





# **SOMMAIRE**

PREAMBULE			
ı.	DO	CUMENTS RELATIFS A L'AIR	
	.I.	Plan National Santé-Environnement (PNSE)	
	.2.	Plan Régional Santé Environnement (PRSE)	
	.3.	Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)	
	.4.	Schéma Régional Climat – Air – Energie (SRCAE)	
	.5.	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)	
	.6.	Plan de Protection de l'Atmosphère	
	.7.	Plan de Déplacement Urbain (PDU)	
1	.8.	Plan Climat Air Energie Territorial 2021-2027 (PCAET)	
2.	LES	SOURCES D'EMISSION	
	2.1.	Rôle des transports routiers en tant que source de pollution	
	2.2.	Les sources industrielles de la zone d'étude	
	2.3.	Les sources domestiques de la zone d'étude	
3.	NO.	TIONS GENERALES ET CADRE REGLEMENTAIRE	
3	3.1.	Généralités sur la pollution atmosphérique	
	3.1.		
	3.1.2	,	
	3.1.5	., ., ., ., ., ., ., ., ., ., ., ., ., .	
3	3.2.	Cadre réglementaire	
	3.2.		
	3.2.2	2. Cadre français	/
4.	DIA	GNOSTIC DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE SITE ETUDIE	2
4	l. I .	Surveillance de la qualité de l'air	2
4	1.2.	Campagne de mesure in situ	. 2
5.	POF	PULATION EXPOSEE	2
			_
6.		IDE D'IMPACT	
6	5.1.	Données d'entrée de l'étude d'impact sur l'air et la santé	
	6.1.	l. Réseau routier	2.

	6.1.2.	Relief	2
	6.1.3.	Description des conditions météorologiques	2
	<i>6.1.4.</i>	Comparaison des kilomètres parcourus entre les différents scénarios	2
	6.1.5.	Répartition du parc automobile et facteurs d'émission	2
	6.1.6.	Définition des facteurs d'émissions unitaires	2
	6.2. Esti	mations des émissions polluantes et de la consommation énergétique	2
	6.2.1.	Méthodologie	2
	6.2.2.	Bilan des émissions en polluants sur le domaine d'étude	2
	6.2.3.	Bilan de la consommation de carburant et des émissions de CO2 dans le domaine d'étude	3
	6.3. Cal	culs des coûts collectifs	3
	6.3.1.	Méthodologie	3
	6.3.2.	Valeurs de référence	3
	6.3.3.	Application au projet	3
	6.4. Mod	délisation de la dispersion des polluants dans l'atmosphère	3
	6.4.1.	Présentation du modèle de dispersion	3
	6.4.2.	Mise en œuvre des simulations	3
	6.4.3.	Caractéristiques des polluants	3
	6.4.4.	Pollution de fond retenue pour chaque polluant étudié	3
	6.4.5.	Résultats des simulations	3
7.	LES EFFI	ETS DE LA POLLUTION DE L'AIR SUR LA SANTE PUBLIQUE	3
		pels des impacts sur la santé des principaux polluants atmosphériques	
		raluation simplifiée des risques sanitaires – Indice IPP	
	7.2.1.	Le calcul de l'IPP	
	7.2.2.	Présentation des résultats	
		lyse des risques sanitaires au droit des sites sensibles	
	7.3.1.	Méthodologie	
	7.3.2.	Description des enjeux sanitaire sur la zone d'étude et voies d'exposition à étudier	
	7.3.3.	Etape 1 : Identification des dangers	
	7.3.4.	Etape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence	
	7.3.4. 7.3.5.		
		Etape 3 : Evaluation des expositions	
	<i>7.3.6.</i>	Caractérisation des risques par inhalation (ETAPE 4)	4

7.3.7.	Evaluation des risques pour les sites sensibles	49
8. ANALY	YSES ET INCERTITUDES	53
8.1. Inc	ertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques	53
8.1.1.	Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées	53
8.1.2.	Quantification des émissions en substance des véhicules	53
8.2. Inc	ertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable)	53
8.2.1.	Mélanges de substances	53
8.2.2.	Taux d'exposition journalier	54
8.2.3.	Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques	
8.2.4.	Durée d'exposition	54
8.2.5.	Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)	54
8.2.6.	Modélisation de la dispersion des concentrations	
8.2.7.	Incertitude intrinsèque aux VTR	54
9. CONC	:LUSION	55





# **TABLE DES FIGURES**

Figure I : Gain moyen d'espérance de vie (mois) à 30 ans dans les neuf villes françaises si les niveaux moye	ns
annuels de particules fines PM2,5 étaient ramenés à la valeur guide OMS de 10 μg/m³. (Source : Aphekom)	15
Figure 2 : Pyramide des effets de la pollution atmosphérique : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre	de
gens touchés augmente. (Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003)	15
Figure 3 : Domaine d'étude retenu pour l'étude air et santé et le réseau modélisé (source : IRIS conseil)	25
Figure 4 : Relief du domaine d'étude (source : IRIS conseil)	25
Figure 5 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier	28
Figure 6 : Coût de pollution atmosphérique en €/100 véh.km pour le mode routier	31
Figure 7 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure	31
Figure 8 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (2020)4	40
Figure 9 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (projet en 2030)	41
Figure 10 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (projet en 2050)	41
Figure 11 : Histogramme Population-Pollution (2030)	42
Figure 12 : Histogramme Population-Pollution (2050)	43
Figure 13 : Logigramme pour le choix des VTR - Source : note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 20	14
	46



# **PREAMBULE**

Sur une étendue de près de 250 ha partiellement urbanisée, le Plateau Nord-Est (PNE) de Chartres est une zone de transition entre la plaine ouverte des vallées de l'Eure et de la Roguenette et le tissu urbain constitué. Il est fort d'une situation stratégique sur la voie urbaine structurante de la RN10 et à la sortie de l'autoroute A11 qui le situe à 1 heure de Paris et à 15-20 minutes à pied du centre-ville de Chartres.

La Zone d'Aménagement Concerté (ZAC) éponyme du Plateau Nord-Est de Chartres prévoit dans sa programmation : des logements, des activités, des commerces et des équipements pour répondre aux besoins actuels et futurs de la population et assurer une mixité fonctionnelle, clé de la réussite du projet.

Compte tenu de l'étendue du site à aménager et de la densité de son programme, la ZAC du PNE de Chartres est subdivisée en secteurs opérationnels et sera aménagée en 4 phases principales, sur un horizon à 30 ans. Elle s'inscrit donc sur un moyen et long terme dans un phasage opérationnel sectoriel et progressif, basés sur des logiques de transfert, de libération d'emprises et d'acquisitions foncières, qui permettra des ajustements du projet au fur et à mesure de son avancement et suivant le rythme de commercialisation des constructions.

La présente étude air et santé s'inscrit dans le cadre de l'actualisation de l'étude d'impact au stade du dossier de réalisation de la ZAC en vue de la demande d'Autorisation Environnementale relative à la phase I du projet. Elle tient compte des recommandations formulées par la mission régionale d'autorité environnementale (MRAE) dans son avis n°2019-2359 du 26 février 2019. Cette étude air et santé a vocation à être actualisée en fonction de l'avancement de l'opération et notamment de sa programmation.



# 1. DOCUMENTS RELATIFS A L'AIR

# I.I. Plan National Santé-Environnement (PNSE)

Au cœur des engagements du Grenelle de l'environnement, la thématique santé environnement regroupe les aspects de la santé humaine qui sont influencés par l'environnement, et notamment par les pollutions environnementales.

Le deuxième plan national santé environnement a été adopté en conseil des Ministres le 24 juin 2009 pour la période 2009-2013. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de la santé et de l'écologie, il a fait l'objet d'une déclinaison en plans régionaux santé environnement.

Le troisième PNSE (2015-2019) a témoigné de la volonté du gouvernement de réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable à la santé.

Le 4ème PNSE (2021-2025) a été lancé en mai 2021. Il poursuit quatre objectifs ambitieux pour les cinq prochaines années :

- Permettre à chacun, jeunes, citoyens, élus, professionnels, d'être mieux informé et d'agir pour protéger sa santé et celle de son environnement grâce à des outils simples et facilement accessibles;
- Réduire les expositions environnementales et leur impact sur la santé et celle des écosystèmes;
- Impliquer davantage les collectivités, pour que la santé environnement se décline dans les territoires (communes, établissements publics de coopération intercommunale, départements, régions), au plus près des besoins de chacun;
- Grâce à la recherche, mieux connaître les expositions tout au long de la vie et comprendre les effets des pollutions de l'environnement sur la santé.

# 1.2. Plan Régional Santé Environnement (PRSE)

Dans la continuité des Plans nationaux Santé Environnement I et 2, le troisième plan national Santé Environnement 2015-2019 (PNSE3) Centre-Val de Loire a été approuvé le 14 février 2017. Le PNSE3 et la feuille de route issue de la conférence environnementale 2014 ont pour ambition de réduire l'impact des altérations de notre environnement sur la santé et de maintenir un cadre de vie préservant la santé des populations.

Dans ce cadre, le PRSE3 a la volonté de poursuivre l'amélioration de la connaissance de l'exposition de la population de la région et la réduction des inégalités territoriales de santé environnement, par des actions de prévention et la mobilisation des acteurs de terrain.

Les actions du troisième Plan Régional Santé Environnement s'articulent autour de 4 axes :

- La qualité de l'air intérieur,
- La qualité de l'air extérieur,
- · L'eau et les substances émergentes,
- La santé environnement dans les territoires.

#### Le PRSE 3 est toujours d'actualité.

# 1.3. Plan Régional de la Qualité de l'Air (PRQA)

La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) n°96-1236 du 30 décembre 1996 et son décret d'application du 6 mai 1998 ont instauré l'établissement, par le Préfet de Région, de Plans Régionaux pour la Qualité de l'Air (PRQA).

Ces plans définissent les orientations régionales permettant, pour atteindre les objectifs de qualité de l'air, de prévenir ou de réduire la pollution atmosphérique ou d'en atténuer les effets. A ces fins, ils s'appuient sur un inventaire des émissions et une évaluation de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé publique et son environnement.

En région Centre, le Plan Régional pour la Qualité de l'Air a été adopté le 14 janvier 2002 par le Préfet de Région, pour une durée de 5 ans.

Dès 2006, la région Centre s'est engagée dans une procédure d'évaluation de ce plan, conformément à la réglementation. Le PRQA de 2002 a permis une meilleure connaissance de la qualité de l'air en région Centre, à travers l'extension du réseau de surveillance, l'inventaire des émissions et une surveillance des polluants directement liés aux particularités locales, ainsi qu'une meilleure connaissance des expositions et des impacts. Suite à l'évaluation, le PRQA a été révisé et adopté en 2010.

Le nouveau PRQA a identifié 4 orientations :

- Approfondir les connaissances sur la qualité de l'air,
- Mieux connaître les effets de la qualité de l'air,
- Agir pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques,
- Renforcer l'information et la sensibilisation des publics.



Chaque orientation se décline en recommandations.

Ainsi pour l'orientation « Agir pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques », les recommandations sont :

- Promouvoir l'utilisation de « technologies propres et sobres » notamment dans l'industrie,
- Réduire l'utilisation des intrants.
- Inciter à l'usage de modes de transports alternatifs,
- Favoriser l'intermodalité,
- Développer en transport l'utilisation de carburants moins polluants,
- Inciter les collectivités, entreprises, administrations, établissements scolaires à s'engager dans une démarche Plan Déplacement Entreprise (PDE),
- Mettre en œuvre des actions de réduction des émissions de gaz à effet de serre (PCT),
- Intégrer les problématiques « pollution atmosphérique » et « santé » dans les projets d'aménagement du territoire avec la prise en compte des aspects « qualité de l'air et santé dans les dossiers réglementaires comme l'étude d'impact et dans les politiques d'urbanisme et d'aménagement de l'espace, suivre les démarche d'Approche Environnementale de l'Urbanisme (AEU),
- Promouvoir la santé dans les espaces clos.

Le PRQA a été intégré au sein du SRCAE.

# 1.4. Schéma Régional Climat – Air – Energie (SRCAE)

Le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) a été élaboré conjointement par l'État et la Région Centre-Val de Loire, avec la collaboration de Lig'Air. Il a été adopté le 28 juin 2012. Au regard des engagements pris par la France depuis plusieurs années, à l'échelle mondiale, européenne ou nationale, le SRCAE est destiné à définir les grandes orientations et objectifs régionaux, en matière de :

- % maîtrise de la consommation énergétique : objectif -22 %,
- % réduction des émissions de gaz à effets de serre : objectif -24 % d'ici 2020 (réf 2008),
- % réduction de la pollution de l'air : objectif diminuer de 30 % des PM et des Nox d'ici 2020 en zones sensibles.

- % valorisation du potentiel d'énergies renouvelables de la région : objectif +29 % en 2020 dans la consommation énergétique finale,
- % adaptation aux changements climatiques.

Il dresse un inventaire des émissions de polluants atmosphériques et propose de développer des projets visant à améliorer la qualité de l'air (changer les modes de déplacements des personnes et des biens, impulser le renouvellement des appareils de chauffage au bois, ...).

Concernant la réduction de la consommation d'énergie, il s'agit de diminuer de 24 % la consommation d'énergie dans le résidentiel et le tertiaire (réduction essentiellement sur le poste de chauffage).

La réduction des émissions de gaz à effet de serre va de pair avec la réduction de consommation énergétique, mais d'autres actions sont également proposées notamment de favoriser entre les zones industrielles et les villes, l'implantation de zones d'équipement qui permettent aux salariés de trouver à proximité de leur lieu de travail des commodités de vie facilement accessible par des modes de transports doux. Dans le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire, il est conseillé de privilégier la densification des espaces urbanisés et l'utilisation combinée de modes de transport doux, des aménagements de proximité dans la conception des projets de lotissements, d'aménagements de zones d'activités ou de zones industrielles.

Le SRCAE a été intégré au sein du SRADDET (schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires).

# I.5. Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET)

La création des Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) redonne à la planification territoriale son rôle stratégique (prescriptivité, intégration de schémas sectoriels, co-construction) et renforce la place de l'institution régionale, invitée à formuler une vision politique de ses priorités en matière d'aménagement du territoire.



Le SRADDET fixe les objectifs de moyen et long termes en lien avec plusieurs thématiques : équilibre et égalité des territoires, implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional, désenclavement des territoires ruraux, habitat, gestion économe de l'espace, intermodalité et développement des transports, maîtrise et valorisation de l'énergie, lutte contre le changement climatique, pollution de l'air, protection et restauration de la biodiversité, prévention et gestion des déchets.

Il se substitue aux schémas sectoriels idoines : SRCE, SRCAE, SRI, SRIT, PRPGD.

Le SRADDET Centre-Val de Loire a été adopté le 19 décembre 2019. Il est constitué de 4 orientations stratégiques, 20 objectifs et 47 règles générales.

Concernant l'air et le climat, 8 règles sont définies :

- Faire vivre une instance partenariale de pilotage de la transition énergétique à l'échelle régionale
- Définir dans les plans et programmes des objectifs et une stratégie en matière de maîtrise de l'énergie (efficacité énergétique, sobriété énergétique) et de production et stockage d'énergies renouvelables et de récupération
- Renforcer la performance énergétique des bâtiments et favoriser l'éco-conception des bâtiments
- Articuler sur chaque territoire les dispositifs en faveur de la transition énergétique
- Favoriser sur le parc bâti les installations individuelles et collectives d'énergies renouvelables et de récupération
- Contribuer à la mise en œuvre de la stratégie régionale d'infrastructures d'avitaillement pour les véhicules légers, véhicules utilitaires légers et poids lourds à partir d'énergies renouvelables
- Identifier l'impact et la vulnérabilité au changement climatique et définir une stratégie d'adaptation des territoires (eau, risques, confort thermique, agriculture, sylviculture)
- Améliorer la qualité de l'air par la mise en place au niveau local d'actions de lutte contre les pollutions de l'air.

## 1.6. Plan de Protection de l'Atmosphère

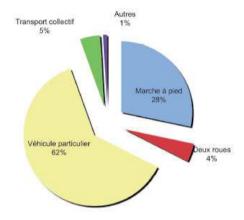
La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (LAURE) de décembre 1996 et ses textes d'application prévoient la mise en œuvre des Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) sur toutes les agglomérations françaises de plus de 250 000 habitants.

