

Bureau Veritas
Initiateur de solutions

Destinataire : **INGEDIA**
Chartres Aménagement



Dans l'intérêt des entreprises et des Hommes

INGEDIA pour Chartres Aménagement
Projet d'aménagement du Plateau Nord-Est

Evaluation des effets sur la santé des de la pollution de l'air
dans les études d'impact routières
Réf. dossier : 1-2DGB8-130541

REVISION	0	1
DATE	16 Juillet 2013	
EMETTEUR	Emilie COQUEUX-LEJEUNE	

SOMMAIRE

<u>1</u>	<u>CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>METHODE</u>	<u>5</u>
<u>3</u>	<u>ETAT INITIAL</u>	<u>7</u>
3.1	ETAT DE L'ENVIRONNEMENT : QUALITE DE L'AIR	7
3.2	OCCUPATION DES SOLS	12
3.3	DESCRIPTIF DE LA POPULATION EXPOSEE	12
<u>4</u>	<u>QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS AU NIVEAU DU DOMAINE D'ETUDE</u>	<u>15</u>
4.1	INVENTAIRE DES POLLUANTS SUSCEPTIBLES D'ETRE EMIS A L'ATMOSPHERE ET RETENUS DANS LA PRESENTE ETUDE	15
4.2	PARAMETRES DE QUANTIFICATION DES EMISSIONS	16
4.3	FACTEUR D'EMISSION	16
4.4	DONNEES SUR LE PARC AUTOMOBILE	17
4.5	DONNEES DE TRAFIC	17
4.6	QUANTIFICATION DES EMISSIONS	18
4.7	EVOLUTION DES CONSOMMATIONS DE CARBURANT	19
<u>5</u>	<u>EVALUATION DES CONCENTRATIONS DANS LA ZONE D'ETUDE</u>	<u>20</u>
5.1	PRESENTATION DU CODE GENERAL UTILISE	20
5.2	DESCRIPTION DES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	20
5.3	RESULTATS DE LA MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUES	20
5.4	COMPARAISON DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION AUX MESURES DE QUALITE DE L'AIR	25
5.5	COMPARAISON DES CONCENTRATIONS D'EXPOSITION AUX VALEURS DE REFERENCE POUR LA SANTE HUMAINE	26
<u>6</u>	<u>COMPARAISON DES SITUATIONS ETUDIEES AVEC LE CALCUL D'IPP (INDICE POLLUTION-POPULATION)</u>	<u>27</u>
<u>7</u>	<u>IMPACTS DE LA PHASE CHANTIER</u>	<u>29</u>
<u>8</u>	<u>AUTRES IMPACTS DE LA POLLUTION LIEES AU TRAFIC ROUTIER</u>	<u>30</u>

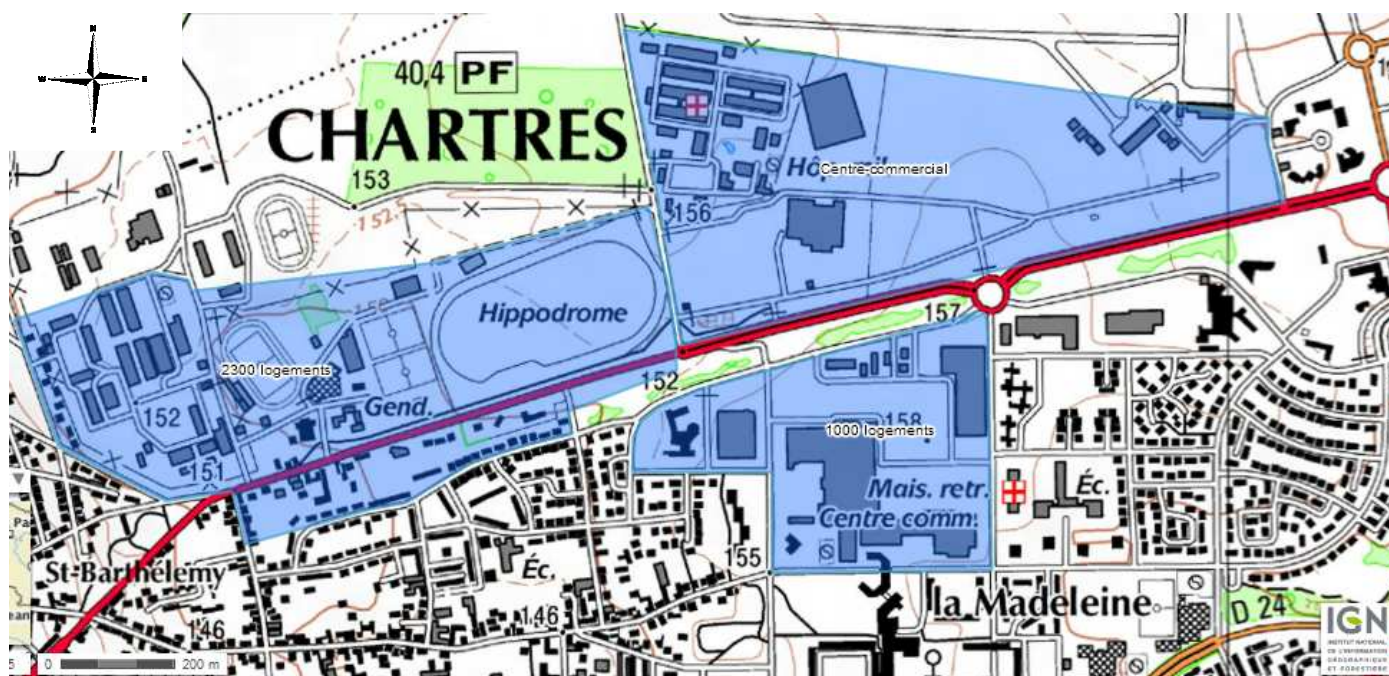
8.1	EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE – RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE	30
8.2	EFFETS SUR LES SOLS ET LES VEGETAUX	31
8.3	AUTRES EFFETS SENSIBLES	31
9	<u>INCERTITUDES</u>	<u>32</u>
9.1	INTRODUCTION	32
9.2	INCERTITUDES RELATIVES A LA CAMPAGNE DE MESURES IN SITU	32
9.3	INCERTITUDES LIEES AUX ESTIMATIONS DES EMISSIONS	32
9.4	INCERTITUDES LIEES AU MODELE DE DISPERSION ATMOSPHERIQUE	33
9.5	INCERTITUDES LIEES A LA QUANTIFICATION DE L'EXPOSITION DES POPULATIONS	33
10	<u>SYNTHESE ET CONCLUSION DE L'ETUDE AIR ET SANTE</u>	<u>34</u>

1 CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

Le plateau Nord-Est de Chartres constitue un potentiel de développement du territoire important de l'agglomération chartreuse pour les années à venir d'autant que sa superficie totale de 280 ha, allée à sa situation d'entrée Est de l'Agglomération depuis la RD910 et la sortie de l'A11, va induire à terme des transformations fortes des conditions de circulation.

Les aménagements prévus pour l'aménagement du plateau Nord-Est correspondent à la création de 3300 logements (scindé en 2 phases distinctes de 1000 logements en 2020, puis 2300 logements en 2030). La première phase de construction de logement en 2020 sera réalisée en parallèle au transfert-agrandissement du centre-commercial de la Madeleine.

Les emprises concernées par les projets sont localisées sur le fond de carte ci-après :



Dans le cadre du projet d'aménagement du plateau Nord-Est de Chartres, une évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air liée au trafic routier est réalisée à la demande de Chartres Aménagement.

L'étude Air et Santé est réalisée pour les émissions liées au trafic routier des situations suivantes :

- Situation actuelle : comptages réalisés en 2013 ;
- Situation à la mise en service de l'ensemble des projets d'aménagement (soit à l'horizon 2030).

Il s'agit d'une étude de niveau II et dans ce cadre, la démarche comporte les étapes suivantes :

- Etape 1 : Une estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ;
- Etape 2 : La qualification de l'état initial par des mesures *in situ* ;
- Etape 3 : L'estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ;
- Etape 4 : La comparaison des variantes et de la solution retenue sur la plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié (IPP : Indice Pollution-Population) ;

Nous prévoyons également de comparer les concentrations modélisées aux valeurs réglementaires relatives à la qualité de l'air.

