception faite des accords constructeurs¹² non pris en compte dans la méthodologie COPERT III), ce qui explique l'augmentation des émissions de CO₂ corrélée à l'augmentation des trafics.

De manière générale à l'horizon 2030, la mise en service du projet entraîne une légère augmentation des émissions polluantes de l'ordre de 7 à 13%. Cette évolution peut s'expliquer par une modification des vitesses moyennes pratiquées dans l'aire d'étude du fait de la nouvelle répartition des trafics sur les principaux axes. La variante B induit les plus faibles augmentations d'émissions alors que la variante D induit les plus fortes augmentations.

Les concentrations en polluants (en valeurs maximales)

A l'horizon 2030 sans la réalisation du projet, les valeurs maximales calculées diminuent de 25% pour les NOx, 38% pour le CO et 87% pour le benzène par rapport à 2005, alors que la valeur maximale pour les PM10 augmente de 89%. Ces variations de concentrations résultent des tendances d'évolution des émissions de polluants.

La réalisation du projet, quelle que soit la variante, entraîne une augmentation des valeurs maximales de pollution de 8 à 11% pour les PM10, de 9 à 11% pour les NOx, de 15 à 16 % pour le CO et de 14 à 21 % pour le benzène par rapport à l'état de référence. La variante A induit la plus forte augmentation dans le cas des NOx et des PM10, tandis que les variantes B et D induisent les plus fortes augmentations respectivement dans le cas du benzène et du CO. Toutefois, ces variations liées au projet restent minimales comparées à l'évolution tendancielle des niveaux de pollution liés au trafic automobile entre 2005 et 2030.

Plus localement, les variantes A, B et C ont un impact sensiblement identique. La réalisation du projet diminue les niveaux de concentrations aux abords de la RN184. En revanche, elle augmente la pollution d'origine automobile aux abords du futur prolongement de l'A16. Les communes directement concernées par ces augmentations sont Presles au nord, et Attainville au sud. Les communes de Maffliers, Montsoult et Villaines-sous-Bois, bien que situées dans la bande d'étude du futur prolongement A16 bénéficient des diminutions de pollution engendrées par la baisse des trafics le long de la RN1 et la RD909.

La variante D présente des caractéristiques différentes puisqu'elle diminue fortement les concentrations sur une large zone autour de la RN1 (Presles, Maffliers, Montsoult) mais induit des augmentations de concentrations le long de la RN184 et de la Francilienne (Villiers-Adam, Bethemont-la-Forêt, Chauvry, Baillet-en-France, et Attainville) du fait des reports de trafic.

¹² Engagements des constructeurs sur la réduction des émissions de CO₂ à 140 g/km d'ici à 2008 et 120 g/km d'ici à 2012.

Les consommations énergétiques et le calcul des coûts collectifs

La consommation énergétique augmente de 77 % entre 2005 et 2030 car le nombre de véhicules-kilomètres progresse globalement sur la zone d'étude.

Avec le projet, la consommation énergétique accuse une légère augmentation de l'ordre de 8 % par rapport à la situation de référence. Ceci est dû à une légère augmentation du nombre de véhicules-kilomètres entre ces deux situations. La variante D induit la plus forte augmentation de la consommation énergétique.

Les coûts collectifs liés à la pollution de l'air sur la zone d'étude suivent globalement les mêmes évolutions avec une augmentation de 78% (soit environ 40 000 €/jour) entre 2005 et 2030, et une augmentation supplémentaire de 5 à 8% (soit environ 5 000 €/j) avec la mise en service du projet.

Comparaison des variantes sur le plan de la santé

Le croisement des données de population et de concentration permet de fournir un indicateur « d'exposition » de la population. Les données sur la répartition de la population dans le domaine d'étude sont issues des données INSEE du recensement de 1999.

Entre les horizons 2005 et 2030, on note une diminution de 50% environ de l'indice IPP des NOx et de 90% de l'indice IPP du benzène.

A l'horizon 2030, la réalisation du projet entraîne une légère augmentation (de l'ordre de 9 %) de l'indice IPP du benzène et une augmentation plus prononcée de l'indice IPP des NOx (de l'ordre de 15%) sur la zone d'étude.

La variante A induit les plus faibles augmentations des indices IPP benzène et NOx.

Plus localement, les cartes de variations d'IPP à l'horizon 2030 avec et sans le projet indiquent clairement les zones où les indices IPP diminuent. Pour les variantes A, B et C, il s'agit principalement des abords de la RN1 à hauteur de Maffliers et de Montsoul. La mise en service du projet améliore la qualité de l'air à proximité de cet axe, principalement dans les 100 premiers mètres. Dans le cas de la variante D, les diminutions d'IPP concernent la population en bordure de la RN1 au niveau de Montsoul et Maffliers et s'étendent jusqu'à la commune de Presles au Nord. Mais, c'est également la variante qui induit les plus fortes hausses d'IPP au niveau des communes proches de la Francilienne (Baillet, Bethemont, Chauvry et Attainville).