Chartres n'est pas concerné par cette loi. Aucun PPA n'a donc été élaboré.

# I.7. Plan de Déplacement Urbain (PDU)

#### Le PDU de l'agglomération chartraine a été approuvé le 10 février 2014.

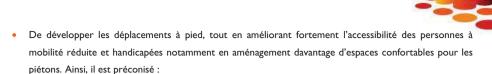
Ce document comprend un diagnostic qui fait état d'une enquête menée auprès de la population en 2009 sur les modes de transport du Bassin Chartrain.



Cependant, les pratiques de déplacement sont radicalement différentes entre l'urbain et le périurbain. En effet, la voiture occupe 57 % en milieu urbain contre 84 % en milieu périurbain. De manière générale, en milieu urbain la mobilité est plus élevée, le taux de motorisation est plutôt faible et la marche à pied constitue une forte part en particulier à Chartres. Concernant les flux, ils se concentrent principalement sur la ville de Chartres. On constate également de nombreux flux entre les autres communes de Chartres Métropole (85 542 déplacements par jour). Trois types de flux, tous modes confondus, se distinguent :

- 28 % de flux internes à la ville de Chartres,
- 30 % de flux d'échange avec la ville de Chartres,
- 42 % de flux non liés à Chartres.

Globalement, Chartres bénéficie d'une desserte ferroviaire de bon niveau, en comparaison avec les niveaux de desserte des autres agglomérations de la Région. La fréquentation des gares est étroitement liée à leur niveau de desserte : la gare de Chartres, très bien desservie, concentre 91 % des montées et descentes. Le plan d'actions est articulé autour de 4 axes :



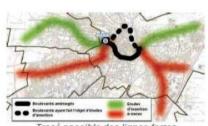
- o L'aménagement de nouvelles zones 30 apaisées,
- o L'extension du réseau par le prolongement des trottoirs et des pistes cyclables,
- o L'amélioration de la perméabilité de la trame urbaine,
- o L'amélioration de la perméabilité des grands axes et des carrefours pour les piétons,
- La limitation de l'encombrement des trottoirs
- D'améliorer l'accessibilité du réseau de voirie et de transports collectifs en cohérence avec les Schémas Directeurs d'Accessibilité des Transports Collectifs établis.

> Axe I : Mieux articuler l'urbanisme et les déplacements

Dans cette orientation, il est notamment proposé d'augmenter la densité de population et d'emploi le long des corridors de transports collectifs, en vue d'augmenter le nombre d'usagers en Limitant l'urbanisation des zones ne pouvant être correctement desservies par les transports publics. Il est également mentionné que le stationnement doit être organisé de façon à favoriser l'usage des places en ouvrages et le report sur les transports collectifs.

Axe 2 : améliorer l'organisation des réseaux de transports collectifs et renforcer l'usage des modes actifs de déplacement.

Dans cette orientation, il est mentionné la restructuration du réseau Urbain Filibus (il est notamment prévu la création de deux axes forts sur l'axe est-ouest). Il est notamment mentionné que la proposition de réseau urbain tient compte à la fois de la fréquentation actuelle et supplémentaire liées aux projets attendus notamment le PNE. (+4 000 logements<sup>1</sup>).



Tracé possible des lignes fortes (à faire évoluer à l'issue des études complémentaires d'insertion)



Rue Jean Mermoz, Chartres



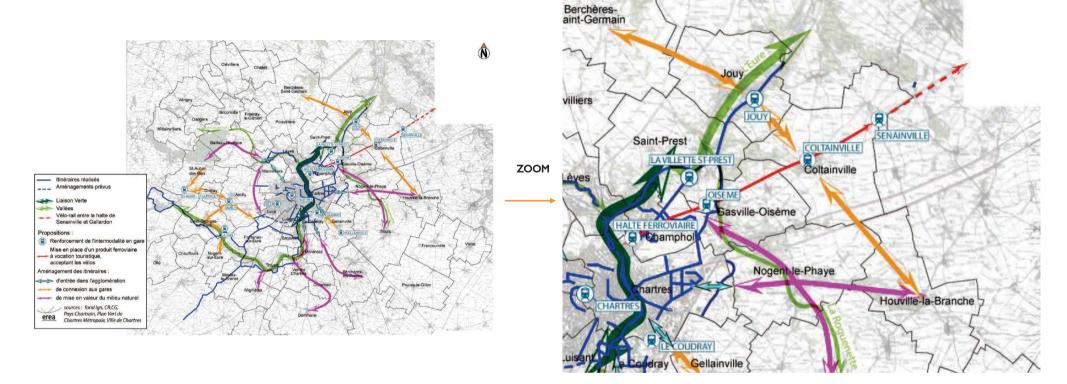
Exemple d'insertion classique

Il est également prévu la mise en œuvre d'un projet de pôle d'échanges multimodal de Chartres (rue Nicole depuis la place Pierre Semard).

Il est également proposé de définir un nouveau Plan Vert qui définira les principales liaisons cyclables à mettre en valeur sur l'ensemble du territoire Chartrain. Dans cette orientation, il est également défini :

 $<sup>^{\</sup>rm I}$  Depuis l'adoption du PDU, le nombre de logements à évoluer pour passer à environ 2 600





#### > Axe 3 : Aménager le réseau routier et maîtriser les flux motorisés

Dans cet axe, il est mentionné le projet de contournement autoroutier Nord Est de l'agglomération.

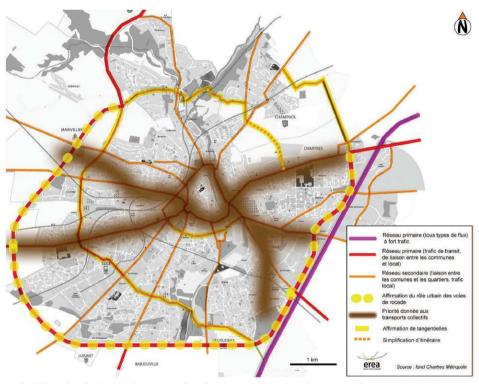


Schéma de principe de l'organisation du réseau viaire dans la perspective de création d'une infrastructure nouvelle de contournement de l'agglomération

#### Axe 4 : Organiser le management de la mobilité.

Cet axe vise à développer les actions de sensibilisation et communication visant à encourager l'écomobilité et à suivre et évaluer les actions du PDU au fil du temps.

# I.8. Plan Climat Air Energie Territorial 2021-2027 (PCAET)

La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) promulguée le 18 août 2015 impose aux collectivités de plus de 20 000 habitants de réaliser un Plan Climat Air Energie territorial (PCAET) sur l'ensemble du territoire. Dès lors Le PCET (Plan Climat Energie Territorial) en vigueur sur le territoire est devenu caduc. Cette loi donne aussi un cadre à la Programmation Pluriannuelle de l'Energie et le Plan National D'adaptation au Changement Climatique, Deux éléments structurants des PCAET.

De plus, en signant l'Accord de Paris, les Etats se sont engagés à limiter l'augmentation de la température moyenne à 2°C, et si possible à 1,5°C. Pour cela, et conformément aux recommandations du GIEC, les Etats signataires doivent atteindre la neutralité carbone d'ici à 2050. Ainsi, la première Stratégie Nationale Bas Carbone adoptée en 2015 fixe l'objectif de réduire de 75 % ses émissions de Gaz à Effet de Serre GES à l'horizon 2050 par rapport à 1990 (le Facteur 4). C'est donc un autre élément à prendre en compte dans un PCAET.

Le PCAET de Chartres Métropole a été adopté en conseil communautaire le 28 janvier 2021. Un suivi des actions est prévu au cours des 6 prochaines années. Le bilan à mi-parcours (au bout des 3 ans) permettra, d'une part, de faire le point sur l'avancement des actions et, d'autre part, d'intégrer de nouvelles actions.

Le PCAET de Chartres Métropole a retenu 6 axes stratégiques :

- ASI : Promouvoir la sobriété et améliorer la performance énergétique et climatique des bâtiments,
- AS2: Développer une mobilité adaptée à la diversité de l'espace et respectueuse de l'environnement et de la santé,
- AS3 : Développer un modèle d'agriculture plus respectueux de notre santé et de notre environnement,
- AS4 : Développer les énergies renouvelables et l'usage de produits biosourcés,
- AS5: Mobiliser les forces du territoire et accompagner les partenaires socio-économiques,
- AS6 : Aménager le territoire dans la logique d'une résilience aux changements climatiques et visant l'amélioration de la qualité de l'air.



# 2. LES SOURCES D'EMISSION

# Rôle des transports routiers en tant que source de pollution

L'activité humaine génère l'émission de nombreux polluants dans l'atmosphère. Les véhicules à moteur émettent un grand nombre de ces polluants, certains bien connus, d'autres moins. Les résultats des recherches menées tant en France qu'au niveau international permettent de calculer les quantités des principaux polluants émis par le trafic automobile et ainsi la contribution du secteur des transports routiers aux émissions totales de polluants.

## 2.2. Les sources industrielles de la zone d'étude

De par sa localisation au sein d'une zone densément urbanisée, la zone d'étude est sujette à des émissions issues de sources industrielles proches. Les industries situées à proximité sont susceptibles d'émettre des polluants atmosphériques en fonction de leur activité.

Ainsi, on peut notamment citer de nombreuses industries de fabrication de produits de parfumerie et pharmaceutiques, un site de fabrication de détergents, ou encore un moulin agro-alimentaire.

De même, la chaufferie classée en tant qu'ICPE et dont il est question au sein du point suivant, constitue également une source potentielle importante d'émissions pouvant dégrader la qualité de l'air de la zone d'étude.

## 2.3. Les sources domestiques de la zone d'étude

Au sein de cette catégorie, on peut notamment mentionner la CURDEM, qui est la chaufferie centrale des quartiers Beaulieu et La Madeleine à Chartres. Celle-ci assure le chauffage de 5000 équivalents logements au moyen d'un réseau de tuyauteries de 7 km permettant la distribution de la chaleur sous forme d'eau chaude surchauffée (180 C°- 14 bars). Cette installation complexe, malgré sa consommation, contribue au développement durable par une gestion optimale de la consommation d'énergie, par la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et par son adaptabilité aux énergies nouvelles. L'impact environnemental est réduit par rapport à de multiples petites installations ; les rejets sont minimisés, centralisés et contrôlés en continu.

La chaleur est produite à partir d'une unité de cogénération (= production simultanée d'électricité revendue à EDF et de chaleur utilisée pour le chauffage) et de 2 chaudières d'appoints et secours au gaz, soit une puissance disponible de 30 MW.

L'ensemble des habitations, utilisant notamment des moyens de combustion fossiles (bois, fioul, charbon), sont susceptibles de générer des émissions qui sont difficilement quantifiables.



# 3. NOTIONS GENERALES ET CADRE REGIEMENTAIRE

# 3.1. Généralités sur la pollution atmosphérique

#### 3.1.1 Définitions

La pollution atmosphérique est définie selon la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (loi 96-1236 du 30 décembre 1996 intégrée au Code de l'Environnement – LAURE) de la façon suivante :

"Constitue une pollution atmosphérique [...] l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influer sur les échanges climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives".

Les effets de la pollution atmosphérique se décomposent selon trois échelles spatiales qui dépendent de la capacité des polluants à migrer et de leur impact sur l'environnement :

- L'échelle locale (ville) concerne directement les polluants ayant un effet direct sur la santé des personnes et les matériaux. Cette pollution est couramment mesurée par les associations agrées de la surveillance de la qualité de l'air (AASQA).
- L'échelle régionale (environ 100 km) impactée par des phénomènes de transformations physico-chimiques complexes tels que les pluies acides ou la formation d'ozone troposphérique.
- L'échelle globale (environ 1000 km) dépend des polluants ayant un impact au niveau planétaire comme la réduction de la couche d'ozone ou le changement climatique (gaz à effet de serre).

Les polluants atmosphériques peuvent être classés selon plusieurs groupes ou familles en fonction de leur origine, de leur nature ou de leur action (effets sanitaires ou réchauffement climatique). Ces différents classements permettent de hiérarchiser les polluants selon différentes problématiques environnementales.

Les polluants primaires et secondaires. Les polluants primaires sont émis directement dans l'air ambiant.
 A contrario des polluants secondaires sont produits lors de réactions chimiques à partir de polluants primaires (l'ozone troposphérique).

- Les polluants gazeux, semi-volatils et particulaires. Les composés semi-volatils ont la propriété d'être à la fois sous forme gazeuse et particulaire (par exemple les hydrocarbures aromatiques polycycliques). Les composés particulaires sont étudiés d'une part chimiquement en prenant en compte leur nature chimique mais également en fonction de leur taille. Il existe ainsi différentes catégories chimiques, telles que les métaux lourds, mais également une distinction des particules en fonction de leur diamètre avec trois catégories les PM10, les PM2.5 et les PM1 qui correspondent respectivement aux particules de tailles inférieures à 10, 2.5 et 1 micron.
- Les polluants organiques persistants qui possèdent une grande stabilité chimique contaminent la chaine alimentaire par un transfert du sol vers les végétaux puis vers le bétail.
- Les métaux lourds.
- Les composés organiques volatils (COV) regroupent un panel très large de composés (benzène, aldéhydes, composés chlorés...)
- Les gaz à effet de serre sont des composés ayant un forçage radiatif important (comme le dioxyde de carbone ou encore le méthane).

#### 3.1.2. Principes d'action de la pollution atmosphérique sur la santé

Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé sont les conséquences d'interactions complexes entre une multitude de composés. Ces effets sont quantifiables lors d'études épidémiologiques qui mettent en parallèle des indicateurs de la pollution atmosphérique aux nombres d'hospitalisation ou au taux de morbidité.

On recense deux types d'effets :

- Les effets aigus qui résultent de l'exposition d'individu sur une durée courte. Ils s'observent immédiatement ou dans les jours qui suivent l'exposition.
- Les effets chroniques qui découlent d'une exposition sur le long terme (une vie entière). Ils sont plus difficiles à évaluer car l'association entre les niveaux de pollution et l'exposition n'est pas immédiate.

Les effets aigus ont été évalués au travers de nombreuses études :

- Le programme ERPURS (Évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé) piloté par l'observatoire régional de la santé (ORS) lle-de-France montre un excès de risque relatif de 0,9 % pour une augmentation de 10 µg/m³ des concentrations en composés gazeux ou particulaires.
- Le programme PSAS-9 (Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain) coordonné par l'InVS (Institut de Veille Sanitaire) met en évidence des résultats similaires avec un



excès de risque relatif de 0,5 à 1,3% pour 1 journée d'exposition mais qui atteint 5,1% pour 5 jours d'exposition consécutifs.

Concernant les effets chroniques, l'étude Aphekom a récemment montré que si les niveaux de particules fines PM2,5 étaient conformes aux objectifs de qualité de l'OMS de 10 µg/m³ en moyenne annuelle, les habitants de Paris et de la proche couronne gagneraient six mois d'espérance de vie.

La pollution atmosphérique, en plus d'augmenter la mortalité, génère d'autres effets sanitaires de sévérité croissante qui touchent une plus large part de la population.

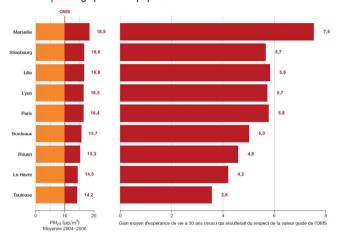


Figure I : Gain moyen d'espérance de vie (mois) à 30 ans dans les neuf villes françaises si les niveaux moyens annuels de particules fines PM2,5 étaient ramenés à la valeur guide OMS de 10 μg/m³. (Source : Aphekom)



Figure 2 : Pyramide des effets de la pollution atmosphérique : plus la gravité des effets diminue, plus le nombre de gens touchés augmente. (Source : Direction de la santé publique de Montréal 2003)

## 3.1.3. Principaux polluants atmosphériques et leurs effets sur la santé

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis car ils sont représentatifs de certains types de pollution (industrielle ou automobile) et/ou parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont avérés. Pour ces derniers, différentes directives de l'union européenne, retranscrites pour la plupart en droit national, s'appliquent et définissent des valeurs seuils de concentration à respecter.