2 METHODE

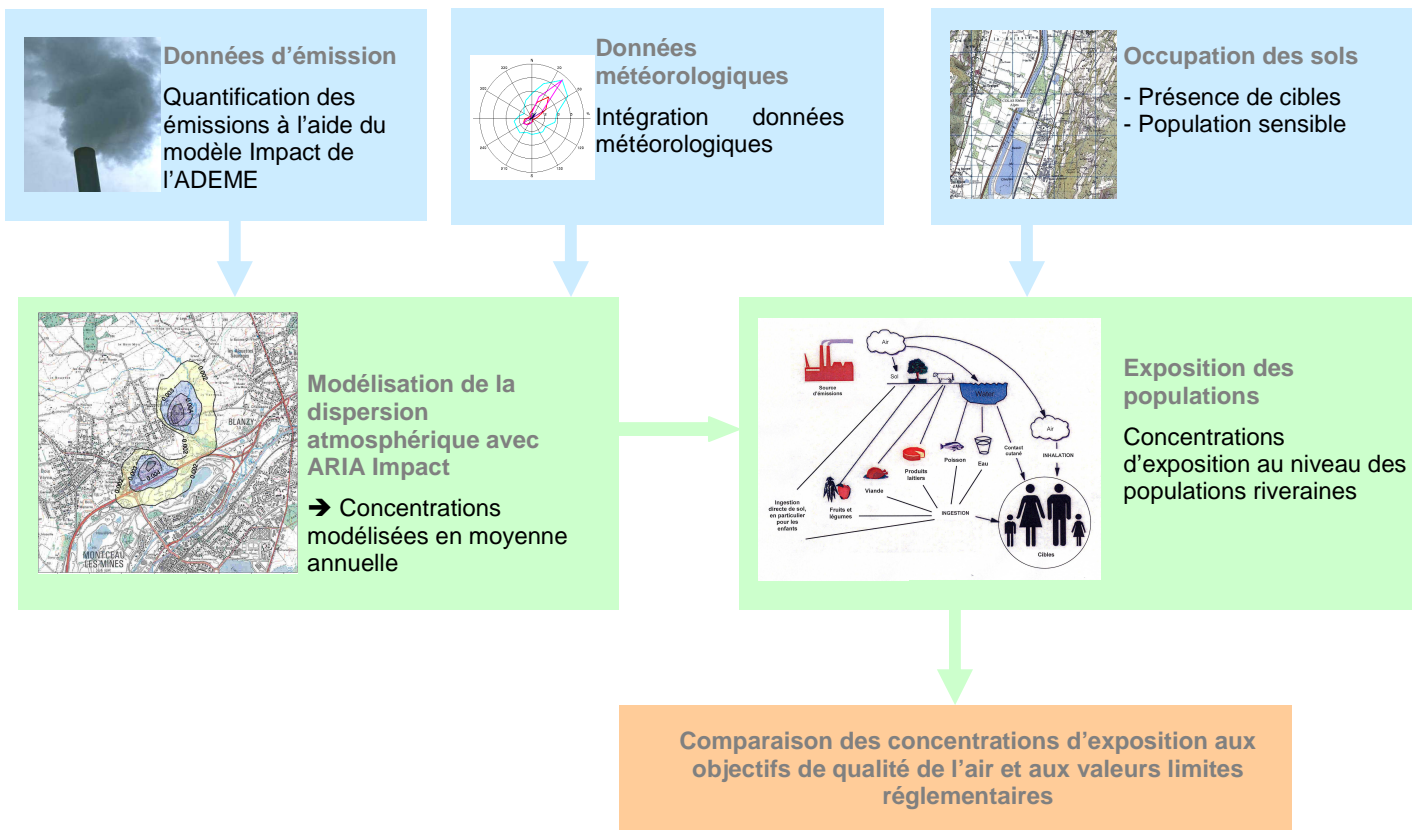
La méthodologie suivie dans cette étude se réfère à la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005 - 273 du 25 février 2005.

Nous utilisons une approche permettant d'obtenir une cartographie des concentrations attribuables aux émissions atmosphériques liées au trafic routier.

Les outils de modélisation utilisés correspondent aux recommandations de l'US-EPA pour l'étude d'impact sanitaire des rejets atmosphériques des sources fixes.

Remarque : Cette étude a été réalisée avec les connaissances actuelles. La méthode et les outils utilisés sont ceux connus et validés à la date de rédaction du rapport.

Le synoptique suivant présente notre démarche de quantification des émissions jusqu'à la comparaison des concentrations modélisées aux valeurs réglementaires relatives à la qualité de l'air.



L'étude est menée en 4 étapes :

- **Caractérisation de la sensibilité de l'environnement et des populations potentiellement exposées :**
 - Caractérisation de la qualité de l'air (état initial) à partir des données disponibles auprès du réseau de surveillance de la qualité de l'air + campagne de mesures *in situ*
 - Recensement des populations sensibles.
- **Détermination de la nature et des flux de polluants**
Réalisation du terme sources des émissions à partir du logiciel IMPACT de l'ADEME (Version 2.0 - valide au moment de la rédaction de la présente étude).
- **Modélisation des concentrations atmosphériques liées au trafic routier**
Ceci est réalisé à l'aide d'un outil de modélisation : ARIA Impact (modèle de dispersion atmosphérique des polluants) permet de modéliser les concentrations atmosphériques dans l'environnement liées aux émissions du site étudié.
- **Comparaison de la situation initiale et de la solution retenue via l'indice Pollution-Population (IPP)**
Calcul de l'indice qui croise concentrations modélisées en benzène et population.

Les concentrations d'exposition seront comparées aux valeurs réglementaires relatives à la qualité de l'air.

3 ETAT INITIAL

L'état initial a été réalisé conformément au rapport d'étude *Etudes d'impact d'infrastructures routières – Volet « air et santé » - Etat initial et recueil de données* du CERTU, février 2009.

3.1 Etat de l'environnement : Qualité de l'air

3.1.1 Identification des sources de pollution

Dans la région considérée, la pollution de l'air provient :

- de la circulation automobile,
- des installations de chauffage urbain et industriel,
- des rejets industriels,
- de l'activité agricole.

- **Circulation automobile :**

Le plateau Nord-Est de la commune de Chartres (28) est situé en limite Nord-Est de la ville de Chartres et Sud-Est de la ville de Champhol.

Il s'agit d'une zone urbanisée : proximité du centre de Chartres.

L'autoroute A11 (L'Océane) passe à près de 600 m au Sud-Est du centre-commercial de la Madeleine.

Le trafic routier dans le secteur est donc important et constitue une contribution non négligeable à la pollution de l'air.

Notons que l'aérodrome de Chartres-Champhol est situé en limite de propriété Nord du centre-commercial de la Madeleine dans sa configuration prévue dans le cadre du projet et constitue donc également une contribution à la pollution de l'air de la zone.

- **Installations de combustion, industries :**

Notons la présence à proximité du projet :

- D'activités industrielles.
- D'installation de chauffage individuel (zone urbanisée) et d'installation de chauffage urbain (chaufferie urbaine de Chartres).

Ces activités contribuent à la pollution de l'air.

Les principales activités industrielles localisées à proximité du site et susceptibles de générer des émissions atmosphériques sont les suivantes :

Nom, commune d'implantation	Activités – Principaux polluants susceptibles d'être émis
ASAHI (Poillot et avenue d'Orléans), Chartres	Travail mécanique et traitement des métaux → susceptible d'émettre des poussières, des Composés Organiques Volatiles (COV)
CURDEM, Chartres	Chaufferie urbaine → susceptible d'émettre des oxydes d'azote (NOx), du dioxyde de soufre (SO ₂), Composés Organiques Volatiles (COV), des poussières, ...
FRAGRANCE, Chartres	Industrie chimique mettant en œuvre des liquides inflammables → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
GUERLAIN, Chartres	Industrie cosmétique → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
MAFLOW, Chartres	Travail mécanique et traitement des métaux et des matières plastiques → susceptible d'émettre des poussières
MENUT J, Chartres	Collecte et gestion de déchets → susceptible d'émettre des poussières
NOVO NORDISK, Chartres	Industrie pharmaceutique → susceptible d'émettre des biocides, ...
PACIFIC CREATION SAS, Chartres	Industrie chimique → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
PUIG FRANCE, Chartres	Industrie chimique → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
RECKITT BENCKISER France, Chartres	Industrie chimique → susceptible d'émettre des poussières, des Composés Organiques Volatiles (COV)
SITRANS ENTREPOSAGE, Chartres	Stockage → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
ESSO SAF, Gasville Oisème	Stockage et distribution de liquides inflammables → susceptible d'émettre des Composés Organiques Volatiles (COV)
EUROPEENNE SEA, Gasville Oisème	Industrie automobile → susceptible d'émettre des oxydes d'azote (NOx), du dioxyde de soufre (SO ₂), Composés Organiques Volatiles (COV), des poussières, des métaux, ...

Source : Base des Installations Classées sur le site <http://installationsclassees.ecologie.gouv.fr>

Ces activités contribuent à la pollution de l'air et au fond de pollution dans la zone d'étude.

3.1.2 Réseau de mesures de la qualité de l'air

La région Centre est couverte par un réseau de surveillance de la pollution atmosphérique : Lig'Air. Lig'Air fait partie de la Fédération ATMO France, regroupant 34 AASQA (Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air).

La synthèse des mesures disponibles sur le secteur d'étude est présentée ci-après. Il s'agit de stations urbaines localisées dans la ville de Chartres (station Fulbert et Lucé).

Nota : Les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites pour la protection de la santé humaine (valeurs réglementaires du Code de l'Environnement – Partie réglementaire – Livre II / Titre II / Chapitre 1^{er} « Surveillance de la qualité de l'air et information du public » / Article R. 221-1) sont indiquées sous les tableaux (en grisé) pour les polluants réglementés.

SO2	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Fulbert	1	1	1				
Lucé	1	2	2	2	1	2	2
Moyenne	1	2	2	2	1	2	2
Objectif de qualité	50	50	50	50	50	50	50

PM10	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fulbert	14	16	17										
Lucé	14	16	17	18	16	16	17	26	24	22	21	21	19
Moyenne	14	16	17	18	16	16	17	26	24	22	21	21	19
Valeur limite	48	46	44	43	41	40	40	40	40	40	40	40	40
Objectif de qualité	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

PM2,5	2012
Lucé	15
Valeur limite	27
Objectif de qualité	10

O3	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fulbert	49	51	48	57	47	49	50	46	50	51	51	50	49
Lucé	49	50	47	54	50	49	52	45	48	49	51	51	
Moyenne	49	51	48	56	49	49	51	46	49	50	51	50	49

NO2	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Fulbert	20	20	18	23	18	17	19	18	18	19	18	17	15
Lucé	21	16	18	24	17	19	21	19	17	18	18	16	
Moyenne	21	18	18	24	18	18	20	19	18	19	18	16	15
Valeur limite	60	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	40	40
Objectif de qualité	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Source : <http://www.ligair.fr>

→ Pour les polluants surveillés, les concentrations mesurées en moyenne annuelle respectent les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites réglementaires pour la protection de la santé humaine.

3.1.3 Campagne de mesures in situ sur l'emprise du projet

Une campagne de mesures a été réalisée au niveau du projet afin d'évaluer le fond de pollution. L'objectif est de faire un « point zéro » de la qualité de l'air.

Les polluants traceurs de la circulation automobile qui ont été retenus pour la campagne de mesures sont :

- les oxydes d'azote : dioxyde d'azote (NO₂),
- des Composés Organiques Volatils : benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX).

La campagne de mesures a été réalisée à l'aide d'échantillonneurs passifs.

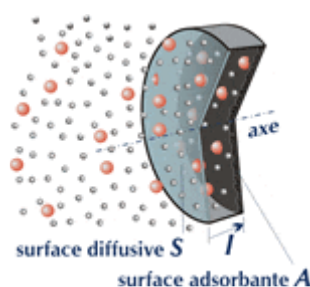
28 échantillonneurs passifs (appelés aussi tubes à diffusion passive) ont été posés dans la zone d'étude : 14 tubes pour le NO₂ et 14 tubes pour les BTEX.

Principe :

Les tubes à diffusion passive permettent une mise en œuvre simple et rapide de sites de mesure, tout en assurant une grande fiabilité de mesure.

L'échantillonneur diffusif est une boîte fermée, d'habitude cylindrique, dont une des deux surfaces planes est "transparente" aux molécules gazeuses alors que l'autre les adsorbe. On appelle diffuseuse la première surface et adsorbante la deuxième (respectivement **S** et **A** en figure).

Sous le gradient de concentration dC/dl , les molécules gazeuses traversent **S** en diffusant vers **A**, le long du parcours diffusif qui est parallèle à l'axe de la boîte.



Source : http://www.radiello.com/francais/funz_fr.htm

Les tubes à diffusion ne permettent pas de détailler les évolutions quotidiennes et horaires de la pollution. A l'issue des analyses, une concentration moyenne est établie pour la période d'exposition considérée.

La durée de mesure a été de 10 jours.

Localisation :

La localisation des points de positionnement des capteurs est cartographiée sur le plan présenté ci-après.



Le tableau présenté ci-après renseigne la durée d'exposition et les concentrations relevées en NO₂ et BTEX pour chacun des capteurs.

Résultats de la campagne de mesure :

Capteur	Date début	Date fin	Concentration en µg/m ³				
			NO ₂	Benzène	Toluène	Ethyl-benzène	Xylènes
1	20/02/2012	01/03/2012	25,4	0,45	2,28	< 0,03	0,03
2	20/02/2012	01/03/2012	32,6	0,45	3,07	< 0,03	0,05
3	20/02/2012	01/03/2012	35,2	0,37	1,91	< 0,03	< 0,03
4	20/02/2012	01/03/2012	30,2	0,45	2,79	< 0,03	< 0,03
5	20/02/2012	01/03/2012	20,3	1,07	3,49	< 0,03	0,03
6	20/02/2012	01/03/2012	23,7	0,52	3,53	< 0,03	0,06
7	20/02/2012	01/03/2012	4,1	0,05	0,42	< 0,03	< 0,03
8	20/02/2012	01/03/2012	19,6	0,05	0,19	0,20	0,80
9	20/02/2012	01/03/2012	18,0	0,38	4,22	< 0,03	0,03
10	20/02/2012	01/03/2012	19,9	0,18	1,35	< 0,03	< 0,03
11	20/02/2012	01/03/2012	11,3	0,20	1,84	< 0,03	0,03
12	20/02/2012	01/03/2012	15,0	0,90	1,88	< 0,03	< 0,03
13	20/02/2012	01/03/2012	20,7	0,45	3,17	< 0,03	< 0,03
14	20/02/2012	01/03/2012	7,5	0,43	1,96	< 0,03	< 0,03

Rappel :

L'objectif de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote est de **40 µg/m³ en moyenne annuelle**. Cette valeur correspond également à la valeur limite pour la protection de la santé humaine.

L'objectif de qualité de l'air pour le benzène est de **2 µg/m³ en moyenne annuelle**.

La valeur limite en benzène pour la protection de la santé humaine est de **5 µg/m³ en moyenne annuelle**.

Source : Code de l'Environnement – Partie réglementaire – Livre II / Titre II / Chapitre 1^{er} « Surveillance de la qualité de l'air et information du public » / Article R. 221-1

➔ **Les concentrations de dioxyde d'azote et de benzène mesurées lors de la campagne de mesures initiale respectent toutes l'objectif de qualité de l'air et la valeur limite pour la protection de la santé humaine.**

→ Pour le dioxyde d'azote, les valeurs mesurées lors de la campagne de mesure initiale sont du même ordre de grandeur que celles des stations urbaines de surveillance de la qualité de l'air à Chartres.

3.2 Occupation des sols

Le secteur du projet d'étude est une zone relativement urbanisée :

- Ville de Chartres au Sud-Ouest ;
- Secteur très résidentiel au Sud : présence d'habitations individuelles et collectives.

3.3 Descriptif de la population exposée

3.3.1 Population exposée

Le tableau ci-dessous fournit les données de population du recensement INSEE 2009 :

COMMUNE	POPULATION TOTALE
CHAMPHOL	3 408
CHARTRES	39 122

Source : INSEE, Recensement 2009 (<http://www.recensement.insee.fr>)

Evolution de la population à l'horizon 2030 (mise en service du projet) :

A la mise en service du projet, les logements supplémentaires (1000 + 2300 logements) prévus dans le cadre du projet seront construits.

Nous renvoyons le lecteur au § 1 *Contexte et objectif de l'étude* du présent rapport pour la localisation de ces logements à construire.

3.3.2 Populations sensibles

Au sens de l'Evaluation des Risques Sanitaires, les populations sensibles sont :

- Les enfants (en particulier les enfants de moins de 6 ans) ;
- Les personnes âgées ;
- Les personnes souffrant de pathologies (insuffisance respiratoire, ...).

Répartition des enfants de moins de 6 ans :

Le tableau suivant présente la répartition des enfants par âge (moins de 6 ans) sur les communes concernées par la zone d'étude.

COMMUNES	ENFANTS DE MOINS DE 3 ANS	ENFANTS DE 3 A 5 ANS	TOTAL ENFANTS DE MOINS DE 6 ANS
CHAMPHOL	113	159	272
CHARTRES	1 401	1 274	2 675

Source : INSEE - Recensement de 1999 (<http://www.insee.fr>)

Le tableau suivant présente des **garderies, crèches et halte-garderie** et leur capacité théorique pour les communes situées dans le domaine d'étude du site. Les communes qui ne présentent pas ce type d'établissement ne sont pas citées.

COMMUNE	TYPE DE STRUCTURE	CAPACITE AUTORISEE
CHARTRES	HALTE-GARDERIE « LES COMTESSES »	15
	HALTE-GARDERIE »BEBE BONHEUR »	6
	CRECHE DE BEAULIEU « LES PETITS LUTINS »	50
	HALTE-GARDERIE « LA MADELEINE »	20
	HALTE-GARDERIE CENTRE-VILLE	30
	CRECHE COLLECTIVE CENTRE-VILLE	55
	CRECHE FAMILIALE « VICTOR HUGO »	80
	CRECHE FAMILIALE « JEAN MERMOZ »	40
	CRECHE FAMILIALE CENTRE-VILLE	40
	HALTE-GARDERIE DE BEL AIR	15
	CRECHE COLLECTIVE LA MADELEINE	50

Etablissements sanitaires :

Le tableau suivant présente des **établissements sanitaires** (hôpitaux, maisons de retraites, cliniques) et leur capacité théorique pour les communes situées dans le domaine d'étude du site. Les communes qui ne présentent pas ce type d'établissement ne sont pas citées.

COMMUNE	TYPE DE STRUCTURE	CAPACITE AUTORISEE
CHARTRES	A.I.R.B.P IRC CHARTRES	Nr
	CLINIQUE NOTRE DAME DU BON SECOURS	Nr
	CH CHARTRES - VAL DE L'EURE	Nr
	CH CHARTRES - HÔTEL DIEU	Nr
	HAD CHARTRES SPHERIA	Nr
	EHPAD CH DE CHARTRES	12
	EHPAD « HOTEL DIEU »	259
	EHPAD KORIAN VILLA EVORA	82
	EHPAD « LE PARC SAINT CHARLES »	28
	EHPAD « MARCEL GAUJARD »	Nr
	EHPAD « NOTRE DAME DE JOIE »	49
	L. F. « MARCEL GAUJARD »	4
	L. F. « SILVIA MONFORT »	42
	RESIDENCE ORPEA « JARDINS DE CHARTRES »	40

Source : *Fichier National des Etablissements Sanitaires et Sociaux,*
<http://finess.sante.gouv.fr/finess/index.jsp>
Nr : non renseigné

4 QUANTIFICATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS AU NIVEAU DU DOMAINE D'ETUDE

Cette partie a pour objectif de quantifier les émissions de polluants liées au trafic routier sur le domaine d'étude pour les situations suivantes :

- Situation actuelle : comptages réalisés en 2013 ;
- Situation à la mise en service (soit à l'horizon 2030) avec aménagement.

4.1 Inventaire des polluants susceptibles d'être émis à l'atmosphère et retenus dans la présente étude

L'étude est réalisée pour les émissions liées au trafic routier :

- d'une part les polluants présents dans les gaz d'échappement,
- d'autre part ceux liés à l'usure des équipements automobiles (freins, pneumatiques) et à l'entretien des voies.

Un groupe d'experts, piloté par l'InVS, a recensé les agents générés par la circulation routière. Après classification de ces substances, ce groupe d'experts a émis les recommandations concernant les substances à prendre en compte dans le volet « air et santé » des études d'impacts d'infrastructures routières : *Rapport du groupe de travail – Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liés aux infrastructures routières – INVS, Novembre 2004.*

Les substances retenues comme pertinentes (traceurs de risques sanitaires) par ce groupe d'experts et reprises dans la *Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routière* annexée à la Circulaire du 25 février 2005, sont les suivantes :

- Les oxydes d'azotes (assimilés en totalité au dioxyde d'azote : NO₂) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les hydrocarbures totaux ;
- Le benzène ;
- Les particules (assimilées aux PM10) ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- Le nickel (Ni) ;
- Le cadmium (Cd).

Nota sur les particules diesel :

Les particules diesel comprennent les particules elles-mêmes, ainsi que les éléments chimiques émis. En effet, le Centre international de recherche sur le cancer a classé les gaz d'échappement des moteurs diesels (contenant entre autres des particules) dans la catégorie 2A (probablement cancérigène chez l'Homme).

Des VTR sont en outre disponibles pour les particules émises par les moteurs diesels (Circulaire DGS 2005-273, Annexe III) :

- Voie respiratoire avec seuil : VTR (mg/m³) 5.10⁻³ EPA 2003 et 5,6.10⁻³ (source : OMS, 1996)
- Voie respiratoire sans seuil : VTR 3,4.10⁻⁵ (source : OMS, 1996).