Les principaux indicateurs de pollution atmosphérique sont présentés dans les paragraphes suivants.

#### 3.1.3.1.Dioxyde de soufre: SO2

<u>Origine</u> : Le dioxyde de soufre est principalement émis par les secteurs de la production d'énergie (raffinage du pétrole, production d'électricité) et de l'industrie manufacturière (entreprises chimiques). C'est un polluant indicateur de pollution d'origine industrielle.

Effet sur la santé : Il peut entraîner des inflammations chroniques, une altération de la fonction respiratoire et des symptômes de toux.

#### 3.1.3.2.Particules fines PM10 et PM2,5

Les particules peuvent être transportées sur de longues distances et faire l'objet de phénomènes de réémission une fois déposées.

<u>Effets sur la santé</u>: Les particules, composées de polluants organiques et chimiques, se fixent à l'intérieur des poumons, en particulier les plus fines (PM2,5) qui peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires. Elles sont ainsi la cause de nombreux décès prématurés et de l'aggravation de maladies cardio-vasculaires et respiratoires (asthme).

#### 3.1.3.3.Oxydes d'azote: NOx

Origine: Les oxydes d'azote comprennent principalement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils sont essentiellement émis lors des phénomènes de combustion. En contexte urbain, la principale source de NOx est le trafic routier. Le monoxyde d'azote (NO) rejeté par les pots d'échappement est oxydé par l'ozone et se transforme en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>).

Il est à noter que les installations de combustion ou encore les pratiques agricoles et industrielles sont, dans une moindre mesure, sources d'émissions en NOx.

Effets sur la santé : Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches.

#### 3.1.3.4. Monoxyde de carbone : CO

<u>Origine</u>: Il provient de la combustion incomplète des combustibles et des carburants. Des taux importants de CO peuvent provenir d'un moteur qui tourne dans un espace clos, d'une concentration de véhicules qui roulent au ralenti dans des espaces couverts ou du mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage.

<u>Effets sur la santé</u>: Le monoxyde de carbone se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang et peut être à l'origine d'intoxications aigües. En cas d'exposition très élevée et prolongée. Il peut être mortel ou laisser des séquelles neuropsychologiques.

#### 3.1.3.5. Composés Organiques Volatils: COV

Origine: Les composés organiques volatils sont libérés lors de l'évaporation des carburants, ou dans les gaz d'échappement. Ils sont émis majoritairement par le trafic automobile, le reste des émissions provenant de processus industriels de combustion. Cette famille comprend de nombreux composés regroupés dans les sousfamilles des alcanes, des alcènes et alcynes, des aldéhydes et cétones, des hydrocarbures aromatiques monocycliques et des hydrocarbures halogénés. En termes de qualité de l'air on évoque le plus souvent la sousfamille des hydrocarbures aromatiques monocycliques dont le benzène, le toluène, l'éthybenzène et les xylènes sont les composés les plus caractéristiques.

#### Effets sur la santé :

- Benzène: Parmi les composés organiques volatils, qui comprennent un grand nombre de substances, le benzène est un composé majeur en termes d'impact sanitaire. C'est un cancérigène notoire (classé cancérigène de catégorie A pour l'homme par l'Union européenne).
- Toluène: Il a été démontré que l'exposition au toluène provoquait une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des maux de tête, des étourdissements et une sensation d'ivresse. Elle a également été associée à des effets neurologiques, y compris une baisse de la performance dans les tests de mémoire à court terme, d'attention et de concentration, de balayage visuel et perceptivo-moteurs, et de dextérité digitale lors de l'accomplissement d'activités physiques ainsi qu'à des effets négatifs sur la vision des couleurs et la capacité auditive.
- Ethylbenzène: Les effets de ce polluant sur la santé humaine sont mal connus. En raison des effets nocifs constatés chez les animaux lors de tests, ce dernier a été classé comme peut-être cancérogène par le Centre International de Recherche sur le Cancer (groupe 2 B).
- Xylènes: Pour les trois formes de xylènes, les scientifiques ont constaté des effets similaires. A des
  concentrations de fond et pour une exposition quotidienne, aucun n'effet n'a été observé sur la santé. Pour
  une exposition de courte durée à des concentrations élevées les effets possibles sont: une irritation de la
  peau, des yeux, du nez, de la gorge, des difficultés à respirer, une altération de la fonction pulmonaire, une

réponse tardive à un stimulus visuel, des troubles de la mémoire ; des malaises à l'estomac, et des changements dans le foie et les reins. Une exposition à court ou à long terme à de fortes concentrations peut entrainer des troubles sur le système nerveux.

#### 3.1.3.6.Ozone: O<sub>3</sub>

Origine: L'ozone est un polluant secondaire (pas de source directe, formation à partir de réactions chimiques dans l'atmosphère) dont la production dépend des conditions climatiques (favorables lors de fort ensoleillement, températures élevées et absence de vent) et de la présence de précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils).

Effets sur la santé : L'ozone est un puissant oxydant pouvant agir essentiellement au niveau pulmonaire selon différents mécanismes à l'origine d'une réaction inflammatoire.

#### 3.1.3.7. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques: HAP

<u>Origine</u>: Les HAP sont formés lors de combustions incomplètes (bois, charbon, fioul, essence, goudrons de houille, cigarettes...) puis rejetés dans l'atmosphère. Cette famille comprend des composés tels que l'anthracène, le chrysène, le naphtalène, le benzo(a)pyrène.

<u>Effets sur la santé</u>: Les HAP ont principalement des effets cancérigènes (pour le naphtalène cela n'a pas été clairement démontré), toxiques pour la reproduction (uniquement pour le benzo(a)pyrène), mutagènes (benzo(a)pyrène et autres HAP à plusieurs cycles).

# 3.2. Cadre réglementaire

## 3.2.1. Cadre européen

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes. Ces dernières ont été conçues en tenant compte des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), qui déterminent des seuils à ne pas dépasser pour une vingtaine de polluants en fonction de leur impact sur la santé humaine.

La directive n° 2008/50/CE du 21 Mai 2008 de la Communauté Européenne, concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, fournit le cadre à la législation communautaire sur la qualité de l'air.

Cette directive « Qualité de l'air » fait suite à l'établissement du sixième programme d'action communautaire pour l'environnement, le 22 juillet 2002, par le Parlement et le Conseil qui, en matière de pollution atmosphérique, vise à atteindre des niveaux de qualité de l'air n'entraînant pas d'incidences ou de risques inacceptables pour la santé et l'environnement.



Les principaux objectifs de cette directive sont les suivants :

- Définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant, afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé humaine et pour l'environnement dans son ensemble,
- Évaluer la qualité de l'air ambiant dans les États membres sur la base de méthodes et de critères communs,
- Obtenir des informations sur la qualité de l'air ambiant afin de contribuer à lutter contre la pollution de l'air et les nuisances et de surveiller les tendances à long terme et les améliorations obtenues grâce aux mesures nationales et communautaires,
- Faire en sorte que ces informations sur la qualité de l'air ambiant soient mises à la disposition du public,
- Préserver la qualité de l'air ambiant, lorsqu'elle est bonne, et à l'améliorer dans les autres cas,
- Promouvoir une coopération accrue entre les États membres en vue de réduire la pollution atmosphérique.

Cette directive vise à simplifier et homogénéiser les textes précédemment en vigueur en regroupant la directive n° 96/62/CE du 27 Septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant avec les « directives filles » (1999/30/CE, 2000/69/CE, 2002/3/CE et 2004/107/CE).

## 3.2.2. Cadre français

La réglementation française pour l'air ambiant s'appuie principalement sur des directives européennes.

La directive européenne n° 96/62/CE du 27 Septembre 1996 a été transcrite en droit français par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) du 30 décembre 1996, aujourd'hui codifiée. Cette loi a notamment institué le « droit de respirer un air qui ne nuise pas à la santé », ainsi que « le droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets »

Le décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air définit la liste des polluants à suivre ainsi que seuils réglementaires.

Les polluants réglementés pour la qualité de l'air sont :

- Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>);
- Les particules en suspension (PM10 et PM2,5);
- Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>);
- L'ozone (O<sub>3</sub>);
- Le monoxyde de carbone (CO);
- Les composés organiques volatils (COV);
- Le benzène ;
- Les métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, nickel);
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (le traceur du risque cancérogène utilisé est le Benzo(a)pyrène).

Les seuils réglementaires pour la qualité de l'air sont définis selon les différentes typologies dont la définition est donnée ci-dessous.

Objectif de qualité, un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible, un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de **prévenir** ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite, un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de **prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine** ou sur l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation, un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte, un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence. La synthèse des seuils réglementaires pour la qualité de l'air sont synthétisé dans les tableaux suivants :

Tableau I : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 1/3

OMS / UE / FR = origines des valeurs

DIOXYDE d'AZOTE (NO2)				
Objectif de qualité	40 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an		
	40 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle		
Niveau critique pour la protection de la végétation (NOx)	30 μg/m² <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote		
Seuil d'information et de recommandation	200 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne horaire		
	400 μg/m³ <b>(UE)</b>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		
Seuils d'alerte		g/m³ en moyenne horaire à J-1 et à J rision de 200 μg/m³ à J+1 <b>(FR)</b>		

OXYDES D'AZOTE (NOx)		
Niveau critique pour la protection de la végétation	30 μg eq NO <sub>2</sub> .m <sup>-5</sup>	en moyenne annuelle

PARTICULES (PM <sub>10</sub> )				
Objectif de qualité	30 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeurs limites pour	50 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an		
la protection de la santé humaine	40 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle		
Seuil d'information et de recommandation	50 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne sur 24 heures		
Seuil d'alerte	80 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne sur 24 heures		

PARTICULES (PM <sub>2,5</sub> )				
Objectif de qualité	10 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	20 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeur limite 2015 pour la protection de la santé humaine	25 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle		



DIOXYDE de SOUFRE (SO <sub>2</sub> )				
Objectif de qualité	50 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an		
	125 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an		
Niveau critique pour la protection des écosystèmes	20 μg/m³ (UE)	en moyenne annuelle et en moyenne sur la période du 1er octobre au 31 mars		
Seuil d'information et de recommandation	300 μg/m³	en moyenne horaire		
Seuil d'alerte	500 μg/m³	en moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		

OZONE (O <sub>3</sub> )				
Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 μg/m <sup>3</sup>	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an		
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 μg/m³.h.	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h		
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 μg/m³	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)		
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 μg/m³.h. (UE)	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h (en moyenne sur 5 ans)		
Seuil d'information et de recommandation	180 μg/m³	en moyenne horaire		
Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240 μg/m³	en moyenne horaire		
Seuils d'alerte nécessitant la mise	1 <sup>er</sup> seuil : 240 μg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		
en œuvre progressive de mesures	2 <sup>ème</sup> seuil : 300 μg/m <sup>3</sup>	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives		
d'urgence	3 <sup>ème</sup> seuil : 360 μg/m <sup>3</sup>	en moyenne horaire		

MONOXYDE de CARBONE (CO)		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	10 mg/m³ soit 10 000 μg/m³ (FR)	pour le maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures

BENZÈNE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )				
Objectif de qualité	2 μg/m³ <b>(FR)</b>	en moyenne annuelle		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 μg/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle		

Tableau 2 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 2/3



MÉTAUX LOURDS						
Objectif de qualité		0.25 μg/m³ (FR)				
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	Plomb (Pb)	0,5 μg/m³ (UE)	en moyenne annuelle			
	Arsenic (As)	6 ng/m³ (UE)				
Valeur cible à compter de 2013	Cadmium (Cd)	5 ng/m³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10			
	Nickel (Ni)	20 ng/m³ (UE)	F 1VI <sub>10</sub>			

BENZO(A)PYRI	ÈNE (B[A]P)		
Valeur cible à	compter de 2013	1 ng/m³ <b>(UE)</b>	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction $PM_{10}$

Tableau 3 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur 3/3



# 4. DIAGNOSTIC DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE SITE ETUDIE

# 4.1. Surveillance de la qualité de l'air

L'article 3 de la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie, codifié aux articles L221.1 à L.221.5 du Code de l'Environnement, a introduit l'obligation pour l'Etat de surveiller la qualité de l'air. Les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) constituent les organismes agréés ayant pour objectif de répondre à cette exigence. Leur mission consiste à :

- Surveiller la qualité de l'air, par l'intermédiaire d'un réseau de stations fixes de mesures et de campagnes de mesures par moyens mobiles,
- Prévoir les épisodes de pollution, notamment grâce aux modèles prévisionnistes. Ces modèles sont de plus en plus utilisés par les AASQA car ils permettent d'anticiper l'action des autorités en cas d'épisode de pollution afin de prévenir ou limiter l'exposition des personnes à des forts niveaux de modélisation,
- Informer les autorités et les citoyens au quotidien ou en cas d'épisode de pollution en leur permettant l'accès aux données.

Lig'Air est une association régionale du type loi de 1901 créée le 27 novembre 1996 pour assurer la surveillance de la qualité de l'air en région Centre - Val de Loire. Elle a pour rôle la surveillance sur 6 départements de la région Centre- Val de Loire. l'information et la diffusion de ses résultats.

La qualité de l'air de Chartres est suivie par deux stations de mesures :

- Station Chartres-Fulbert (au niveau du Lycée Fulbert),
- Station Chartres-Lucé (au niveau de la rue Charles Brune à Lucé). La station la plus proche de la zone d'étude est celle Chartres-Fulbert.

Sur l'agglomération chartraine, deux stations mesurent le NO<sub>2</sub> jusqu'en 2011. Puis en 2012 à 2018, seule une station mesure le NO<sub>2</sub>. On note également l'apparition de la station de mesure Chartres trafic en 2019.

Le bilan de l'année 2012 pour cette station fait apparaître que la moyenne annuelle de  $NO_2$  est de 15  $\mu g/m^3$  pour une valeur limite fixée à 40  $\mu g/m^3$ . Par ailleurs, pour la station Chartres-Lucé, la moyenne annuelle de  $NO_2$  en 2012 était de 16  $\mu g/m^3$ ; elle est de 11  $\mu g/m^3$  en 2018.

Le seuil de protection de la santé concernant l'ozone a été dépassés pendant 9 jours, en 2017 au niveau de la station Chartres-Fulbert.

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. Les valeurs correspondent à des moyennes annuelles en ug/m³.

Ces mesures montrent que les concentrations sont largement inférieures aux objectifs de qualité.

On note une baisse des polluants mesurés au fil des ans excepté pour l'O3.

SO₂

SO<sub>2</sub>

	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

Ces mesures montrent que les concentrations sont largement inférieures aux objectifs de qualité. Les valeurs évoluent peu au fil des ans.

#### ➤ PMI0

PM <sub>10</sub>		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Fulbert	14	16	17																ĹÍ	15	13
	Lucé	14	16	17	18	16	16	17	26	24	22	21	21	19	21	16	17	16	17	16		
	Moyenne	14	. 16	17	18	16	16	. 17	26	24	22	21	21	19	21	16	17	.16	17	16	15	13
	Valeur limite	48	46	44	43	41	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	Objectif de qualité	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

La valeur limite a diminué depuis 2004 avec une valeur fixée maintenant à 40  $\mu g/m^3$ . On observe une augmentation des valeurs mesurées assez constante depuis 2000 avec un pic en 2007 et depuis une diminution. Les valeurs restent toutefois encore inférieures aux objectifs de qualité.

#### ➤ PM2.5

PM <sub>2,5</sub>		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2564	Lucé													15	15	11	10	12	10	10	j j	
PM <sub>2,5</sub> trafic	Chartres trafic																				11	8
	Valeur limite										99.			27	26	26	25	25	25	25	25	25
	Objectif de qualité													10	10	10	10	10	10	10	10	10

Les PM2.5 ont commencé à être mesurés en 2012. Les concentrations diminuent au fil des ans avec le respect de l'objectif de qualité en 2020.