Cependant, les outils reconnus et adaptés au parc automobile français ne permettent pas de quantifier les émissions de « particules diesel », mais permettent de quantifier :

- Les particules d'une part,
- Les principaux éléments chimiques émis par les véhicules diesel.

Ainsi, nous étudions les polluants émis par les moteurs diesel de façon spécifique et non en tant que « particules diesel ».

Nota sur l'ozone :

L'ozone n'est pas étudié : c'est un polluant secondaire issu des réactions complexes dans l'atmosphère sous l'effet des autres polluants (oxydes d'azote, Composés Organiques Volatils, ...) et du rayonnement solaire.

4.2 Paramètres de quantification des émissions

Lors du roulage, les véhicules sont susceptibles d'émettre :

- des émissions liées à l'échappement,
- des émissions liées à l'évaporation,
- des émissions liées à l'usure des équipements (pneumatiques, freins, embrayage, route),
- des émissions liées à l'entretien des routes.

Ces émissions sont conditionnées principalement par les paramètres suivants :

- la vitesse des véhicules, la distance parcourue,
- le trafic (nombre de véhicules : véhicules légers, poids lourds, ...),
- la composition du parc automobile, la performance des moteurs et des carburants,
- la pente de la voie,
- le taux de charge des poids lourds,
- la température ambiante et la pression atmosphérique.

4.3 Facteur d'émission

Emissions liées à l'échappement et à l'évaporation :

La quantification des émissions est réalisée à l'aide de facteurs d'émissions données dans la bibliographie validée et reconnue au moment de la réalisation de l'étude.

Pour la détermination des émissions liées à l'échappement et à l'évaporation, nous avons utilisé le logiciel IMPACT V2.0 de l'ADEME, conformément au *Rapport du groupe de travail – Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liées aux infrastructures routières – INVS, Novembre 2004*.

Ce logiciel est une adaptation de COPERT III à la quantification des émissions d'échappement et d'évaporation pour la France.

Emissions liées à l'usure des équipements et à l'entretien des routes :

Le logiciel IMPACT de l'ADEME ne permet pas de quantifier ces émissions.

Cependant, une synthèse des données d'émissions hors échappement et évaporation a été réalisée sur la base des données rassemblées sur un site européen de recherche (<http://vergina.eng.auth.gr/mech/lat/PM10>), des communications originales du CITEPA et de l'industrie du caoutchouc, des articles scientifiques, des thèses universitaires et des rapports.

Cette synthèse est présentée dans le *Rapport du groupe de travail – Sélection des agents dangereux à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires liées aux infrastructures routières – INVS,*

Novembre 2004. Ce rapport présente les différents facteurs d'émissions disponibles dans la bibliographie et propose un choix de facteur d'émission.

Le rapport cité précédemment propose de retenir les facteurs d'émissions du CITEPA.

Ces facteurs d'émission sont les suivants :

Type de véhicules	PM10 (mg.km.véh)	Cd (ng.km.véh)	Ni (ng/km.véh)
Véhicules légers (VL)	44.4	129	868
Véhicules utilitaires légers (VUL)	50	193	1250
Poids lourds (PL)	573.2	742	4724

4.4 Données sur le parc automobile

En matière de pollution atmosphérique automobile, les progrès des motoristes et des raffineurs permettent de limiter les émissions de polluants par km parcouru.

La répartition du parc automobile est estimée par Impact-ADEME V2.0 :

Type de véhicules		Répartition en % pour le parc de l'année 2013 (année des comptages routiers)	Répartition en % pour le parc de l'année 2030* (mise en service du projet)
Voitures particulières	Diesel	79	79
	Essence	21	21
Véhicules utilitaires légers	Diesel	100	100
	Essence	0	0
Poids lourds	Diesel	< 16 t	3
		> 16 t	97
Bus urbains	Diesel	100	100
Autocars	Diesel	100	100

* : Correspond au parc automobile de l'année 2025. En effet, les prévisions et données relatives au parc automobile français disponibles dans le logiciel IMPACT de l'ADEME ne vont pas au-delà de 2015.

4.5 Données de trafic

Les émissions de polluants sont quantifiées :

- Pour les axes impactés par le projet d'aménagement.
- Sur la base des comptages routiers (trafic journaliers 2013) du rapport IRIS Conseil de janvier 2013 pour la situation actuelle (2013).
- Sur la base des données de l'étude trafic (rapport IRIS Conseil de janvier 2013) pour la situation à la mise en service du projet (horizon 2030) : situation de référence avec le projet.
- Sur la base des pourcentages de poids lourds (rapport IRIS Conseil de janvier 2013) et à défaut de données, le pourcentage de poids lourds a été pris à 2 %.

Les données de trafic sont jointes en annexe.

Nota : Nous n'intégrons pas à l'étude les axes routiers dont les trafics ne sont pas renseignés dans l'étude trafic.

Le récapitulatif des hypothèses retenues pour la quantification des émissions est :

Paramètre	Hypothèse retenue / Source
Vitesse des véhicules	Les vitesses des véhicules ont été retenues sur la base des limitations de vitesses (50 km/h)
Distance parcourue	Distances mesurées sur les fichiers de tracés des axes routiers transmis
Trafic (nombre de véhicules : véhicules légers, poids lourds, bus ...)	Trafics issus de l'étude trafic en Trafic Moyen Journalier (TMJ) avec les indications de pourcentages de poids lourds pour la situation actuelle (comptages réalisés en 2013). Trafic générés par les projets liés à l'aménagement du plateau Nord-Est issus de l'étude trafic en Heure de Pointe. Afin d'obtenir des TMJ (nécessaires pour l'étude des expositions chroniques), nous avons appliqué un coefficient multiplicateur de 10 (coefficient habituellement admis).
Composition du parc automobile, la performance des moteurs et des carburants	Hypothèse du logiciel IMPACT 2.0 de l'ADEME pour 2013 (situation initiale), et pour 2025 (horizon à la mise en service du projet à défaut de données disponibles pour les années après 2025)
Taux de charge des poids lourds	Taux de charge pris à 50 % (taux de charge moyen pour les trajets urbains)
Température ambiante et la pression atmosphérique	Température et pression moyenne annuelle pour la France
Facteur de surémissions à froid	Facteur bêta pris à 50 % (facteur recommandé pour les vitesses inférieures ou égales à 50 km/h)

4.6 Quantification des émissions

Conformément à la *Note Méthodologique annexée à la Circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005*, nous avons étudié :

- l'ensemble des polluants pour comparaison aux valeurs réglementaires pour la protection de la santé humaine,
- le benzène pour comparer les situations entre elles par l'Indice Pollution Population (IPP).

Polluants quantifiés	Quantification des émissions en kg/jour	
	Situation initiale (2013)	Situation avec projet à l'horizon 2030
Oxydes d'azote assimilés au NO ₂	55.64	71.73
Monoxyde de carbone (CO)	107.48	102.51
Composés Organiques Volatils (COV) totaux	12.55	13.50
Benzène	0.36	0.33
Particules (assimilées aux PM10)	11.25	15.37
Dioxyde de soufre (SO ₂)	0.54	0.69
Nickel (Ni)	6.03E-04	5.60E-04
Cadmium (Cd)	5.02E-05	7.79E-05

Ce tableau met en évidence une **diminution des émissions** de monoxyde de carbone (CO), de benzène et de nickel entre la situation actuelle (2013) et la situation avec le projet à l'horizon 2030.

Ceci, malgré l'augmentation du trafic prévu à l'horizon 2030, est lié à la modification du parc automobile (augmentation de la proportion de véhicules diesel) et à l'amélioration des performances des véhicules et des carburants.

4.7 Evolution des consommations de carburant

Les consommations de carburant sont calculées à l'aide du logiciel IMPACT V2.0 de l'ADEME à partir des données de l'étude trafic de chacune des deux situations étudiées : la situation initiale (2013) et la situation avec le projet d'aménagement à l'horizon 2030.

Les consommations sont données en cumul, pour l'ensemble des brins routiers étudiés.

Consommations de carburant en tonne/jour			
Situation étudiée	Essence	Gasoil	Total
Situation initiale (2013)	1.4	5.3	6.7
Situation avec le projet à l'horizon 2030	1.4	7.3	8.6

Il y a une augmentation globale de la consommation de carburant entre 2013 et la situation avec le projet à l'horizon 2030. Ceci est lié à la prévision d'augmentation du trafic du fait du projet d'aménagement du plateau Nord-Est.

Notons une stabilisation de la consommation d'essence et une augmentation de la consommation de gasoil entre 2013 et 2030 lié à la prévision de modification du parc automobile : diminution des véhicules essence au profit de véhicules diesel.

5 EVALUATION DES CONCENTRATIONS DANS LA ZONE D'ETUDE

Afin d'évaluer les concentrations atmosphériques attribuables au trafic routier sur la zone d'étude, une modélisation de la dispersion atmosphérique a été réalisée.

Rappelons que nous avons étudié l'ensemble des polluants pour la situation actuelle et pour la situation avec le projet à l'horizon 2030 pour comparaison aux valeurs réglementaires pour la protection de la santé humaine.

Les concentrations modélisées en benzène permettront de comparer les situations entre elles par l'Indice Pollution Population (IPP).

5.1 Présentation du code général utilisé

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact (Version 1.7).

Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site.

Compte tenu des durées d'exposition, nous n'avons pas considéré les transformations photochimiques des polluants.

Pour chaque polluant les caractéristiques de dispersions ont été intégrées au modèle : état (particule ou gaz), densité, vitesse de dépôt, diamètre de particules, ...

5.2 Description des conditions météorologiques

La rose des vents de la station Météo-France considérée comme la plus représentative du site par Météo France (la station de Chartres-Champhol) a été intégrée au modèle de dispersion atmosphérique (voir la rose des vents en annexe).

Cette rose des vents a été établie sur les années 1991 à 2010.

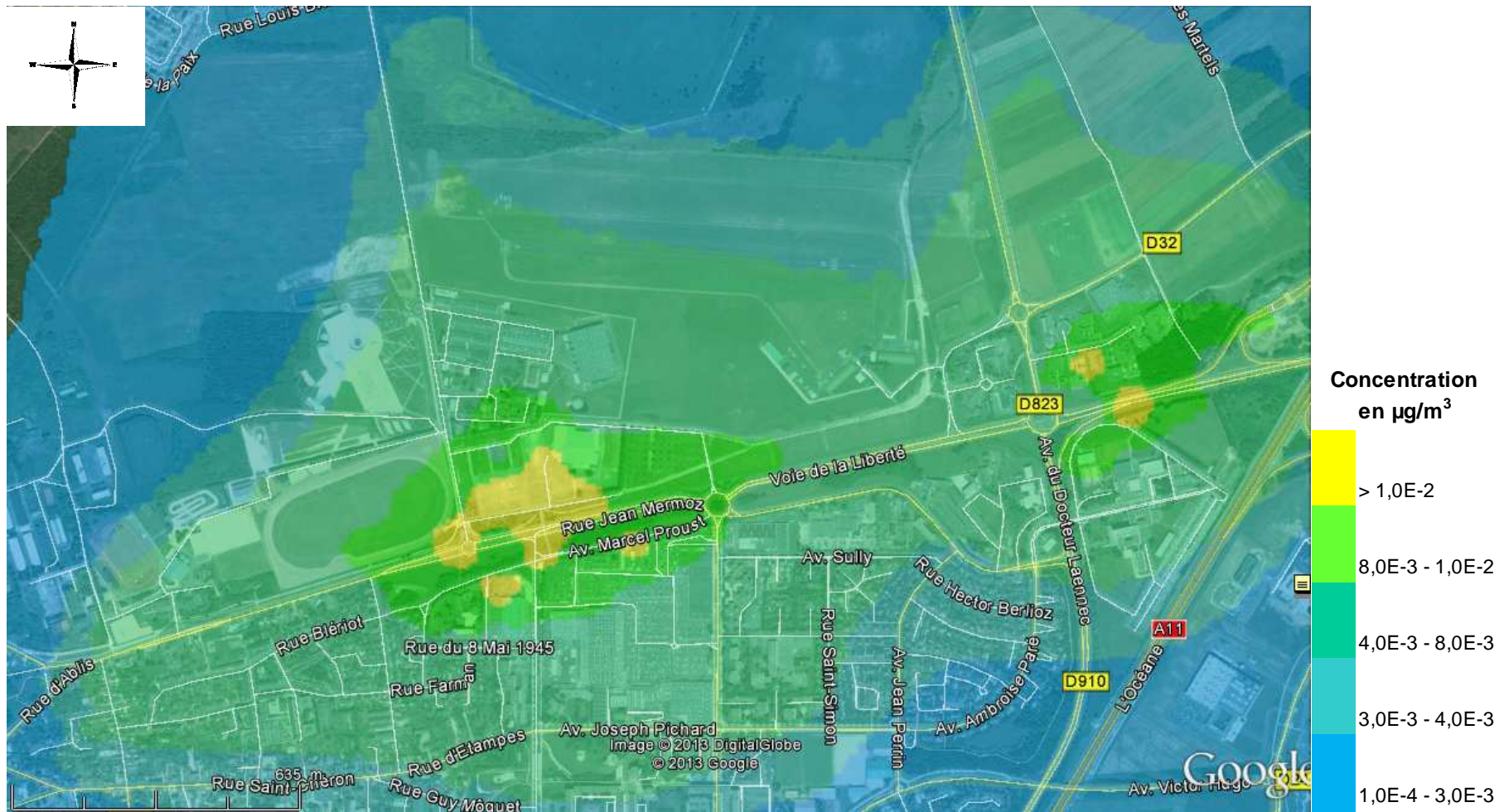
Elle présente 2 directions privilégiées : vents de Nord et vents de Sud à Sud-Ouest.

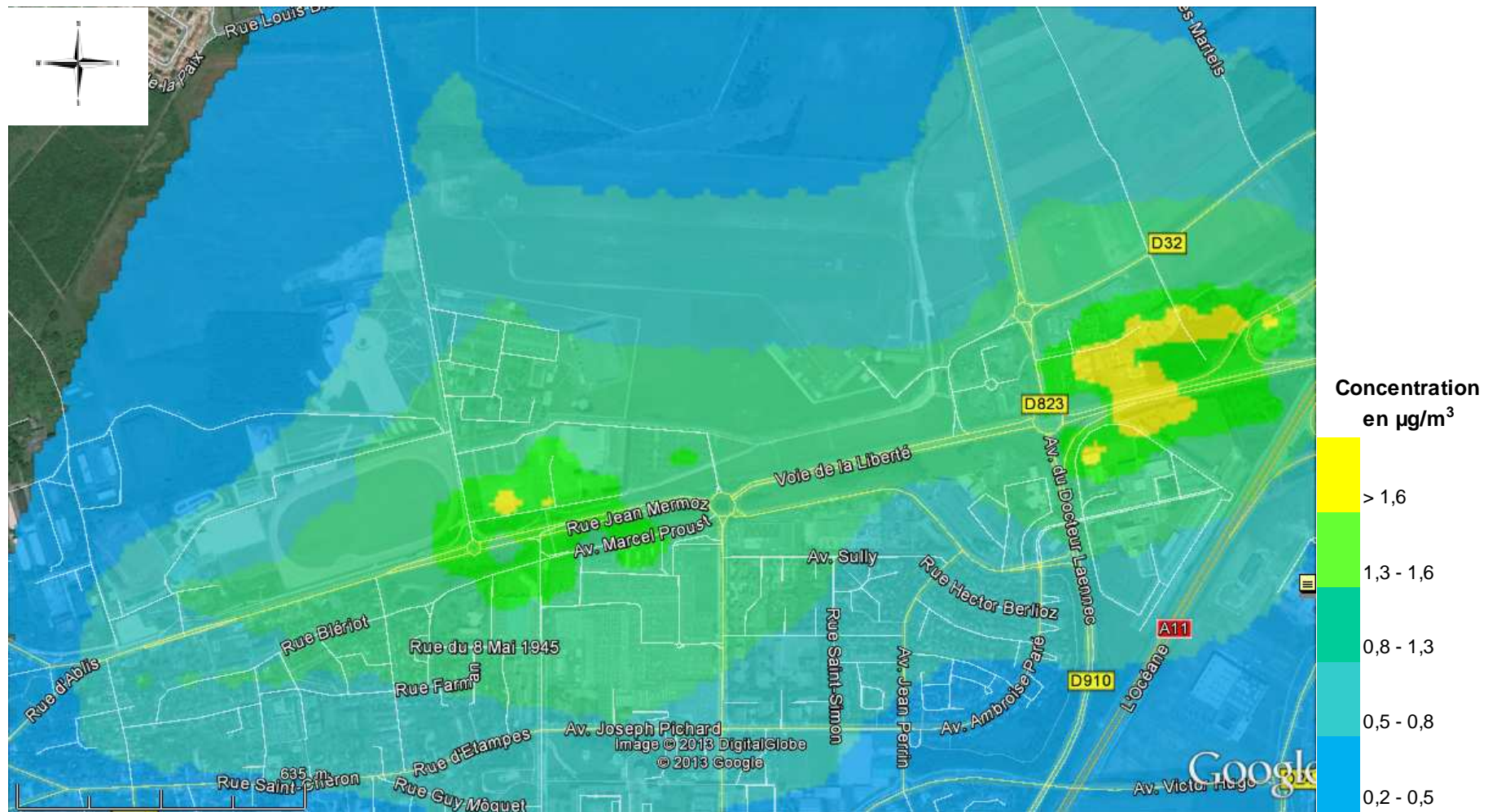
5.3 Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphériques

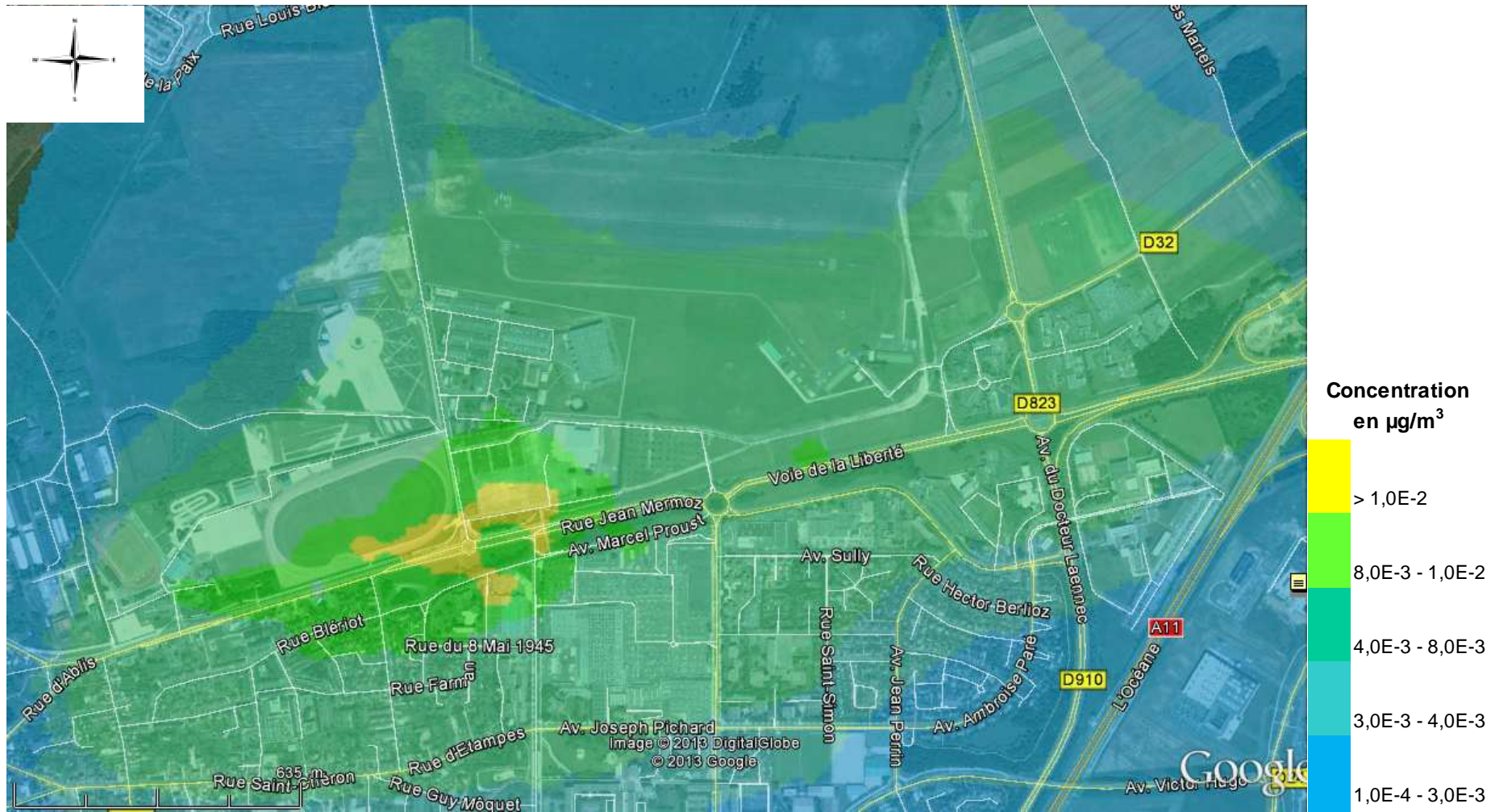
Nous présentons ici les cartes des oxydes d'azotes (assimilés au dioxyde d'azote : NO₂) et du benzène pour la situation actuelle (2013) et pour la situation avec le projet à l'horizon 2030.