#### > O

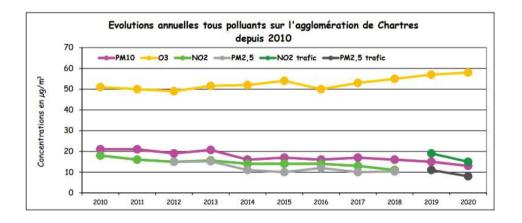
D <sub>3</sub>		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Fulbert	49	51	48	57	47	49	50	46	50	51	51	50	49	52	52	54	50	53	55	57	58
	Lucé	49	50	47	54	50	49	52	45	48	49	51	51									
	Moyenne	49	51	48	56	49	49	51	46	49	50	51	50	49	52	52	54	50	53	55	57	58

Il n'est pas présenté de valeur limite ou d'objectif de qualité pour ce polluant car la réglementation ne propose pas de valeur moyenne annuelle. On constate toutefois qu'en 20 ans les valeurs ont augmenté de  $10 \, \mu g/m^3$ .

# 

La valeur limite a fortement diminué en 10 ans passant de 60 à 40  $\mu g/m^3$  (évolution de la réglementation). En environ 20 ans, les valeurs ont diminué de moitié passant de 20  $\mu g/m^3$  en 2000 à 11  $\mu g/m^3$ .

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



# 4.2. Campagne de mesure in situ

Une campagne de mesures a été réalisée au niveau du projet afin d'évaluer le fond de pollution.

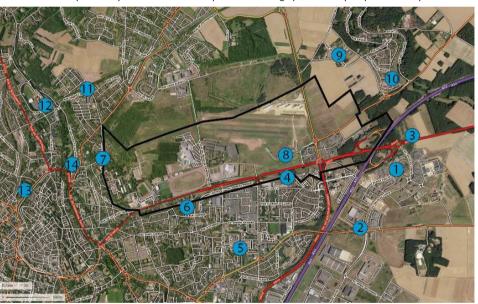
L'objectif est de faire un « point zéro » de la qualité de l'air. Les mesures ont été faites du 20 février 2012 au ler mars 2012.

Les polluants traceurs de la circulation automobile, retenus pour la campagne de mesures, sont :

- Les oxydes d'azote : dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>),
- Des Composés Organiques Volatils : Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes (BTEX).

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

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  $NO_2$  et BTEX pour chacun des capteurs.



#### Résultats de la campagne de mesure :

Combonin		C	oncentration en µg/r	m³		Observations
Capteur	NO <sub>2</sub>	Benzène	Toluène	Ethyl-benzène	Xylènes	Observations
I	25,4	0,45	2,28	< 0,03	0,03	Au Sud-Est du projet
2	32,6	0,45	3,07	< 0,03	0,05	Au Sud-Est du projet
3	35,2	0,37	1,91	< 0,03	< 0,03	A l'Est du projet
4	30,2	0,45	2,79	< 0,03	< 0,03	A l'Ouest du projet
5	20,3	1,07	3,49	< 0,03	0,03	Au Sud-Ouest du projet
6	23,7	0,52	3,53	< 0,03	0,06	A l'Ouest du projet
7	4,1	0,05	0,42	< 0,03	< 0,03	A l'Ouest du projet
8	19,6	0,05	0,19	0,20	0,80	A l'Ouest du projet
9	18,0	0,38	4,22	< 0,03	0,03	Au Nord du projet
10	19,9	0,18	1,35	< 0,03	< 0,03	Au Nord du projet
- 11	11,3	0,20	1,84	< 0,03	0,03	A l'Ouest du projet
12	15,0	0,90	1,88	< 0,03	< 0,03	A l'Ouest du projet
13	20,7	0,45	3,17	< 0,03	< 0,03	A l'Ouest du projet
14	7,5	0,43	1,96	< 0,03	< 0,03	A l'Ouest du projet

#### Rappel:

L'objectif de qualité de l'air pour le dioxyde d'azote est de 40  $\mu g/m^3$  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  $\mu g/m^3$  en moyenne annuelle.

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

#### Evolution depuis la campagne de mesure de 2012 et recalage des mesures.

Le recalage des concentrations relevées lors de la campagne de mesure de 2012 est basé sur l'évolution des concentrations de  $NO_2$  entre 2012 et 2018 mesurées par Lig'Air en situation de fond (pas de résultats pour 2019 ni 2020).

D'après les mesures de Lig'Air, les concentrations de  $NO_2$  sur Chartres ont diminué : 15  $\mu g/m^3$  en 2012 et 11  $\mu g/m^3$  en 2018.

La baisse de la concentration est donc de 4  $\mu$ g/m<sup>3</sup>.

Ainsi, nous considérons une diminution du même ordre pour tous les points de mesures de la campagne de 2012 pour obtenir les concentrations de 2020.

Tableau 4 : Concentrations recalées entre 2012 et 2020

Point	Concentration NO <sub>2</sub> 2012	Concentration NO <sub>2</sub> 2020
I	25,4	21,4
2	32,6	28,6
3	35,2	31,2
4	30,2	26,2
5	20,3	16,3
6	23,7	19,7
7	4,1	0,1
8	19,6	15,6
9	18,0	14,0
10	19,9	15,9
П	11,3	7,3
12	15,0	11,0
13	20,7	16,7
14	7,5	3,5



#### Conclusion:

- Les concentrations de dioxyde d'azote et de benzène mesurées lors de la campagne de mesures initiales 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.

# 5. POPULATION EXPOSEE

Le domaine d'étude est fixé par les axes routiers impactés par la future ZAC.

Le domaine étudié doit être suffisamment grand pour que les obstacles (bâtiments, arbres) puissent être considérés comme faisant partie du terrain et pour contenir les panaches calculés, soit il est pris en compte les 3 communes autour et Chartres.

Le tableau ci-dessous fournit les données de population du recensement INSEE 2018 (données 2021) sur les 4 communes comprises dans le domaine.

COMMUNES	POPULATION TOTALE
CHAMPHOL	3 682
CHARTRES	38 426
GASVILLE-OISEME	I 487
NOGENT-LE-PHAYE	I 474

Source : INSEE, Recensement 2018

#### > Répartition des enfants de moins de 6 ans

Le tableau suivant présente la répartition des enfants par âge (de 0 à 14 ans) sur les communes concernées par la zone d'étude.

COMMUNES	TOTAL ENFANTS DE 0 A 14 ANS
CHAMPHOL	714
CHARTRES	6 457
GASVILLE-OISEME	286
NOGENT-LE-PHAYE	267

#### Source : INSEE, Recensement 2018

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
	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
CHARTRES	CRECHE FAMILIALE CENTRE-VILLE	40
CI II WEITED	HALTE-GARDERIE DE BEL AIR	15
	CRECHE COLLECTIVE LA MADELEINE	50
	CRECHE LE JARDIN DES P'TITS LUTINS	H



COMMUNE	TYPE DE STRUCTURE	CAPACITE AUTORISEE
	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
CHARTRES	EHPAD « NOTRE DAME DE JOIE »	49
	L. F. « MARCEL GAUJARD »	4
	L. F. « SILVIA MONFORT »	42
	RESIDENCE ORPEA « JARDINS DE CHARTRES »	40
GASVILLE-OISEME	EHPAD « LES JARDINS D'ARIANE »	4
GASVILLE-OISEME	KORIAN PARC DE GASVILLE	nr
NOCENT LE DITAYE	CSR LA BOISSIÈRE	nr
NOGENT-LE-PHAYE	EHPAD « LES JARDINS D'AUTOMNE »	80

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





# 6. ETUDE D'IMPACT

# 6.1. Données d'entrée de l'étude d'impact sur l'air et la santé

#### 6.1.1.Réseau routier

Les calculs des émissions, de la consommation énergétique et des concentrations des polluants sont réalisés pour les axes figurant sur la figure ci-dessous. Ces axes prennent en compte les nouvelles voiries créées par le projet.

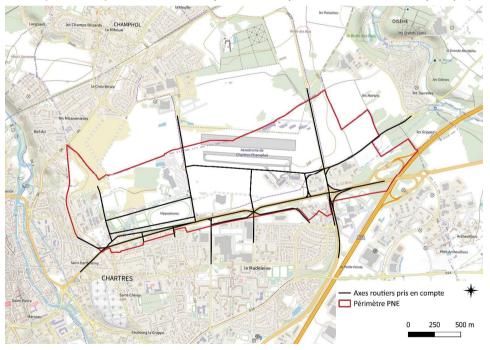


Figure 3 : Domaine d'étude retenu pour l'étude air et santé et le réseau modélisé (source : IRIS conseil)

#### 6.1.2.Relief

La figure ci-après représente une vue 2D de la topographie du domaine d'étude. Le relief du domaine d'étude est relativement plat à une altitude moyenne de 140 mNGF.

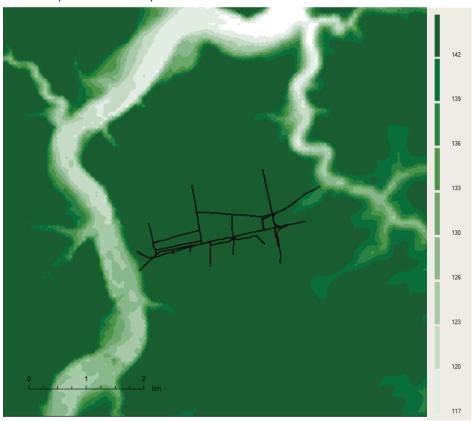


Figure 4 : Relief du domaine d'étude (source : IRIS conseil)

#### 6.1.3. Description des conditions météorologiques

Les paramètres les plus importants pour les problèmes liés à la pollution atmosphérique sont :

- La direction du vent ;
- La vitesse du vent :
- La température extérieure ;
- La pluviométrie ;
- La stabilité de l'atmosphère.

Ces paramètres sont variables dans le temps et dans l'espace. Ils résultent de la superposition de phénomènes atmosphériques à grande 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, il est nécessaire de rechercher des chroniques météorologiques :

- Suffisamment longues et complètes,
- Représentatives de la climatologie du site.

Les données météorologiques prisent en compte sont la rose des vents et la fiche climatologique de la station Météo France la plus proche de la zone d'étude.

La station météorologique le plus proche est celle de Chartres. Ci-contre, la rose des vents sur la période 1991 à 2010 est donnée.

D'après la rose des vents, les vents dominants sont du secteur Sud.

La vitesse des vents est plutôt faible à moyen.

D'après l'analyse de la fiche climatologique de la station de Caen-Carpiquet pour la période 1981 à 2010, les informations climatologiques sont les suivantes :

- La température moyenne est 11°C.
- Le nombre de jours pluvieux en moyenne sur une année est 110 jours, ce qui représente 30% de jours pluvieux sur une année.





# NORMALES DE ROSE DE VENT

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Période 1991-2010

14.5

#### 128678

CHARTRES (28)

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

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

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition Nombre de cas étudiés : 58440 Manquants : 30

DIL	[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	(#F)	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[	1 1255	DOM:	10 2025	14

Groupes de vitesses (m/s)



Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de  $360^\circ$  :  $90^\circ$  = Est,  $180^\circ$  = Sud,  $270^\circ$  = Ouest,  $380^\circ$  = Nord le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1
Edité le : 23/01/2014 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

Météo-France 73 avenue de Paris 94165 SAINT MANDE Tél.: 0 890 71 14 15 - Email: contactmail@meteo.fr



# 6.1.4. Comparaison des kilomètres parcourus entre les différents scénarios.

Les trafics affectés à chaque brin routier proviennent de l'étude de circulation réalisée par IRIS Conseil.

Dans le cadre de cette étude air et santé, trois situations sont étudiées. Elles correspondent à :

- La situation actuelle, en 2020,
- La situation future SANS et AVEC projet, en 2030,
- La situation future SANS et AVEC projet, en 2050.

Le tableau suivant présente pour chaque scénario le nombre total de kilomètres parcourus par l'ensemble des véhicules sur le réseau routier étudié.

Scénario	Nombre véh.km/jour	Variation / ACTUEL 2020 (%)	Variation / SANS PROJET 2030 (%)
ACTUEL 2020	112 627	-	-
SANS PROJET 2030	141 539	25,7%	-
AVEC PROJET 2030	155 017	29,9%	9,5%

Scénario	Nombre véh.km/jour	Variation / ACTUEL 2020 (%)	Variation / SANS PROJET 2050 (%)
ACTUEL 2020	112 627	-	-
SANS PROJET 2050	156 864	39,3%	-
AVEC PROJET 2030	209 743	61,9%	33,7%

Nous observons que la mise en place du projet d entraine une augmentation des km parcourus sur le domaine d'étude de 9,5% par rapport à la situation future SANS projet en 2030 et jusqu'à 33,7% pour la situation en 2050.

Ce résultat est cohérent du fait que le projet entraine la création de nombreux logements (2 600) ainsi que des commerces et des activités entrainant de nombreux déplacement et la création de plusieurs infrastructures.

#### 6. I.5. Répartition du parc automobile et facteurs d'émission

Pour les calculs d'émissions, il est nécessaire de connaître la répartition du parc roulant automobile sur chaque section de routes. La répartition du parc automobile a été déterminée en fonction des deux principales catégories de véhicules :

- Véhicules légers (VP / VUL);
- 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. Par ailleurs, une répartition par type de voie (urbain, route et autoroute) peut être également appliquée. La répartition du parc aux horizons 2020, 2030 et 2050 pris en compte dans les calculs est issue d'une recherche IFSTTAR (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux). Ces parcs ont été mis à jour en 2020.

#### 6.1.6. Définition des facteurs d'émissions unitaires

Les quantités de polluants, exprimées en g/km, rejetées par un véhicule sont appelées « facteur d'émission ». Pour la consommation, les données sont fournies en Tep/km (Tonne Equivalent Pétrole). Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc 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 utilisés pour l'étude sont ceux recommandés par l'Union Européenne (UE) c'est-à-dire ceux du programme COPERT 5. 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.

Pour les différents horizons étudiés, les facteurs d'émissions sont déterminés à partir d'une reconstitution prenant en compte l'évolution des normes pour chaque catégorie de véhicule et leur introduction dans le parc.



Les données concernant les véhicules sont des paramètres d'entrée liés à la répartition du parc roulant prise 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 5.

Pour chacun des parcs, 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 5.

# 6.2. Estimations des émissions polluantes 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.

#### 6.2.1. Méthodologie

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir du logiciel **TREFIC**<sup>TM</sup> version 5.1.2, distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie **COPERT V** issue de la recherche européenne (European Environment Agency). La méthodologie COPERT V est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours…).

La méthode intègre plusieurs types d'émissions :

- les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud);
- les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;
- les surémissions liées à la charge des poids-lourds.

#### Elle intègre aussi :

- les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés;
- les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC intègre également la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA et en y associant le nombre de jours de pluie annuel.

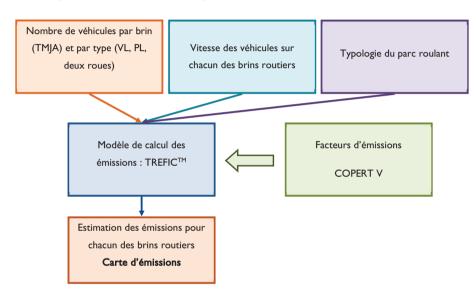


Figure 5 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier

L'évaluation des émissions routières reposent sur trois critères spécifiques présentant chacun un certain nombre d'incertitudes :

Le trafic routier retenu sur le réseau routier étudié dont les deux niveaux d'incertitude — la représentativité des périodes et des sites de comptages et l'utilisation de profils types ;

Les facteurs d'émissions sont incertains ou agrégés et ne prennent pas en compte avec assez de précision les spécificités locales (conditions météorologiques, topographie et état des routes, etc.) ou unitaires des véhicules (entretien, type de conduite, etc.);



Les parcs roulants sont représentatifs des données nationales et ne considèrent pas les spécificités d'ancienneté, de typologie et d'usage relatives à la sectorisation géographique (Paris et les petites et grandes couronnes franciliennes vs les secteurs ruraux hors agglomération, par exemple). Par ailleurs, les parcs prévisionnels reposent sur des anticipations statistiquement probables mais souvent altérées a posteriori par des évolutions conjoncturelles, politiques et sociétales.

Le cumul de ces incertitudes doit conduire à utiliser les valeurs déterminées avec prudence en favorisant davantage une analyse relative des résultats plutôt qu'une analyse absolue.

Malgré les incertitudes existantes sur les résultats, la méthodologie COPERT constitue, à ce jour, la référence en termes d'évaluation des émissions routières et son utilisation fait aujourd'hui l'objet d'un consensus au niveau européen.