Les cartes pour l'ensemble des autres polluants sont relativement similaires aux cartes présentées pour la même situation.

Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique pour la situation initiale (2013)
Concentration en moyenne annuelle en benzène



Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique pour la situation initiale (2013)Concentration en moyenne annuelle en oxydes d'azote (assimilés au dioxyde d'azote : NO₂)

Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique pour la situation avec le projet à l'horizon 2030
Concentration en moyenne annuelle en benzène

Résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique pour la situation avec le projet à l'horizon 2030
Concentration en moyenne annuelle en oxydes d'azote (assimilés au dioxyde d'azote : NO₂)

Les concentrations maximales de benzène modélisées sur le domaine d'étude sont localisées sur et à proximité immédiate de l'emprise des futurs logements prévus dans le cadre de l'aménagement du plateau Nord-Est en projet.

Les cartes ci-avant mettent en évidence que les concentrations maximales modélisées en benzène pour la situation avec le projet à l'horizon 2030 sont légèrement inférieures aux concentrations modélisées pour la situation actuelle (2013).

Ceci s'explique par l'amélioration des performances et des progrès techniques des constructeurs automobiles et des carburants (en particulier en matière d'émissions de Composés Organiques Volatils et donc de benzène) qui compense l'augmentation globale du trafic prévue pour l'horizon 2030.

Pour les oxydes d'azote (assimilés au NO₂), notons une augmentation des concentrations modélisées entre la situation actuelle (2013) et la situation avec le projet à l'horizon 2030.

5.4 Comparaison des concentrations d'exposition aux mesures de qualité de l'air

Comparaison aux mesures du réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air :

Pour information, nous comparons les concentrations modélisées pour la situation actuelle (2013) à partir des données de trafic aux concentrations mesurées par le réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air.

Notons que ceci est donnée à titre indicatif compte tenu du fait que les stations de surveillance de la qualité de l'air (stations urbaines de Fulbert et Lucé) ne sont pas localisées sur le domaine étudié (et donc non représentatives du domaine étudié).

Les concentrations modélisées pour la situation actuelle (2013) à partir des données de trafic sont :

- Pour les oxydes d'azote (maximum modélisé = 2,09 µg/m³) : très inférieures à celles mesurées par le réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air (15 µg/m³). En effet, les concentrations modélisées attribuables aux axes routiers étudiés pour la situation actuelle représentent moins de 14 % des concentrations mesurée dans Chartres (station urbaine).
- Pour le benzène (1,20.10⁻² µg/m³) : ce polluant n'est pas suivi aux stations de surveillance de la qualité de l'air de Chartres.

Comparaison aux résultats de la campagne de mesures in situ :

Les points de mesures les plus proches des concentrations maximales modélisées sont les points 4 et 6. Les concentrations mesurées lors de la campagne de mesures in situ (campagne du 20/02/2012 au 01/03/2012) à ces points sont les suivantes :

Point de mesure	Dioxyde d'azote (NO ₂)	Benzène
4	30,2	0,45
6	23,7	0,52

Ces mesures sont très supérieures aux concentrations maximum modélisées en moyenne annuelle attribuables aux axes routiers étudiés pour la situation actuelle.

5.5 Comparaison des concentrations d'exposition aux valeurs de référence pour la santé humaine

Les objectifs de qualité de l'air et les valeurs limites pour la protection de la santé humaine réglementaires sont donnés par le *Code de l'Environnement – Partie réglementaire – Livre II / Titre II / Chapitre 1^{er} « Surveillance de la qualité de l'air et information du public » / Article R. 221-1*. Ces valeurs sont synthétisées dans le tableau ci-après pour les polluants étudiés.

Le tableau ci-après présente également les concentrations modélisées attribuables au trafic routier sur les axes concernés par la zone d'étude.

Les concentrations maximales modélisées sur le domaine d'étude sont localisées sur et à proximité immédiate de l'emprise des futurs logements prévus dans le cadre de l'aménagement du plateau Nord-Est en projet.

Ce sont ces concentrations maximales qui ont été retenues pour comparaison avec les valeurs réglementaires pour la protection de la santé publique.

Polluant	Valeurs réglementaires pour la protection de la santé publique			Concentrations modélisées $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	Objectif de qualité de l'air en moyenne annuelle	Valeur limite pour la protection de la santé humaine en moyenne annuelle	Valeur cible en moyenne annuelle	Situation actuelle (2013)	Situation avec le projet à l'horizon 2030
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	2,09E+00	2,46E+00
Monoxyde de carbone (CO)	-	10 mg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h	-	3,56E+00	3,68E+00
Particules	PM10 = 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2,5 = 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PM10 = 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM2,5 = 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	- PM2,5 = 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,26E-01	4,85E-01
Dioxyde de soufre (SO ₂)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	-	1,97E-02	2,33E-02
Benzène	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-	1,22E-02	1,20E-02
Cadmium (Cd)	-	-	5 ng/m ³	2,20E-06	3,11E-06
Nickel (Ni)	-	-	20 ng/m ³	2,19E-05	2,00E-05

Au vu des données de trafic (comptages réalisés en 2013 et situation avec le projet à l'horizon 2030), les concentrations atmosphériques modélisées au point le plus exposé du domaine d'étude permettent de respecter l'ensemble des valeurs réglementaires (objectifs de qualité de l'air, valeurs limites pour la protection de la santé humaine, valeurs cibles).

Notons également une **amélioration de la qualité de l'air concernant le benzène et le nickel entre la situation actuelle et la situation avec le projet à l'horizon 2030**. Ceci est lié à l'amélioration des performances des véhicules et des carburants, malgré une augmentation globale du trafic sur les axes routiers étudiés.

A défaut de pouvoir quantifier de façon précise les émissions de particules fines (PM_{2,5}), nous avons assimilé la totalité des particules aux PM_{2,5} (hypothèses majorante) afin de comparer les concentrations modélisées aux valeurs réglementaires : ces concentrations modélisées sont largement inférieures à l'objectif de qualité de l'air (et donc à la valeur limite pour la protection de la santé humaine et à la valeur cible en moyenne annuelle) pour la situation actuelle comme pour la situation avec le projet à l'horizon 2030.

6 COMPARAISON DES SITUATIONS ETUDIÉES AVEC LE CALCUL D'IPP (INDICE POLLUTION-POPULATION)

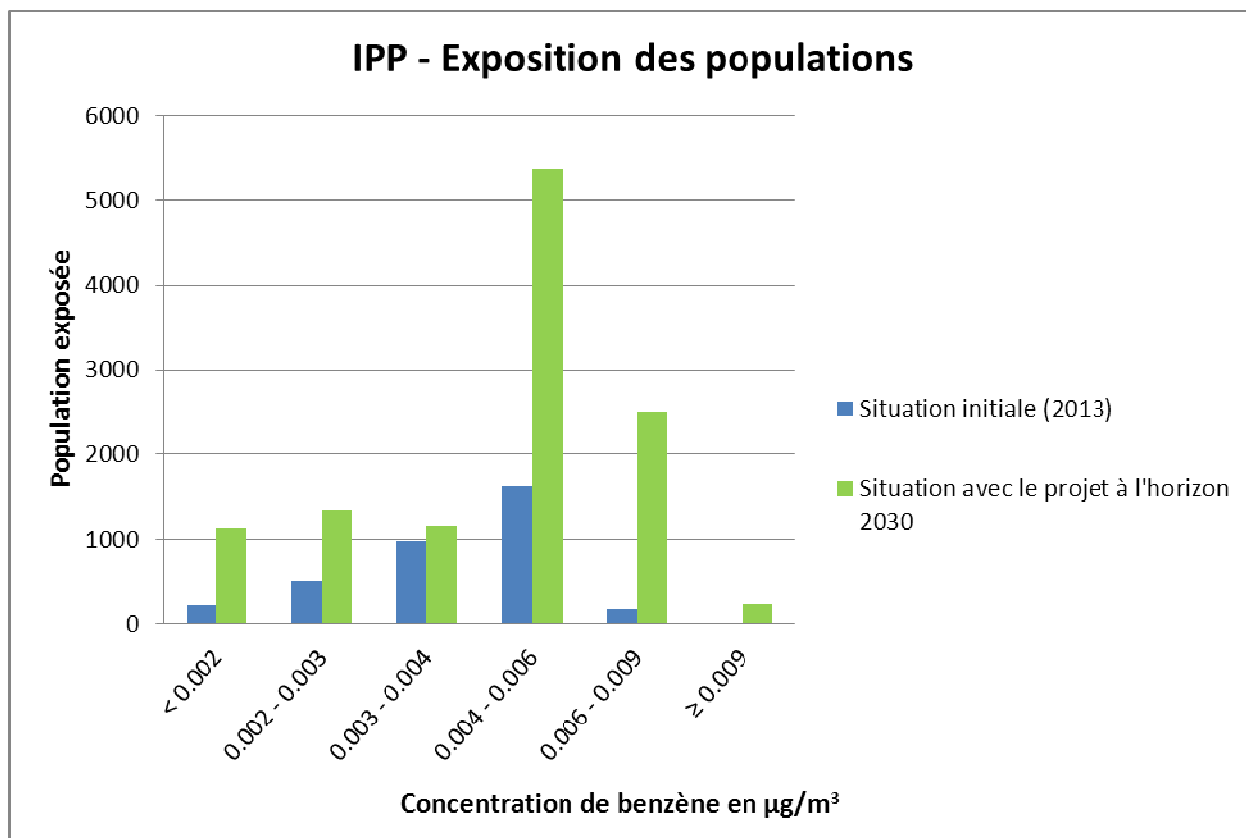
Les 2 situations étudiées sont comparées sur la base de l'IPP (Indice Pollution-Population) qui est un indicateur global propre à chaque tracé. Il permet de croiser les données de concentrations d'exposition de benzène (polluant retenu pour le calcul d'IPP conformément à la réglementation) et population présente.