## 6.2.2. Bilan des émissions en polluants sur le domaine d'étude

L'évaluation des émissions et de la consommation énergétique a été réalisée pour le réseau routier considéré dans le réseau d'étude. Le bilan des émissions de polluants (et variations de ces dernières) est présenté dans les tableaux suivants, et ce pour les horizons 2020 (situation actuelle), 2030 et 2050.

Résultats des émissions	Situation actuelle (2020)	Situation Fil de l'eau (2030)	Situation projet (2030)	Variation des émissions entre les scénarios AVEC et SANS PROJET 2030
CO (kg/j)	52,269	30,815	33,096	7,4 %
NOx (kg/j)	65,061	33,031	36,339	10 %
COVNM (kg/j)	2,626	0,921	0,996	8,1 %
PM10 (kg/j)	4,512	4,288	4,736	10,4 %
PM2,5 (kg/j)	3,150	2,611	2,883	10,4 %
SO <sub>2</sub> (g/j)	607	708	773	9,2 %
Benzène (g/j)	86,299	28,455	30,957	8,8 %
Nickel (g/j)	4,938	5,092	5,162	1,3 %
Arsenic (mg/j)	915	916	916	0 %
Benzo[a]pyrène (mg/j)	131	125	136	8,8 %
Acénaphtène (mg/j)	2175	1679	1843	9,8 %
Acénaphtylène (mg/j)	1627	1256	1379	9,8 %
Anthracène (mg/j)	298	453	494	9 %
Benzo[a]anthracène (mg/j)	231	219	239	9,1 %
Benzo[b]fluoranthène (mg/j)	193	200	217	8,5 %
Benzo[k]fluoranthène (mg/j)	167	167	181	8,4 %
Benzo[ghi]pérylène (mg/j)	259	281	308	9,6 %
Chrysène (mg/j)	493	471	510	8,3 %
Dibenzo[ah]anthracène (mg/j)	30	25	28	12 %
Fluorène (mg/j)	396	468	496	5,9 %
Fluoranthène (mg/j)	2161	2227	2436	9,4 %
Indéno[123-cd]pyrène (mg/j)	134	142	156	9,8 %
Phénanthrène (mg/j)	4225	4818	5278	9,5 %
Pyrène (mg/j)	2011	1857	2025	9 %
Benzo[j]fluoranthène (mg/j)	160	239	257	7,5 %

En 2030, certains ilots commenceront à être commercialisés. En ce sens, les déplacements vont augmenter dans le domaine étudié entrainant une augmentation d'environ 9 % des émissions des différents polluants atmosphériques entre les scénarios AVEC et SANS projet.

Résultats des émissions	Situation actuelle (2020)	Situation Fil de l'eau (2050)	Situation projet (2050)	Variation des émissions entre les scénarios AVEC et SANS PROJET 2050
CO (kg/j)	52,269	28,279	35,321	24,9 %
NOx (kg/j)	65,061	15,274	20,720	35,6 %
COVNM (kg/j)	2,626	0,777	0,989	27,3 %
PMIO (kg/j)	4,512	4,458	6,2	39,1 %
PM2,5 (kg/j)	3,150	2,603	3,618	39 %
SO <sub>2</sub> (g/j)	607	610	804	31,8 %
Benzène (g/j)	86,299	15,741	20,699	31,5 %
Nickel (g/j)	4,938	5,167	5,457	5,6 %
Arsenic (mg/j)	915	915	916	0,1 %
Benzo[a]pyrène (mg/j)	131	90	120	33,3 %
Acénaphtène (mg/j)	2175	708	955	34,9 %
Acénaphtylène (mg/j)	1627	530	715	34,9 %
Anthracène (mg/j)	298	467	614	31,5 %
Benzo[a]anthracène (mg/j)	231	156	206	32 %
Benzo[b]fluoranthène (mg/j)	193	168	216	28,6 %
Benzo[k]fluoranthène (mg/j)	167	140	178	27,4 %
Benzo[ghi]pérylène (mg/j)	259	221	296	33,9 %
Chrysène (mg/j)	493	365	465	27,4 %
Dibenzo[ah]anthracène (mg/j)	30	15	20	33,3 %
Fluorène (mg/j)	396	500	606	21,2 %
Fluoranthène (mg/j)	2161	1663	2202	32,4 %
Indéno[123-cd]pyrène (mg/j)	134	117	156	33,4 %
Phénanthrène (mg/j)	4225	3794	5061	33,4 %
Pyrène (mg/j)	2011	1263	1648	30,5 %
Benzo[j]fluoranthène (mg/j)	160	262	330	26 %

A l'horizon 2050, la mise en place du projet va entrainer une importante augmentation des flux de circulation du fait de l'arrivée de nombreux habitants et de commerces et d'activités. Ces nouveaux flux seront à l'origine d'émissions de polluants atmosphériques qui vont croître d'environ 30% entre le scénario AVEC et SANS projet. On note cependant qu'avec l'amélioration du parc roulant pris en compte entre 2020 et 2050 compensera l'augmentation du trafic dans le domaine d'étude, la majorité des émissions étant inférieures en 2050 avec le projet qu'en 2020.

# 6.2.3. Bilan de la consommation de carburant et des émissions de CO<sub>2</sub> dans le domaine d'étude

Les tableaux suivant présentent les résultats de la consommation de carburant et des émissions de dioxyde de carbone  $CO_2$  journalières sur le domaine d'étude. La consommation de carburant est exprimée en tonnes équivalent pétrole (tep), et les émissions de  $CO_2$  en tonnes.

Résultats des émissions	Situation actuelle (2020)	Situation Fil de l'eau (2030)	Situation projet (2030)	Variation des émissions entre les scénarios AVEC et SANS PROJET 2030
CO2 (t/j)	24,55	29,83	32,58	9,2 %
Consommation énergétique en tep/jour	7,66	9,33	10,19	9,2 %

Résultats des émissions	Situation actuelle (2020)		Situation projet (2050)	Variation des émissions entre les scénarios AVEC et SANS PROJET 2050
CO2 (t/j)	24,55	31,04	41	32,1 %
Consommation énergétique en tep/jour	7,66	9,73	12,85	32 %

Nous observons une augmentation globale des émissions de dioxyde de carbone et des consommations énergétiques. Cette augmentation est le reflet de l'augmentation du nombre de véhicules entre la situation actuelle et les situations projetées.



## 6.3. Calculs des coûts collectifs

#### 6.3.1. Méthodologie

Les émissions de polluants atmosphériques issues du trafic routier sont à l'origine d'effets variés. Les études distinguent principalement les effets sanitaires de l'impact sur les bâtiments et des atteintes à la végétation.

Les connaissances ont profondément évolué depuis quelques années, tant en ce qui concerne les études épidémiologiques que la dispersion. Les études réalisées ont, ainsi, mis en évidence, depuis les travaux de Dockery et Pope, l'impact des effets de la pollution atmosphérique 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 du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport a défini un cadre général pour l'évaluation socio-économique des grands projets d'infrastructures de transport. Ce document propose l'utilisation de nouvelles valeurs de référence pour le calcul des indicateurs socio-économiques dont :

- La monétarisation de la pollution de l'air ;
- La monétarisation des émissions de gaz à effet de serre.

En termes de quantification, les effets sur la santé de la pollution de l'air dépendent de la concentration en 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 le milieu traversé par le projet.

Nota Bene : depuis la publication de l'instruction du Gouvernement du 16 juin 2014, les valeurs de référence prescrites pour le calcul socio-économique font l'objet de mise à jour périodiquement en fonction des évolutions des connaissances.

Pour les calculs ci-après, les valeurs de références en vigueur depuis le 3 mai 2019 sont utilisées. Ces valeurs de références sont exposées dans les tableaux ci-contre et ci-après.

#### 6.3.2. Valeurs de référence

#### 6.3.2.1. Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à la pollution de l'air

Les valeurs de la pollution atmosphérique pour le mode routier sont données dans le tableau ci-dessous et sont exprimées en  $\mathfrak{S}_{2010}$  pour 100 véhicules et par km ( $\mathfrak{S}_{2010}/100$ véh.km):

€ <sub>2010</sub> /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
VP	11,6	3,2	1,3	I,I	0,8
VP diesel	14,2	3,9	1,6	1,3	1
VP essence	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
VP GPL	3,7	1	0,4	0,3	0,1
VUL	19,8	5,6	2,4	2	1,7
VU diesel	20,2	5,7	2,5	2	1,8
VU essence	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
PL diesel	133	26,2	12,4	6,6	4,4
Deux roues	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
Bus	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Figure 6 : Coût de pollution atmosphérique en €/100 véh.km pour le mode routier

Le choix du milieu traversé est fonction de la densité de population du site à l'étude. Le tableau ci-dessous donne la correspondance entre type de milieu et densité de population.

€ <sub>2010</sub> /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Fourchette (hab/km²)	> 4 500	I 500 – 4 500	450 – I 500	37 - 450	< 37
Densité moyenne (hab/km²)	6 750	2 250	750	250	25

Figure 7 : Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

Dans le cas de la présente étude, nous avons considéré un milieu de type urbain diffus.

Dans ce cas, les coefficients pris en compte pour le calcul des couts liés à la pollution de l'air sont :

Pour les VP : 1,1 €/100 véh.km
 Pour les PL : 6.6 €/100 véh.km

#### 6.3.2.2. Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à l'effet de serre additionnel

Les coûts liés à l'effet de serre sont fonction du coût de la tonne de  $CO_2$ . Ces coûts sont présentés dans le tableau suivant :

Prix de la tonne de carbone en €2010						
2018	2020	2030	2040	2050		
54 €	87 €	250 €	500 €	775 €		

Tableau 5 : Coût de l'effet de serre en €/tonne de carbone

- Pour la situation actuelle, 2020, nous retiendrons le prix de **87** € la tonne de carbone.
- Pour l'année 2030, nous retiendrons 250€ la tonne de carbone,
- Pour l'année 2050, nous retiendrons 775€ la tonne de carbone.

#### 6.3.3. Application au projet

#### 6.3.3.1. Calcul des coûts collectifs liés à la pollution de l'air

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

Scénario	Coût VL en €/jour	Coût PL en €/jour	Coût TOTAL en €/jour	Variation / ACTUEL 2020 (€/jour)	Variation / Mise en service 2030 (€/jour)
ACTUEL 2020	1 130	654	I 784	-	-
FIL DE L'EAU 2030	I 428	773	2 201	417	-
PROJET 2030	I 569	819	2 387	603	186

Tableau 6 : Coûts collectifs liés à la pollution de l'air sur la zone d'étude en € pour la situation en 2030 (source : IRIS conseil)

Scénario	Coût VL en €/jour	Coût PL en €/jour	Coût TOTAL en €/jour	Variation / ACTUEL 2020 (€/jour)	Variation / Mise en service 2050 (€/jour)
ACTUEL 2020	1 130	654	I 784	-	-
FIL DE L'EAU 2050	I 588	826	2 414	284	-
PROJET 2050	2 141	1 000	3 140	1 011	727

Tableau 7 : Coûts collectifs liés à la pollution de l'air sur la zone d'étude en € pour la situation en 2050 (source : IRIS conseil)

Les coûts collectifs liés à la pollution atmosphérique augmentent entre les scénarios « actuel » et « futur ». Cette augmentation est due à la hausse du trafic dans la zone d'étude.

La variation entre le scénario SANS projet et le scénario AVEC projet est due à la hausse du nombre de véhicule kilomètre dans la zone d'étude du fait de l'arrivée de nouveaux habitants et donc une hausse des coûts.

#### 6.3.3.2. Calcul des coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel

Le calcul du coût des nuisances liées à l'effet de serre additionnel, du fait de la réalisation du projet, est présenté dans le tableau suivant :

Scénario	Coût en €/jour	Variation / ACTUEL 2020 (€/jour)	Variation / PROJET 2030 (€/jour)
ACTUEL 2020	2 136	-	-
FIL DE L'EAU 2030	7 458	5 322	-
PROJET 2030	8 145	6 009	688

Tableau 8 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel sur la zone d'étude en €/ jour pour la situation en 2030 (source : IRIS conseil)



Scénario	Coût en €/jour	Variation / ACTUEL 2020 (€/jour)	Variation / PROJET 2050 (€/jour)
ACTUEL 2020	2 136	-	-
FIL DE L'EAU 2030	24 056	21 920	-
PROJET 2030	31 775	29 639	7 719

Tableau 9 : Coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel sur la zone d'étude en €/ jour pour la situation en 2050 (source : IRIS conseil)

Les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel augmentent fortement entre les scénarios « actuel » et « futur » du fait de la hausse du prix du CO₂ (de 87 à 775€ entre les différents horizons) et l'augmentation du nombre d'habitants qui induit une augmentation des trafics dans la zone d'étude.

À l'horizon 2050, la différence entre les scénarios SANS et AVEC projet est relativement importante. Cette augmentation est également due à la hausse du nombre de véhicule kilomètre dans la zone d'étude du fait de la création de nombreux logements dans la zone d'étude qui entraineront d'importants déplacements.

# 6.4. Modélisation de la dispersion des polluants dans l'atmosphère

Une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur le domaine d'étude a été réalisée avec le modèle de dispersion ARAI IMPACT 1.8, afin d'évaluer les concentrations moyennes annuelles dans l'air en situation actuelle et à la situation future avec le projet. La modélisation s'est appuyée sur les émissions présentées au chapitre 4.

#### 6.4.1. Présentation du modèle de dispersion

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact version 1.8.

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. En revanche, il ne permet pas

de considérer les transformations photochimiques des polluants et de calculer les concentrations des polluants secondaires tels que l'ozone.

Sans être un modèle tridimensionnel, ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée.

#### 6.4.2. Mise en œuvre des simulations

Cette simulation a pour objectif de fournir des ordres de grandeur des concentrations des polluants au niveau du sol et de montrer l'influence de la climatologie du site sur la dispersion des polluants.

Les hypothèses de calcul retenues pour les simulations sont les suivantes :

- Une prise en compte de la topographie au pas de 10 m sur la zone d'étude ;
- Les émissions calculées au chapitre précédent ;
- Les données météorologiques de la station de Chartres pour la période 1981-2010 ;
- Prise en compte de la pollution de fond ;
- Un modèle de dispersion de Pasquill ;
- Le calcul des dépôts au sol.

#### 6.4.2.1. Formule des écarts-type (modèle de dispersion)

La dispersion du polluant autour de sa trajectoire nécessite la connaissance des écarts-type.

Les écarts-type sont les paramètres qui pilotent la diffusion du panache.

La formule des écarts-type utilisée est celle de Pasquill.

#### 6.4.2.2. Calcul des dépôts au sol

Concernant les calculs de dépôts au sol, les calculs prennent en compte les dépôts secs sur le sol conduisant à un appauvrissement du panache.

Les particules très fines et les gaz se déposent sur les surfaces par divers processus biologiques, chimiques et physiques. Il est donc nécessaire de connaître les vitesses de dépôt des différents polluants étudiés.

Le paramètre qui influence les dépôts secs est la vitesse de dépôt, exprimée en m/s. Cette vitesse permet de tenir compte de la capacité du sol à retenir le polluant qui se dépose. Ces vitesses ont fait l'objet de plusieurs recherches et plusieurs références bibliographiques existent sur ces données. Il est nécessaire de connaître les vitesses de dépôt de chaque polluant étudié.



## 6.4.3. Caractéristiques des polluants

Le tableau suivant résume les caractéristiques des polluants utilisés dans le cadre de cette étude.

Tableau 10 : Caractéristiques des polluants étudiées - Source : IRIS conseil

N°	Polluants	Phase du polluant	Diamètre des particules (µm)	Vitesse de dépôt (cm/s)
I	Particules PM10	Particules	10	1,3
2	Particules PM2,5	Particules	2,5	0,6
3	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	Gaz	-	-
4	Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	Gaz	-	0,6
5	Benzo(a)pyrène BaP	Particules	1,3	0,05
6	Arsenic As	Particules	5	0,22
7	Nickel Ni	Particules	5	0,45
8	Benzène	Gaz	-	-

Les résultats des simulations seront exprimés en concentration moyenne annuelle pour tous les polluants.

## 6.4.4. Pollution de fond retenue pour chaque polluant étudié

Les concentrations en pollution de fond retenues pour la modélisation des différents scénarios sont les suivantes :

Tableau II: Concentration de la pollution de fond retenues pour le projet - Source : IRIS Conseil

N°	Polluants	Concentration en pollution de fond	Unité	Source
- 1	Particules PM10	13	μg/m³	Rapport annuel 2020 – LIG'AIR
2	Particules PM2,5	10	μg/m³	Rapport annuel 2018 – LIG'AIR
3	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	П	μg/m³	Rapport annuel 2018 – LIG'AIR
4	Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	2	μg/m³	Rapport annuel 2006 – LIG'AIR

Pour les autres polluants inclus dans la modélisation, la concentration de fond est de 0 dans le modèle car aucune donnée n'est disponible à leur sujet sur le site LIG'AIR au niveau de la zone d'étude.

#### 6.4.5. Résultats des simulations

Les résultats sont présentés sous la forme suivante :

- Tableaux des concentrations au niveau du site sensible dans la bande d'étude ainsi que des concentrations moyennes et maximales dans la bande d'étude,
- Cartes des concentrations en moyenne annuelle pour le NO<sub>2</sub>.

Le tableau suivant donne, les concentrations maximales des 11 polluants en (en  $\mu g/m^{32}$ ). Les valeurs limites et objectif de qualité sont aussi présentés.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Excepté pour les métaux (Nickel, Arsenic et benzo(a)pyrène) en ng/m³)



Tableau 12: Concentrations maximales sur la zone d'étude pour la situation en 2030

Polluant (µg/m³) / concentrations maximales	Actuel 2020	2030 Fil de l'eau	Evolution entre 2020 et 2030 sans projet	2030 Avec projet	Impact du projet 2030	Impact du projet 2030 / actuel 2020	Réglementation Valeur limite /objectif de qualité
Benzène	0,0196491	0,0067034	-65,9%	0,0071783	7,1%	-63,5%	5/2
со	12,9244400	7,4558660	-42,3%	7,9636700	6,8%	-38,4%	-
NO2	19,1964100	15,5219700	-19,1%	15,8495000	2,1%	-17,4%	40 / 40
PM10	13,7249700	13,6627300	-0,5%	13,7175800	0,4%	-0,1%	40 / 30
PM2,5	10,5291600	10,4151500	-1,1%	10,4498300	0,3%	-0,8%	25 / 10
COVNM	0,5365513	0,1902344	-64,5%	0,2035953	7,0%	-62,1%	-
SO2	2,1043580	2,1212260	0,8%	2,1306690	0,4%	1,3%	-
Arsenic	0,1436286	0,1437000	0,0%	0,1437366	0,0%	0,1%	6 / -
Nickel	0,7920803	0,8206306	3,6%	0,8312088	1,3%	4,9%	20 / -
Nox	12,1494600	6,3797680	-47,5%	6,8597080	7,5%	-43,5%	-
Benzo[a]pyrène	0,0000263	0,0000245	-6,9%	0,0000263	7,4%	-0,1%	1/-

Tableau 13 : Concentrations maximales sur la zone d'étude pour la situation en 2030

Polluant (µg/m³) / concentrations maximales	Actuel 2020	2050 Fil de l'eau	Evolution entre 2020 et 2050 sans projet	2050 Avec projet	Impact du projet 2050	Impact du projet 2050 / actuel 2020	Réglementation Valeur limite /objectif de qualité
Benzène	0,0196491	0,0040296	-79,5%	0,0042506	5,5%	-78,4%	5/2
со	12,9244400	6,6308140	-48,7%	6,9487120	4,8%	-46,2%	-
NO2	19,1964100	13,0346700	-32,1%	13,5215400	3,7%	-29,6%	40 / 40
PM10	13,7249700	13,6605700	-0,5%	13,9721800	2,3%	1,8%	40 / 30
PM2,5	10,5291600	10,3938900	-1,3%	10,5749400	1,7%	0,4%	25 / 10
COVNM	0,5365513	0,1665916	-69,0%	0,1777388	6,7%	-66,9%	-
SO2	2,1043580	2,0991810	-0,2%	2,1139740	0,7%	0,5%	-
Arsenic	0,1436286	0,1436403	0,0%	0,1436873	0,0%	0,0%	6/-
Nickel	0,7920803	0,8303521	4,8%	0,8452899	1,8%	6,7%	20 / -
Nox	12,1494600	2,8613680	-76,4%	3,5503710	24,1%	-70,8%	-
Benzo[a]pyrène	0,0000263	0,0000172	-34,8%	0,0000202	17,9%	-23,1%	1/-

#### De manière générale, nous remarquons :

- Une baisse générale des concentrations entre le scénario actuel et les scénarios Fil de l'eau excepté pour le SO<sub>2</sub> le nickel et l'arsenic,
- Une incidence assez limitée du projet par rapport aux scénarios Fil de l'eau malgré une augmentation importante des flux, notamment en 2050.





Ces concentrations s'avèrent logiques du fait que le projet va entrainer une hausse des km/véh parcourus, entrainant une émission plus importante de polluant.

La baisse de certains polluants aux horizons futurs (2030 et 2050) s'explique notamment par le fait de l'amélioration du parc roulant pris en compte.

On note enfin que l'objectif de qualité des PM2.5 est dépassé quel que soit le scénario. Cela s'explique par le fait que la valeur de fond prise en compte est de  $10\mu g/m^3$ , soit déjà l'objectif de qualité à ne pas dépasser.

Les cartes ci-après présentent les résultats de la modélisation de la dispersion de la pollution automobile (hors pollution de fond) en moyenne annuelle et à chaque horizon d'étude (2020/ 2030 sans projet / 2030 avec projet, et 2050 avec et sans projet), et ce pour le dioxyde d'azote.

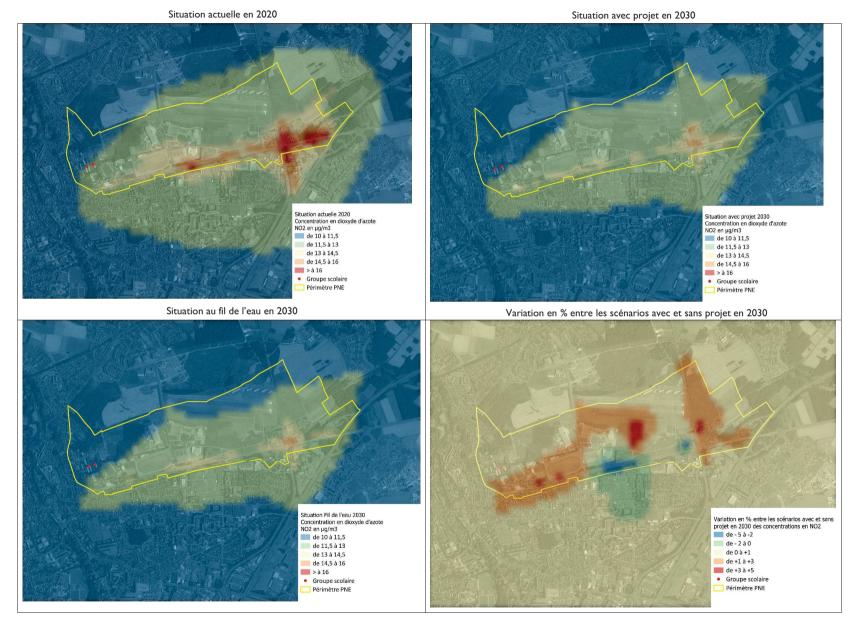
Les concentrations moyennes annuelles de ces deux polluants sont représentées pour les scénarios suivants :

- scénario actuel 2020,
- scénario de référence 2030 (sans projet),
- scénario avec projet 2030,
- scénario de référence 2050 (sans projet),
- scénario avec projet 2050,
- impact du projet en 2030 et 2050 sur les concentrations moyennes annuelles.

Ces cartes permettent d'analyser la dispersion des polluants sur l'aire d'étude et définir l'évolution de la qualité de l'air du fait de la réalisation du projet (et par rapport au scénario à terme sans projet) de la façon suivante :

- Des trafics importants sur la rue Mermoz et la RD910,
- La création de nouvelles routes de desserte du PNE.

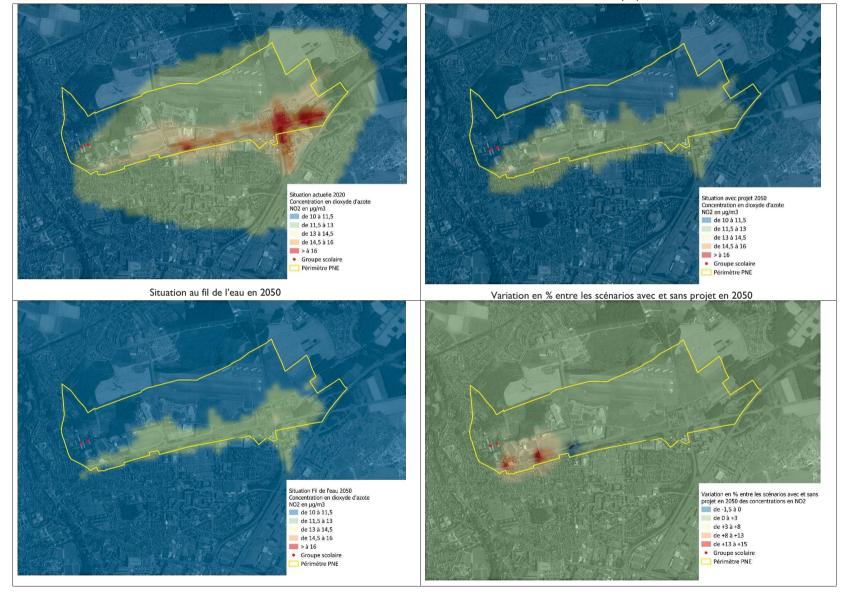






Situation actuelle en 2020

Situation avec projet en 2050





# 7. LES EFFETS DE LA POLLUTION DE L'AIR SUR LA SANTE PUBLIQUE

# 7.1. Rappels des impacts sur la santé des principaux polluants atmosphériques

Les effets des polluants sur la santé peuvent être étudiés selon trois critères :

- la durée d'exposition: elle est définie comme « aiguë » lorsque l'exposition se compte en heures, de « subchronique » lorsque la durée d'exposition est de quelques jours à quelques mois et de « chronique » lorsque la personne est exposée plusieurs années. Les effets ne sont pas toujours identiques selon la durée d'exposition.
- le caractère cancérigène ou non du polluant: lorsque le polluant porte atteinte au contenu
  chromosomique des cellules, il est appelé cancérigène et peut être à l'origine d'un développement
  anarchique de cellules, appelé tumeur. Lorsqu'il porte atteinte à une fonction biologique, on dit que ses
  effets sont systémiques.
- la voie d'exposition du polluant: plusieurs voies d'exposition peuvent être étudiées, telles que l'inhalation,
   l'ingestion et l'exposition par contact cutané.

Ainsi, la toxicologie des polluants peut être très variée selon le type d'exposition étudié.

Les principaux effets par inhalation des polluants étudiés lors d'expositions aiguë et chronique sont les suivants :

Le NO<sub>2</sub>: chez l'homme, l'exposition aiguë au NO<sub>2</sub> entraîne une diminution de la fonction respiratoire. Des études épidémiologiques de cohortes de travailleurs ont démontré un lien entre l'inhalation chronique de NO<sub>2</sub> et le développement de bronchites obstructives chroniques.

Le  $SO_2$ : une exposition aiguë au  $SO_2$  entraîne une résistance des voies aériennes, ainsi qu'une diminution du volume et du débit lors d'une expiration forcée. Ces symptômes sont exacerbés chez les personnes asthmatiques. En milieu professionnel, des émissions de  $SO_2$  en concentrations très élevées à la suite d'explosions et d'accidents ont entraîné des brûlures du tractus respiratoire allant jusqu'à une desquamation de la muqueuse respiratoire et un cedème alvéolaire hémorragique.

Les PM10: les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Par contre, les particules de petites tailles (de diamètre inférieur à 10 µm) pénètrent facilement dans les voies respiratoires jusqu'aux alvéoles pulmonaires où elles se déposent. Elles peuvent donc altérer la fonction respiratoire des personnes sensibles (enfants, personnes âgées, asthmatiques). Des études chez l'animal ont montré que les particules pouvaient être à l'origine de cancers pulmonaires, c'est pourquoi elles sont classées comme "cancérigènes probables pour l'homme" par l'US EPA (Environmental Protection Agency³).

**Le CO**: ce polluant se combine avec l'hémoglobine du sang, empêchant l'oxygénation de l'organisme. Il est à l'origine d'intoxications à dose importante et peut être mortel en cas d'exposition prolongée à des concentrations très élevées.

Le benzène: lors d'une exposition aiguë, le benzène entraîne une dépression du système nerveux central s'accompagnant de convulsions et d'une dépression des fonctions respiratoires. Lors d'une exposition à des concentrations plus faibles, les symptômes se traduisent par des céphalées, des vertiges et des nausées. Concernant l'exposition chronique, les effets systémiques du benzène sont des atteintes de la moelle osseuse avec une diminution avérée du nombre de lymphocytes, ainsi que des atteintes du système immunitaire. Le benzène est également un cancérigène avéré pour l'homme. Il est donc classé comme cancérigène de type I par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) et de type A par l'US EPA. Cette classification se justifie notamment par le nombre de cancers observés sur des cohortes professionnelles. Ces cancers sont des leucémies et autres affections du tissu hématopoïétique. Le Plan National Santé Environnement classe le benzène comme prioritaire.

Les métaux lourds: aucun effet de pointe n'est actuellement documenté. Néanmoins, outre leur pouvoir cancérigène, l'inhalation de ces métaux, même en faible quantité, peut sur une longue durée conduire à des niveaux de concentration toxique par effet d'accumulation dans l'organisme.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Agence gouvernementale de l'environnement des Etats-Unis

# 7.2. L'évaluation simplifiée des risques sanitaires – Indice IPP

Conformément à la réglementation concernant les études "Air et Santé" de niveau II, une évaluation simplifiée des risques sanitaires a été réalisée.

Elle consiste à croiser les concentrations en polluants avec les niveaux de population concernés par ces concentrations. Il s'agit de la méthode de l'IPP ou Indice Pollution Population. Cette évaluation est réalisée sur le polluant traceur du risque : le NO<sub>2</sub> conformément à la note technique du 22 février 2019.

Cet indicateur permet la comparaison entre les différents scénarios avec un critère basé non seulement sur les concentrations, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation. Conformément à la note technique, les concentrations retenues sont la somme des concentrations de fond et des surconcentrations liées aux infrastructures du réseau d'étude.

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

#### 7.2.1.Le calcul de l'IPP

L'indicateur sanitaire simplifié ou Indice Pollution Population (IPP) est calculé en croisant les concentrations en  $NO_2$  calculées précédemment avec le nombre d'habitants exposés à ces concentrations. Cet IPP est calculé dans chaque maille, puis l'ensemble des IPP est sommé afin de déterminer l'IPP global.

Les données de répartition de la population sur la zone d'étude ont été acquises auprès de l'INSEE (données population de 2018) sous forme de données de population carroyées. Un carroyage est un découpage de l'espace géographique en mailles régulières de forme carrée et de taille fixe. Les données correspondent au nombre d'habitants à l'intérieur de chaque carreau de 200 m de côté constituant le domaine d'étude (300 m autour du périmètre d'intervention du PNE).

Une estimation du nombre d'habitants par maille est ensuite définie en considérant la surface d'une maille (75m/75m) issue des résultats de la modélisation des concentrations des polluants. Le nombre d'habitants est ainsi définit par maille, ce qui donne une population globale sur notre domaine d'étude IPP de 5676 habitants en 2020. Nous avons considéré une population stable pour les scénarios Fil de l'eau en 2030 et 2050.

Pour les scénarios Avec projet, nous avons considéré les différentes phases d'aménagement du PNE.

Il est ainsi prévu la construction de 2 600 logements répartis en plusieurs phases. Nous avons considéré également 1,9 habitants par logement selon les données INSEE disponible sur la commune de Chartres.

Ainsi, pour l'horizon 2030, l'aménagement des secteurs Jardins et Balcons Nord représentera la construction de 700 logements soir 1330 habitants en plus dans le domaine d'étude.