L'IPP est construit :

- Pour la population : sur la base des populations recensées à partir de la photo aérienne pour la situation actuelle. Pour l'horizon 2030, la population de 2013 a été augmentée de 1000 + 2300 logements prévus dans le cadre du projet.
- Pour les concentrations : sur la base des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique qui permet de déterminer les concentrations d'exposition en tout point du domaine d'étude.

Pour le calcul d'IPP, le domaine d'étude a été divisé en mailles de 100 m.

L'IPP est présenté sous forme d'histogramme de distribution par classe de concentrations d'exposition en abscisse et population exposée en ordonnée.



L'indicateur global d'IPP est calculé de la façon suivante : $\text{Indicateur IPP} = \sum C_i \cdot P_i$

Avec :

C_i = concentration d'exposition

P_i = population exposée

Indicateur global IPP	
Situation initiale (2013)	14.3
Situation avec le projet à l'horizon 2030	57.1

Malgré une baisse des émissions globales en benzène et des concentrations modélisées en moyenne annuelle de benzène, l'indicateur global IPP de la situation avec le projet à l'horizon 2030 est nettement supérieur à l'indicateur global IPP de la situation initiale (2013).

Ceci s'explique :

- D'une part par la modification de la répartition des flux de trafic par le projet d'aménagement du plateau Nord-Est ;
- D'autre part par la forte augmentation de la population (prise en compte des 3300 logements supplémentaires prévus dans le cadre du projet).

7 IMPACTS DE LA PHASE CHANTIER

Au stade de la présente étude, le déroulement et les techniques prévus pour le chantier d'aménagement ne sont pas connus de façon précise. Les impacts du chantier ne peuvent être par conséquent que sommairement décrits.

Les principaux impacts sur l'air de la phase chantier sont les suivants :

- Les émissions de gaz de combustion issus des moteurs des engins de chantier, des véhicules du personnel de chantier et éventuellement de groupes électrogènes. Les principaux polluants susceptibles d'être émis par ces moteurs sont similaires à ceux retenus dans la présente étude.
- Les émissions de poussières liées à la mise en œuvre de matériaux et aux travaux de réaménagement (terrassement,...).

Les principales mesures prévues pour limiter ces impacts sont :

- L'éloignement autant que possible des activités de chantiers des établissements sensibles (maisons de retraite, écoles, crèches).
- La limitation des activités susceptibles de générer beaucoup de poussières lors d'épisodes venteux.
- La limitation dans le temps de la durée du chantier par optimisation des différentes phases.

Notons aussi des impacts :

- Sur les activités (incidence sur le trafic, les mouvements de personnes) liés aux modifications de circulation induits par le chantier.
→ Les principales mesures prévues sont l'organisation de report de trafic sur d'autres voies.
- Sur les odeurs en particulier lors de la phase de pose de l'enrobé routier (zones de parking, voies d'accès en projet).
→ La principale mesure de limitation de l'impact est la limitation dans le temps de cette phase.
- Sur les niveaux sonores par la mise en œuvre d'engins de chantier.
→ Les principales mesures prévues sont l'éloignement autant que possible des activités de chantiers des établissements sensibles (maisons de retraite, écoles, crèches).

8 AUTRES IMPACTS DE LA POLLUTION LIEES AU TRAFIC ROUTIER

8.1 Emissions de gaz à effet de serre – Réchauffement climatique

- **Généralités :**

Les gaz à effet de serre (GES) sont des composants gazeux de l'atmosphère qui contribuent à l'effet de serre. Les principaux gaz à effet de serre sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (ou protoxyde d'azote, de formule N₂O) et l'ozone (O₃).

La plupart des gaz à effet de serre (GES) sont d'origine naturelle. Mais certains d'entre eux sont uniquement dus à l'activité humaine ou bien voient leur concentration dans l'atmosphère augmenter en raison de cette activité.

C'est le cas en particulier de l'ozone (O₃), du dioxyde de carbone (CO₂) et du méthane (CH₄).

La combustion des carbones fossiles comme le charbon, le lignite, le pétrole ou le gaz naturel (méthane) rejette du CO₂ en grande quantité dans l'atmosphère : la concentration atmosphérique de gaz carbonique a ainsi légèrement augmenté, passant de 0,030% à 0,038 % en 50 ans. Seule la moitié serait recyclée par la nature, et l'autre moitié resterait dans l'atmosphère, ce qui augmenterait l'effet de serre.

Les activités humaines dégagent donc une abondance de GES : les scientifiques du GIEC qui étudient le climat estiment que l'augmentation des teneurs en gaz d'origine anthropique est à l'origine d'un réchauffement climatique.

- **Quantification des émissions de gaz à effet de serre pour la zone d'étude considérée :**

Les émissions de Gaz à Effet de Serre (GES) sont calculées à l'aide du logiciel IMPACT V2.0 de l'ADEME à partir des données de l'étude trafic de chacune des deux situations étudiées : la situation actuelle (2013) et la situation avec le projet d'aménagement à l'horizon 2030 (mise en service du projet).

Situation étudiée	Emissions de GES en tonne/jour	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total
Situation initiale (2013)	Emission	20.912	0.002	0.003	-
	Equivalent CO2	20.912	0.033	1.007	21.95
Situation avec le projet à l'horizon 2030	Emission	27.003	0.001	0.005	-
	Equivalent CO2	27.003	0.030	1.454	28.49

Notons une augmentation des émissions de gaz à effet de serre entre 2013 et 2040. Ceci est lié à l'augmentation prévisionnelle du trafic sur le domaine d'étude.

L'ozone (O₃) est un polluant secondaire. Il n'est pas rejeté directement par les moteurs des véhicules, mais est susceptible de se former par réaction photochimique à partir des Composés Organiques Volatiles (COV) et des oxydes d'azote.

La chimie de l'atmosphère a un caractère non linéaire. La production d'ozone n'est pas proportionnelle aux teneurs en précurseurs. En effet, selon l'abondance relative des divers réactifs, ce sont des réactions de destruction ou de production d'ozone qui sont favorisées.

La production d'ozone est aussi très dépendante des conditions météorologiques (notamment de l'ensoleillement) et se produit au cours du transport des précurseurs par les vents.

L'ozone possède la propriété d'absorber dans l'infrarouge, ce qui en fait un gaz à « effet de serre » : une molécule d'ozone est environ 2000 fois plus absorbante vis à vis des infrarouges rayonnés par les sols qu'une molécule de gaz carbonique et il a été calculé que le doublement des concentrations d'ozone dans la troposphère pourrait accroître la température moyenne de l'air d'environ 1°C.

La part relative de l'ozone dans l'effet de serre additionnel, sur l'ensemble de la planète, est estimée à 18%.

8.2 Effets sur les sols et les végétaux

L'ozone peut perturber l'activité photosynthétique des végétaux, altérer leur résistance, diminuer la productivité des cultures et provoquer des lésions caractéristiques.

Les effets chroniques se traduisent par l'apparition de petites taches nécrotiques réparties sur la surface des feuilles. Ces symptômes résultent de la destruction partielle de certains groupes de cellules.

Ils apparaissent chez les plantes sensibles après une exposition de quelques heures à des concentrations en ozone supérieures ou égales à 40 ppm (86 µg/m³).

Les polluants photochimiques, tels que l'ozone, l'eau oxygénée, contribuent aussi avec les dépôts acides et d'autres facteurs défavorables (sécheresses, pauvreté des sols...) aux troubles forestiers observés en Europe et en Amérique du nord, et accentuent le pouvoir acidifiant des oxydes de soufre et d'azote en accélérant leur oxydation en sulfates et nitrates.

8.3 Autres effets sensibles

La pollution de l'air peut devenir perceptible par nos sens, se traduisant alors par une opacité de l'air, des mauvaises odeurs, et la salissure des bâtiments.

- **L'opacité de l'air** : La présence de particules dans l'air entraîne une opacité parce que du fait de leur taille elles interagissent avec les ondes lumineuses, perturbant leur propagation. L'opacité est la fraction de lumière qui est bloquée par un objet ou une substance, comme la fumée ou une vitre teintée. Elle est exprimée en pourcentage.
C'est le phénomène de « smog » : les gaz polluants en s'accumulant forment une sorte de brouillard, surtout dans les zones urbaines.
- **Les odeurs** : Les gaz d'échappement ont une odeur désagréable qui peut incommoder les riverains, notamment ceux émis par les véhicules diesel mal réglés ou lors des démarrages à froid.
- **Le noircissement des façades** : Les polluants atmosphériques dégradent les matériaux par leur action chimique, surtout la pollution acide. Outre le noircissement des pierres et l'altération des façades, la pollution provoque la corrosion des toitures en zinc. Cet effet existe sur les bâtiments exposés directement et indirectement.
Plus précisément, les façades sont salies par des dépôts des suies et de particules provenant de l'usure de la chaussée, des freins ou des pneumatiques.
La corrosion des peintures et métaux (gouttières) est due aux oxydes d'azote et au dioxyde de soufre (SO₂). Les pierres de construction sont attaquées par l'acidité. Cela a pour conséquence de diminuer de la durée de vie des matériaux.