Pour l'horizon 2050, l'aménagement des autres secteurs représentera la construction de 1900 logements soit 3 610 habitants en plus dans le domaine d'étude.

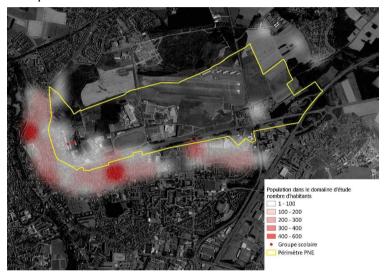


Figure 8 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (2020)



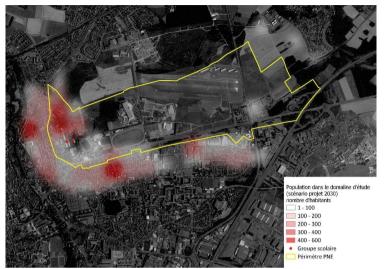


Figure 9 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (projet en 2030)

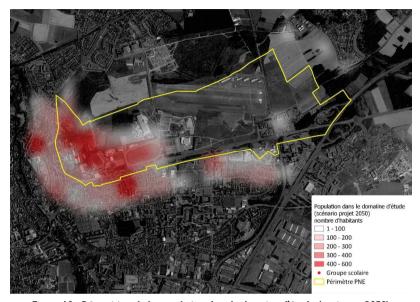


Figure 10 : Répartition de la population dans le domaine d'étude (projet en 2050)

Sous Système d'Information Géographique, les couches « population » et « concentration » sont croisées de manière à ce que, pour chaque concentration modélisée par ARIA Impact (maille de 75 mètres de côté), soit affectée un nombre d'habitants.

Le calcul de l'IPP est ensuite réalisé dans chacune des mailles du modèle ARIA, en croisant la valeur de population et la concentration calculée précédemment. Le résultat fournit un indicateur « d'exposition » de la population.

#### IPP maille = Population x Concentration

Les IPP par maille les plus forts correspondent, soit aux zones où le nombre d'habitants est le plus élevé, soit aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées, soit aux deux.



#### 7.2.2. Présentation des résultats

#### 7.2.2.1. Résultats de l'IPP cumulé

Pour calculer l'IPP cumulé sur le domaine d'étude, les IPP calculés dans chaque maille du domaine d'étude ont été additionnés. Le résultat fournit une indication de l'état sanitaire global sur le domaine d'étude et permet de voir l'évolution de la situation attendue entre 2020 (situation actuelle) et 2030 (SANS projet et AVEC projet) et 2050 (SANS projet et AVEC projet).

Le tableau suivant récapitule les résultats des IPP cumulés du NO<sub>2</sub> pour les différents horizons étudiés.

	Scénario Actuel 2020	Scénario Fil de l'eau 2030	Scénario Projet 2030	Variation avec l'aménagement (avec et sans projet)
Population dans le domaine d'étude	5 676	5 676	7 006	23,4%
IPP cumulé du NO2	68 166,4	65 676,5	77 688,0	18,3%

	Scénario Actuel 2020	Scénario Fil de l'eau 2050	Scénario Projet 2050	Variation avec l'aménagement (avec et sans projet)
Population dans le domaine d'étude	5 676	5 676	10 616	87,03%
IPP cumulé du NO2	68 166,4	63 797,0	118 846,1	86,3%

Les scénarios Fil de l'eau permettent une diminution de l'IPP du fait que l'augmentation du trafic est compensée par l'amélioration du parc roulant aux horizons 2030 et 2050.

A contrario, les scénarios Avec projet font augmenter considérablement l'IPP. Cette augmentation s'explique par l'augmentation très importante de la population au droit du domaine d'étude (+87% en 2050 par rapport à 2020).

Ce résultat reste donc cohérent avec l'estimation des émissions et la modélisation des concentrations réalisées dans les précédents chapitres.

#### 7.2.2.2. <u>Histogramme « population – pollution »</u>

L'histogramme Population-Pollution permet d'estimer la population par niveau de pollution en  $NO_2$  auquel elle est exposée.

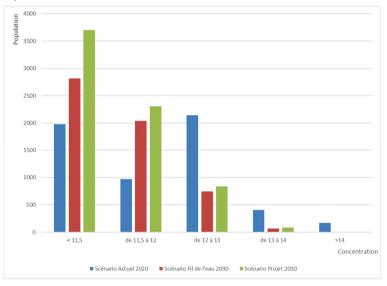


Figure 11: Histogramme Population-Pollution (2030)



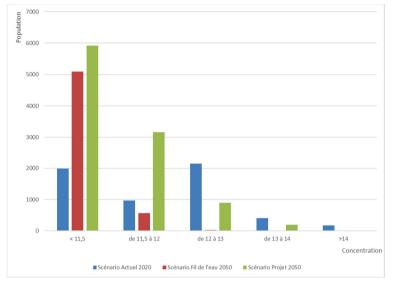


Figure 12: Histogramme Population-Pollution (2050)

Dans un premier temps, on observe la diminution de l'exposition de la population aux plus fortes concentrations (> à 12  $\mu g/m^3$ ) entre le scénario actuel 2020 et les scénarios SANS et AVEC projet en 2030 et 2050.

Ainsi, la population exposée à ces plus fortes concentrations est en baisse. Cette baisse s'explique par la diminution des polluants émis par les véhicules qui seront plus efficient malgré leur augmentation en nombre.

L'impact du projet sur l'IPP est positif car la population sera moins exposée aux concentrations les plus élevées.

# 7.3. Analyse des risques sanitaires au droit des sites sensibles

D'après la note technique du 22 février 2019, en cas de présence de lieux dits sensibles (hôpitaux, crèches, écoles, stades, centres sportifs, résidences pour personnes âgées) situés dans la bande d'étude, une évaluation quantitative du risque sanitaire (EQRS) doit être réalisée.

2 établissements scolaires sont prévus dans le secteur Balcons Sud et font donc partie du scénario Avec projet 2050.

### 7.3.1.Méthodologie

L'évaluation quantitative des risques sanitaires est basée sur la méthodologie définie en 1983 par l'académie des sciences américaine, retranscrite depuis par l'InVS dans son guide pour *l'analyse du volet sanitaire des études d'impact.* La démarche d'évaluation des risques sanitaires se décompose en 4 étapes :

- Identification des dangers qui consiste en l'identification la plus exhaustive possible des substances capables de générer un effet sanitaire indésirable.
- 2. <u>Définition des relations dose-réponse ou dose-effet</u> qui a pour but d'estimer le lien entre la dose d'une substance mise en contact avec l'organisme et l'apparition d'un effet toxique jugé critique. Cette étape se caractérise par le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour chaque toxique étudié.
- 3. Évaluation de l'exposition des populations qui permet de juger du niveau de contamination des milieux, de définir les populations potentiellement exposées et de quantifier l'exposition de celles-ci.
- 4. <u>Caractérisation des risques</u> qui est une étape de synthèse des étapes précédentes permettant de quantifier le risque encouru pour la ou les population(s) exposées. Par ailleurs, cette étape reprend des incertitudes évaluées à chacune des étapes.

Remarque importante : il convient de bien distinguer le 'danger' du 'risque'. Le danger d'un agent physique, chimique ou biologique correspond à l'effet sanitaire néfaste ou indésirable qu'il peut engendrer sur un individu lorsqu'il est mis en contact avec celui-ci, alors que le risque correspond à la probabilité de survenue d'un effet néfaste indépendamment de sa gravité.

# 7.3.2. Description des enjeux sanitaire sur la zone d'étude et voies d'exposition à étudier

Au préalable, il est nécessaire de définir les enjeux sanitaires propres à la zone d'étude.

Le schéma global d'exposition (ou schéma conceptuel) permet de mieux appréhender la problématique d'exposition de la population, et notamment d'évaluer les voies d'exposition potentielles de la population à la pollution atmosphérique (page ci-contre).



Emissions particulaires

Inhalation

Population

Absorption

Sol

Bétail

Schéma conceptuel

Compte tenu que l'évaluation sanitaire n'est réalisée qu'au droit des sites sensibles (étude de niveau II remontée au niveau I pour les sites sensibles), seule l'évaluation des risques par inhalation est prise en compte.

# 7.3.3. Etape 1 : Identification des dangers

La première étape d'une évaluation des risques sanitaires consiste à identifier les agents émis dans l'environnement dans le cadre d'un projet d'infrastructure routière, ainsi que les informations sur les dangers (effets sanitaires indésirables) inhérents à chacun d'entre eux et les voies d'exposition concernées.

Les polluants à prendre en compte dans l'évaluation des risques sanitaires sont détaillés dans le tableau page suivante.

#### La liste proposée se base :

 D'une part, sur l'avis de l'Anses du 12 juillet 2012 relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Cette liste a été déterminée à partir de données d'émission de polluants, et de critères d'ordre sanitaires à savoir la dangerosité des polluants considérés, et la disponibilité des valeurs toxicologiques de référence;  D'autre part, sur des travaux complémentaires menés par différents experts d'horizons divers portant notamment sur la robustesse des données d'entrées, le croisement avec les modalités techniques et opérationnelles de mise en œuvre tels que la faisabilité des mesures, l'interprétation des résultats de l'évaluation de risques ou robustesse des facteurs d'émission et sur lesquels une demande d'appui scientifique et technique a été faite à l'ANSES par la DGPR et la DGS et rendue le 11 juillet 2018.

A noter que dans le cadre du présent projet et de sa situation géographique, seule la voie d'exposition respiratoire est considérée.

En zone urbaine, les habitants ne disposent pas tous de jardin. Cependant si les habitants pratiquent la culture de légumes et fruits, celle-ci ne constitue pas la source principale d'alimentation de la population résidente. Et c'est pour cette raison que nous n'étudierons pas l'exposition par ingestion des aliments produits sur le secteur d'étude.

Le tableau suivant synthétise les substances étudiées :

Tableau 14: Substances étudiées dans l'ERS pour une étude de niveau 1 - Source : note technique du 22 février 2019

Durée d'exposition	Polluants	
	Particules PM10	
Aiguë	Particules PM2,5	
	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	
	Particules PM10	
	Particules PM2,5	
	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>	
	I_3_butadiène	
	Benzo(a)pyrène BaP	
	Arsenic As	
	Chrome Cr	
Chronique	Nickel Ni	
	Benzène	
	Acénaphthène	
	Acénaphthylène	
	Anthracène	
	Benzo[a]anthracène	
	Benzo[b]fluoranthène	
	Benzo[k]fluoranthène	



Benzo[ghi]pérylène
Chrysène
Dibenzo[ah]anthracène
Fluorène
Fluoranthène
Indéno[123-cd]pyrène
Phénanthrène
Pyrène
Benzo[j]fluoranthène

### 7.3.4. Etape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence

Les valeurs toxicologiques de référence (VTR) pour une substance donnée sont des valeurs établissant une relation entre les niveaux d'exposition auxquels les personnes peuvent être exposées et l'incidence ou la gravité des effets associés à l'exposition.

#### 7.3.4.1.Méthode

Les valeurs toxicologiques de référence sont distinguées en fonction de leur mécanisme d'action :

<u>Les toxiques à seuil de dose</u> : Les VTR sont les valeurs en dessous desquelles l'exposition est réputée sans risque :

Les toxiques sans seuil de dose: Les VTR correspondent à la probabilité, pour un individu, de développer l'effet indésirable (ex: cancer) lié à une exposition égale, en moyenne sur sa durée de vie, à une unité de dose de la substance toxique. Ces probabilités sont exprimées par la plupart des organismes par un excès de risque unitaire (ERU). Un ERU de 10-5 signifie qu'une personne exposée, en moyenne durant sa vie à une unité de dose, aurait une probabilité supplémentaire de 1/100 000, par rapport au risque de base, de contracter un cancer lié à cette exposition.

#### 7.3.4.2. Sources de données

D'après la note d'information N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, il est recommandé de sélectionner la VTR proposée par l'un des organismes suivants : Anses, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

Par mesure de simplification, dans la mesure où il n'existe pas de méthode de choix faisant consensus, il est recommandé de sélectionner en premier lieu les VTR construites par l'Anses même si des VTR plus récentes sont

proposées dans les autres bases de données. À défaut, si pour une substance une expertise nationale a été menée et a abouti à une sélection approfondie parmi les VTR disponibles, alors cette VTR doit être retenue, sous réserve que cette expertise ait été réalisée postérieurement à la date de parution de la VTR la plus récente.

En l'absence d'expertise nationale, la VTR à retenir correspond à la plus récente parmi les trois bases de données : US-EPA, ATSDR ou OMS sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée.

Si aucune VTR n'était retrouvée dans les 4 bases de données précédemment citées (Anses, US-EPA, ATSDR et OMS), la VTR la plus récente proposée par Santé Canada, RIVM, l'OEHHA ou l'EFSA est utilisée.

En l'absence de VTR dans une de ces 8 bases de données, la note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 indique qu'il est préférable d'éviter d'utiliser d'autres valeurs telles qu'une valeur toxicologique publiée par un autre organisme que ceux précédemment listés, ou une valeur limite d'exposition professionnelle ou encore une valeur guide de qualité des milieux.

Les VTR utilisées en évaluation de risques sanitaires doivent avoir des fondements uniquement sanitaires. Cependant, certaines valeurs émises par l'OMS (appelées « valeurs guides ») sont établies en tenant compte de considérations supplémentaires (environnementales, techniques, économiques...). Lorsque de telles valeurs guides (VG) sont utilisées à défaut de VTR, elles sont traitées à part dans l'étude et il ne sera pas réalisé de caractérisation des risques comme avec une VTR, mais seulement une comparaison des VG avec les doses d'exposition. En revanche, si une VG peut être assimilée à une VTR de par sa construction, alors un calcul de risque sera réalisé. La figure ci-dessous présente le logigramme permettant de choisir les VTR selon les recommandations de la note ministérielle N°DGS/EAI/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014.



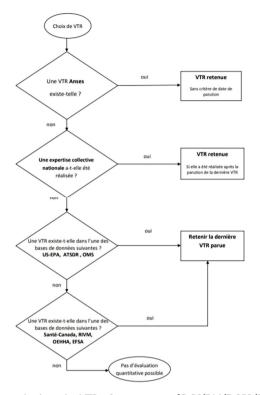


Figure 13 : Logigramme pour le choix des VTR - Source : note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014

#### 7.3.4.3. Choix des valeurs toxicologiques de référence

Les tableaux suivants synthétisent les VTR (ou les valeurs-guides) retenues selon les recommandations de la note N°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 pour chaque durée d'exposition (aiguë et chronique) et chaque type d'effet (à seuil ou sans seuil de dose). Pour les HAP, il n'existe pas de VTR mais des facteurs d'équivalence toxiques existent avec le Benzo(a)pyrène comme substance de référence (facteur égal à 1).

Dans le cas de l'exposition aiguë, le guide de l'Anses de 2012 recommande de considérer uniquement les poussières et le dioxyde d'azote. Pour ces substances/famille de substance, seules des valeur-guides sont disponibles :

Tableau 15: valeurs guides pour l'exposition aiguë

Substance	VTR aiguë /VG en μg/m³	Durée	Système cible	Référence
NO <sub>2</sub>	25	24h	Respiratoire	OMS, 2021
PM10	45	24h	Respiratoire	OMS, 2021
PM2,5	15	24h	Respiratoire	OMS, 2021

Tableau 16: VTR chronique non cancérigène

Substance	VTR en μg/m³	Système cible	Référence
PM10 *	15	Respiratoire	OMS, 2021
PM2,5 *	5	Respiratoire	OMS, 2021
NO <sub>2</sub> *	10	Respiratoire	OMS, 2021
1,3-butadiène	2	Reproductif et développemental	Expertise Ineris 2011 (US-EPA, 2002)
Benzo(a)pyrène BaP	0.002	Reproductif et développemental	US-EPA, 2017
Arsenic	0.015	Nerveux, Reproductif et développemental	Expertise Ineris 2010 (OEHHA, 2008)
Chrome VI	0.03	Respiratoire	OMS, 2013
Nickel (sous forme oxydé)	0.23	Respiratoire	TCEQ, 2011
Benzène	10	Hématologique et immunitaire	Anses, 2008

<sup>\*</sup> valeur guide

Tableau 17 : VTR chronique cancérigène

Substance	VTR en (μg/m³)-l	Système cible	Référence		
I.3-butadiène	1.70E-04	Respiratoire Expertise Ineris, 2			
1,5 battarene	1.702 01	respiracon e	(OEHHA, 2011)		
Benzo(a)pyrène B(a)P	1.10E-03	Respiratoire	OEHHA, 2009		
Arsenic	1.50E-04	Respiratoire	Anses (TCEQ, 2012)		
Chrome VI	4.00E-02	Respiratoire	OMS, 2013		
Nickel (sous forme oxydé)	1.70E-04	Respiratoire	TCEQ, 2011		
Benzène	2.60E-05	Hématologique et Anses, 20 immunitaire	Anses 2014		
Delizerie	2.002-03		Anses, 2014		



#### Cas particulier du nickel

Dans le cadre de cette étude, le nickel pris en compte est uniquement émis par combustion de carburant (émission à chaud et à froid). L'expertise de l'Ineris de 2007 propose 2 VTR respiratoires pour cette substance : une VTR pour l'oxyde de nickel et une autre pour les autres formes de nickel. Les produits de combustion s'oxydent avec l'oxygène de l'air, par conséquent, il a été jugé plus pertinent de prendre en compte la VTR associée à l'oxyde de nickel qui apparait comme la forme de nickel la plus cohérente avec le contexte (par rapport à d'autres formes de nickel).