9 INCERTITUDES

9.1 Introduction

Cette étude Air et Santé a été conduite en utilisant dans un principe de prudence et de proportionnalité, les méthodes et les données recommandées par le Ministère (Circulaire du 25 février 2005) et les organismes experts (en particulier le CERTU, l'INERIS).

Néanmoins, la démarche de l'étude s'accompagne nécessairement d'une part d'incertitudes qui proviennent de lacunes ou d'imprécisions des données et de l'obligation de fixer des hypothèses.

Les hypothèses ont été fixées autant que possible dans le sens de la sécurité, dans le but de privilégier une surestimation des expositions.

9.2 Incertitudes relatives à la campagne de mesures in situ

La campagne de mesures in situ a été réalisée par la pose de capteurs d'oxydes d'azote et de BTEX à diffusion passive.

Ceux-ci ont été posés chez des riverains à proximité des axes routiers étudiés.

Les incertitudes sont liées :

- Aux capteurs à diffusion passive (type RADIELLO) : leurs localisation par rapport à l'axe routier, le support permettant le piégeage des polluants, de la température extérieure (qui peut avoir une influence sur le piégeage), de la durée de pose.
- A l'analyse des capteurs réalisée par un laboratoire spécialisé : incertitude de l'analyse.

9.3 Incertitudes liées aux estimations des émissions

Les émissions sont quantifiées sur la base de données de trafic transmises (comptages routiers 2013 et prévisions pour la mise en service avec le projet d'aménagement).

Ces données peuvent comporter des incertitudes :

- comptages routiers réalisés un période donnée (pas en continu sur une année) et donc pas nécessairement représentatifs de données moyennes annuelles,
- prévisions de trafic lié aux projets.

Les données d'émission sont calculées par le logiciel IMPACT (Version 2.0) développé par l'ADEME et de facteurs d'émissions disponibles dans la bibliographie reconnue.

Les principales incertitudes du logiciel proviennent :

- Des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle : principalement les données de trafic ;
- Du modèle lui-même, qui utilise des facteurs d'émissions, des hypothèses pour la caractérisation du parc automobile en fonction des années, l'évolution des performances des moteurs et des carburants. Notons que les caractéristiques du parc automobile à l'horizon 2030 (fin du projet d'aménagement), ne sont pas disponibles dans le modèle (le modèle étant renseigné jusqu'à 2025). A défaut de données spécifiques pour l'année 2030, ce sont les caractéristiques du parc automobile de 2025 qui ont été retenues dans la présente étude pour la situation à terme.

Notons que nous avons réalisé l'étude en retenant les axes routiers directement impactés par le projet.

9.4 Incertitudes liées au modèle de dispersion atmosphérique

Ces incertitudes proviennent :

- des hypothèses concernant les données d'entrée du modèle,
- du modèle lui-même, qui utilise une formulation mathématique réductrice des phénomènes physiques mis en œuvre lors des phénomènes de transport et de dispersion des polluants.

Les hypothèses d'entrée du modèle sont :

- le choix de la station météorologique la plus représentative, mais pas implantée exactement sur le site,
- les discontinuités des directions de vent (+/- 10°),
- l'utilisation d'une table de contingence nébulosité x vitesse de vent pour déterminer des classes de stabilité discontinues,
- le choix d'une valeur d'albédo identique pour l'année (non prise en compte des périodes de neige par exemple),
- le choix d'un coefficient de rugosité unique pour l'ensemble des domaines (prairies, zones d'habitat ou urbaines, forêts).

Le modèle de type gaussien avec un modèle à bouffées gaussiennes pour prendre en compte les vents calmes ($\leq 0,9$ m/s). Un descriptif complet du modèle figure en annexe.

Les principales incertitudes du modèle sont :

- un manque de précision à moins de 100 m de la source (se traduisant en général par une surestimation de l'exposition),
- la non prise en compte des obstacles en champ proche et du relief,
- la non prise en compte de phénomènes de transformation des polluants dans l'atmosphère.

Le modèle ARIA Impact est cité dans le Guide méthodologique de l'INERIS parmi les logiciels susceptibles d'être utilisés pour la modélisation de rejets atmosphériques chroniques.

Ce logiciel répond au cahier des charges de l'US-EPA (Guidelines on Air Quality Models).

9.5 Incertitudes liées à la quantification de l'exposition des populations

L'exposition des populations a été caractérisée par l'indice pollution population (IPP). Celui-ci tient compte de la densité des populations présentes sur le domaine d'étude déterminée sur la base des photos aériennes et sur la base des projets de logements prévus dans le cadre de l'aménagement du plateau Nord-Est.

10 SYNTHÈSE ET CONCLUSION DE L'ÉTUDE AIR ET SANTÉ

Rappel du contexte :

Dans le cadre du projet d'aménagement du plateau Nord-Est de Chartres, une évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air liée au trafic routier est réalisée à la demande de Chartres Aménagement.

Principe :

Les concentrations atmosphériques ont été évaluées sur la base de calculs de modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques. Les émissions ont été quantifiées à partir de facteurs d'émissions de la bibliographie reconnue et des données de trafic (comptages 2013 et prévisions d'augmentation des trafics liés aux projets liés à l'aménagement du Plateau Nord-Est : création de 1000 logements en 2020, puis 2300 logements en 2030 et transfert-agrandissement du centre-commercial de la Madeleine).

Les concentrations modélisées ont ensuite été comparées :

- Aux valeurs réglementaires (Code de l'environnement) : objectifs de qualité de l'air et valeur limite pour la protection de la santé humaine pour la situation actuelle (2013) et la situation avec le projet à l'horizon 2030.
- Par un calcul d'Indice Pollution Population (IPP) basé sur les concentrations de benzène et la population afin de comparer les différentes situations entre elles.

Résultats et conclusions :

La quantification des émissions, la modélisation de la dispersion atmosphérique des émissions et le calcul d'IPP réalisés permettent d'émettre les conclusions suivantes :

- **Malgré une baisse des émissions globales en benzène et des concentrations modélisées en moyenne annuelle de benzène, l'indicateur global IPP de la situation avec le projet à l'horizon 2030 est nettement supérieur à l'indicateur global IPP de la situation initiale (2013).**

Ceci s'explique :

- D'une part par la modification de la répartition des flux de trafic par le projet d'aménagement du plateau Nord-Est ;
 - D'autre part par la forte augmentation de la population (prise en compte des 3300 logements supplémentaires prévus dans le cadre du projet).
- **Au vu des données de trafic, des exigences réglementaires et des connaissances méthodologiques et bibliographiques validées au moment de la rédaction du rapport, les émissions atmosphériques engendrées par le trafic routier supplémentaire lié au projet d'aménagement du plateau Nord-Est, permettraient de respecter l'ensemble des valeurs réglementaires pour la qualité de l'air.**
Rappelons pour mémoire que les concentrations de dioxyde d'azote et de benzène mesurées lors de la campagne de mesures initiale sur le domaine d'étude respectent toutes l'objectif de qualité de l'air et la valeur limite pour la protection de la santé humaine.

ANNEXES

ANNEXE 1
Rose des vents



METEO FRANCE

NORMALES DE ROSE DE VENT

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Période 1991-2010

Référence du client : 126022

CHARTRES (28)

Indicatif : 28070001, alt : 155 m., lat : 48°27'36"N, lon : 01°30'00"E

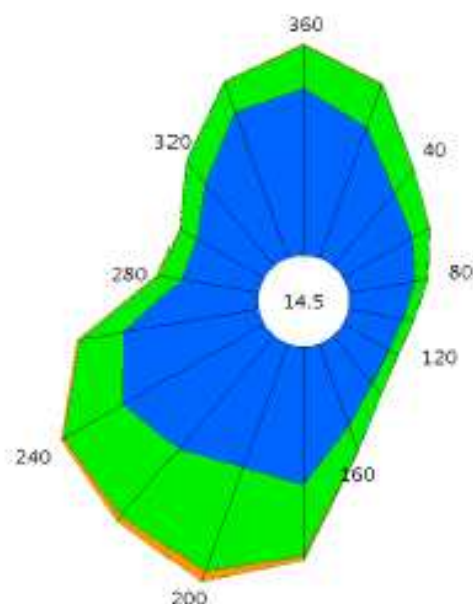
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition

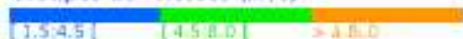
Nombre de cas étudiés : 58440

Manquants : 30

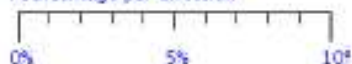


Dir.	[1.5;4.5]	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	4.4	1.4	+	5.9
40	3.1	1.0	+	4.0
60	2.6	0.6	+	3.2
80	2.2	0.4	+	2.6
100	1.8	0.4	0.0	2.1
120	1.7	0.3	+	2.0
140	2.0	0.4	+	2.4
160	2.8	0.8	+	3.7
180	4.4	2.3	0.1	6.8
200	4.2	3.5	0.4	8.1
220	4.7	2.8	0.2	7.7
240	5.1	2.2	0.1	7.4
260	4.3	1.4	+	5.8
280	2.5	0.7	+	3.2
300	2.5	0.6	+	3.1
320	3.5	0.9	+	4.4
340	5.0	1.0	+	6.0
360	5.3	1.4	+	6.8
Total	62.0	22.3	1.2	85.5
[0;1.5]				14.5

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Edité le : 10/09/2012 dans l'état de la base

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues, en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Direction de la Production
42 avenue Gustave Coriolis 31057 Toulouse Cedex
Fax : 05 61 07 80 79 – Email : climattheque@meteo.fr

ANNEXE 2

Données de trafic

Les éléments ci-après sont issus du rapport de **IRIS Conseil pour Chartres Aménagement : Etude de circulation – Plateau Nord-Est de Chartres – Phases 1 et 2 : Recueil de données et étude du plateau Nord-Est, Janvier 2013.**

- **Traffics actuels en TMJ (comptages routiers réalisés sur 7 jours : du mercredi 9 au mardi 15 janvier 2013) :**



TMJ : Trafic Moyen Journalier

- Trafics prévisionnels générés par le centre commercial :



- Trafics prévisionnels générés par les 1000 logements :



- Trafics prévisionnels générés par les 2300 logements :