#### Cas particulier du Chrome

Dans l'environnement, le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation, principalement le chrome III (Cr III) et le chrome VI (Cr VI), c'est la raison pour laquelle des VTR pour la voie respiratoire sont disponibles pour le chrome VI et le chrome III. De ces deux degrés d'oxydation, le chrome VI est le plus toxique, c'est pourquoi il est retenu comme représentant du chrome et de ses composés dans la présente ERS. Pour le chrome VI, des VTR sont à la fois disponibles pour la forme particulaire et pour la forme aérosol. La forme aérosol correspond à une forme dissoute, il est donc préféré la forme particulaire qui correspond mieux au contexte de notre étude.

Dans le cadre de cette étude, le chrome est émis par l'usure des pneus, des freins, de l'embrayage et de la route. Parmi les différentes sources d'émission en chrome, aucune information n'est exploitable pour estimer la part de chrome VI dans le chrome total, il a donc été décidé, dans une hypothèse majorante, de considérer la totalité du chrome émis comme du chrome VI.

#### Cas particulier des hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP

Pour les effets sans seuil de dose, les recommandations de l'Ineris sont suivies. Elles consistent à tenir compte des facteurs d'équivalence toxique pour calculer les VTR sans seuil de chacun des HAP qui ne disposent pas de VTR spécifiques, à partir de la VTR sans seuil du benzo(a)pyrène (ANSES, 2012). Les facteurs d'équivalence toxique (FET) utilisés sont ceux qui ont été retenus en France par l'Ineris à l'issue d'un travail d'analyse des différents FET disponibles dans la littérature. Les valeurs de ces FET sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 18: Facteur d'équivalence toxique pour les HAP

Substance	FET
Benzo(a)pyrène BaP	1.000
Acénaphthène	0.001
Acénaphthylène	0.001
Anthracène	0.01
Benzo[a]anthracène	0.1
Benzo[b]fluoranthène	0.1
Benzo[k]fluoranthène	0.1
Benzo[ghi]pérylène	0.01
Chrysène	0.01
Dibenzo[ah]anthracène	T
Fluorène	0.001
Fluoranthène	0.001
Indéno[123-cd]pyrène	0.1
Phénanthrène	0.001
Pyrène	0.001
Benzo[j]fluoranthène	0.1

### 7.3.5. Etape 3: Evaluation des expositions

L'objet de ce chapitre est d'évaluer les doses auxquelles les populations humaines sont susceptibles d'être exposées.

#### 7.3.5.1. Voies et vecteurs d'exposition

La population de la bande d'étude est exposée aux substances présentes dans son environnement essentiellement par voies respiratoire, orale et cutanée. L'objectif de cette ERS est de quantifier les risques sanitaires uniquement pour la voie respiratoire, par conséquent, seule la voie respiratoire a été appréhendée dans le cadre de cette étude. La voie respiratoire est en effet la principale voie d'exposition aux polluants atmosphériques.

De manière générale, l'exposition d'une population est déterminée à partir du calcul de la concentration moyenne inhalée (CMI) en chaque substance, selon l'équation générale suivante :

$$CMI = (\sum C_i \times T_i) \times F \times \left(\frac{DE}{T_{i-1}}\right)$$
 équation I



CMI: Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

Ci : Concentration de polluant représentative de la période d'exposition (µg/m³)

Ti : Taux d'exposition à la concentration Ci pendant une journée (sans unité)

F : Fréquence ou taux d'exposition annuel qui correspond au nombre de jours d'exposition sur une année (sans unité)

DE : Durée d'exposition, intervient uniquement dans le calcul des risques cancérigènes (années)

Tm : Période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années), intervient uniquement pour les effets cancérigènes où cette variable est assimilée à la durée de la vie entière standard.

Les paramètres d'exposition Ti, F et DE doivent être renseignés pour tenir compte des conditions d'exposition auxquelles sont confrontées les populations considérées.

Le paramètre Ci (concentration en polluant dans l'air) de l'équation I est issu de la somme des concentrations modélisées et de celle de fond de la zone.

#### 7.3.5.2. Scénarios d'exposition retenus

L'évaluation des risques sanitaires a été réalisée selon trois scénarios d'exposition : scolaire, EHPAD et sportif. Les valeurs paramétriques choisies pour l'application de l'équation I sont présentées ci-dessous.

#### 

Il a été choisi une période de :

 8 heures par jour de présence dans le groupe scolaire et la crèche ce qui revient à prendre un taux d'exposition journalier (Ti) égal à 0,34;

#### 

Il a été considéré une période de :

16 semaines de congés scolaires pour le groupe scolaire et la crèche ainsi qu'une phase de présence de 5
jours par semaine hors vacances soit 180 jours sur une année. Soit une fréquence d'exposition (F) de 0,49
(180/365).

#### Solution Solution → Solution → Solution → Durée d'exposition (DE)

Les VTR pour les substances cancérigènes sans effet de seuil sont calculées pour une exposition sur une vie entière (égale, par convention, à 70 ans). Aussi pour ces effets, un facteur de pondération est introduit dans le calcul de la Concentration moyenne inhalée (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**), pour les expositions de durée inférieure

à 70 ans. Ce facteur de pondération est égal au rapport entre la durée d'exposition (DE), correspondant à la durée de séjour des individus sur le site exposé à la pollution, et le temps de pondération  $(T_m)$  égal à 70 ans (période d'exposition considérée pour la construction de la valeur toxicologique de référence). Le temps de résidence (DE) est considéré égal à 8 ans pour le groupe scolaire et 3 ans pour la crèche.

Les valeurs toxicologiques des substances à effet de seuil, sont calculées sur des durées plus courtes. De façon générale elles sont considérées pour un an d'exposition. Aussi le ratio (DE/Tm) est pris égal à 1.

#### 7.3.5.3. Synthèse des scénarios sélectionnés par typologies de risque d'exposition

<u>Pour une exposition aiguë</u>, aucun scénario d'exposition n'est défini. La concentration retenue pour la comparaison avec la valeur toxicologique de référence correspond à la valeur maximale modélisée pour une dispersion atmosphérique défavorable (centile 100) :

$$CMI_{aigu\ddot{e}} = Ci_{P100}$$
 équation 2

Avec:

CMI: Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

Ci<sub>P100</sub>: Concentration en percentile 100 (µg/m³)

#### Pour une exposition chronique à un polluant non cancérigène, les concentrations sont pondérées d'un facteur :

	Equation	N° équation
Groupe scolaire	$CMI_{chronique} = Ci_{MA} \times 0,167$	3
Crèche	$CMI_{chronique} = Ci_{MA} \times 0,167$	3*

Avec:

CMI: Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

Cima: Concentration inhalée en moyenne annuelle (µg/m³)



<u>Pour une exposition chronique à un polluant cancérigène</u>, les concentrations sont pondérées de facteurs différents selon le site sensible considéré. le tableau ci-dessous les recense.

	Equation	N° équation
Groupe scolaire	$CMI_{chronique} = \frac{Ci_{MA} \times 0,167 \times 8}{70} = Ci_{MA} \times 0,019$	4
Crèche	$CMI_{chronique} = \frac{Ci_{MA} \times 0,167 \times 3}{70} = Ci_{MA} \times 0,007$	4*

Avec:

CMI: Concentration moyenne inhalée (µg/m³)

Ci<sub>MA</sub>: Concentration inhalée en moyenne annuelle (µg/m³)

#### 7.3.5.4. Concentrations modélisées retenus par polluants

Les concentrations sont calculées en moyenne annuelle sur chaque site par le modèle de dispersion atmosphérique. Pour l'exposition aiguë, l'évaluation est réalisée selon le même principe que pour les risques chroniques en revanche la concentration maximale modélisée est exploitée (soit le percentile 100).

# 7.3.6. Caractérisation des risques par inhalation (ETAPE 4)

7.3.6.1.Méthodologie

#### A. Polluant à effet de seuil

Les polluants à effet de seuil répondent à un seuil de toxicité en dessous duquel on considère qu'il n'y a pas de risque sanitaire. Pour évaluer la présence ou non d'un risque sanitaire, on calcule un Ratio de Danger selon les formules suivantes :

$$RD_{algu} = rac{CMI_{algue}}{VTR_{algue}}$$
 Équation 1

$$RD_{chronique} = \frac{CMI_{chronique (sans seuil)}}{VTR_{chronique}}$$
 Équation 2

RD Chronique : Ratio de Danger chronique par inhalation

CMI: Concentration moyenne inhalée aiguë ou chronique (déterminée en fonction du scénario d'exposition et du type de concentration (percentile ou moyenne annuelle) en µg/m³

VTR : Valeur toxicologique de référence chronique en µg/m³

Le Ratio de Danger (RD) permet d'évaluer la présence d'un risque. Lorsqu'il est supérieur à 1 le risque existe et au contraire lorsqu'il est inférieur à 1, aucun impact sanitaire n'est observable.

Pour les polluants ayant un impact sanitaire sur le même organe cible, il est possible de sommer les ratios de danger pour évaluer l'impact lié à la co-exposition de plusieurs toxiques.

Les particules PM2.5 ont un impact sur les fonctions cardiovasculaire. Le ratio de danger est calculé sur la base des valeurs guides de l'OMS en prenant uniquement le plus pénalisant des RD. En effet, il n'existe pas d'étude montrant une additivité des risques pour ces deux classes de particules touchant les mêmes organes cibles.

#### B. Polluant sans effet de seuil

Pour les polluants sans effet de seuil, l'évaluation des risques sanitaires consiste à évaluer la probabilité pour une personne exposée à la pollution de développer une pathologie. Cette probabilité est appelée Excès de Risque Individuel et se calcule de la façon suivante :

$$ERI = CMI_{MA} \times ERU$$

**Équation 3** 

ERI : Excès de risque individuel en nombre de cas de cancer

CMI<sub>MA</sub>: Concentration moyenne inhalée en µg/m<sup>3</sup>

ERU: Excès de risque unitaire en nombre de cas de cancer (µg/m³)-!

# 7.3.7. Evaluation des risques pour les sites sensibles

Il convient dès à présent de fixer une limite dans l'interprétation des résultats ci-après.

En effet, les données bibliographiques concernant la pollution de fond du territoire sont limitées. En effet, nous ne disposons uniquement des valeurs pour le NO<sub>2</sub>, le benzène, les PM10 et les PM2.5. Ainsi, sur les autres polluants, seul le réseau routier de la bande d'étude est pris en compte.

Les résultats sont présentés sous forme de tableau pour chaque scénario modélisé et pour les horizons d'études (à la mise en service en 2020, 2030 et 2050).



#### 7.3.7.1.Risque aigus

Les tableaux suivants présentent les ratios de danger pour le risque aigu. Il ressort que l'ensemble des ratios est inférieur à I.

Les sites sensibles ne sont donc pas exposés à ce risque quel que soit le scénario étudié. La colonne du tableau « RD – pollution de fond seule » présente le ratio de danger en ne prenant en compte que la pollution de fond. Il ressort que la concentration de fond contribue pour une part importante aux ratios de danger.

Tableau 19: Ratios de danger pour le risque aigu en 2050

	QD pollution de fond seule	Type de valeur	Crèche	Groupe scolaire
		Actuel	0,30	0,29
NO2	0,15	Sans Projet	0,18	0,18
		Avec Projet	vec Projet 0,22	0,22
		Actuel	0,0003	0,0003
Benzène	0,00	Sans Projet	0,00005	0,00005
		Avec Projet	0,0001	0,0001
		Actuel	0,10	0,10
PM10	0,10	Sans Projet	0,101	0,10
		Avec Projet	0,11	0,11
		Actuel	0,24	0,23
PM2.5	0,22	Sans Projet	0,23	0,23
		Avec Projet	0,25	0,25

#### 7.3.7.1. Risque chroniques non cancérigène

Les tableaux suivants présentent les ratios de danger (RD) pour les effets non cancérigènes par inhalation en exposition chronique. Il détaille, pour chaque polluant, les ratios de danger obtenus par scénario ainsi que le ratio de danger imputable uniquement à la pollution de fond (première colonne). Les risques par organe cible sont additionnés afin de prendre en compte le risque cumulé des polluants ayant des effets sur le même organe. Les sites sensibles dont le ratio de danger est supérieur à 1 sont présentés en rouge dans le tableau.

#### Aucun dépassement n'est à signaler ni pour la crèche ni pour le groupe scolaire.

Les ratios de danger sont systématiquement inférieurs à I. Il n'y a donc pas de risque pour la santé humaine lié à ces polluants en exposition chronique par voie respiratoire pris individuellement.

De plus, le cumul des risques d'atteinte de la fonction respiratoire liés à l'exposition simultanée au NO<sub>2</sub>, aux particules et au nickel, l'ERS aboutit à des ratios < à 1.



Tableau 20 : Ratios de danger pour le risque chronique non cancérigène

	Fonction atteinte	QD avec uniquement la concentration de fond	Crèche	Groupe scolaire	Type de valeur
NO <sub>2</sub>			0,1890411	0,19	Actuel
	Appareil respiratoire	0,18	0,18246575	0,18	Sans Projet
			0,18739726	0,19	Avec Projet
			0,14246575	0,14	Actuel
PM10	Système cardio- vasculaire	0,14	0,14246575	0,14	Sans Projet
	,		0,14356164	0,14	Avec Projet
			0,32876712	0,33	Actuel
PM2.5	Système cardio- vasculaire	0,33	0,32876712	0,33	Sans Projet
	vasculaii e		0,33205479	0,33	Avec Projet
			0,21369863	0,21	Actuel
Benzène	Système immunologique	0,00	0,21369863	0,21	Sans Projet
			0,21534247	0,22	Avec Projet
			6,4421E-09	0,00	Actuel
Naphtalène	Appareil respiratoire / Système sanguin / yeux	0,00	5,8645E-09	0,00	Sans Projet
	,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,		1,3462E-08	0,00	Avec Projet
	Appareil respiratoire		0,13650983	0,07	Actuel
Nickel		0,00	0,13936867	0,08	Sans Projet
		0,	0,15080405	0,08	Avec Projet
			3,6164E-05	0,00003	Actuel
1,3 butadiène	Ovaires	0,00	1,3397E-05	0,00001	Sans Projet
			2,8438E-05	0,00002	Avec Projet
NO2 / particules /			0,32555092	0,26	Actuel
Nickel	Appareil respiratoire	0,18	0,32183443	0,26	Sans Projet
			0,33820131	0,27	Avec Projet
	Continue and		0,32876712	0,33	Actuel
PM2,5 et PM10	Système cardio- vasculaire	0,33	0,32876712	0,33	Sans Projet
	vasculaire		0,33205479	0,33	Avec Projet

#### 7.3.7.2. Risques chroniques cancérigènes

Les tableaux suivants présentent les résultats des Excès de Risque Individuel (ERI) maximaux calculés pour chaque polluant cancérigène étudié. L'ensemble des ERI sont sommés pour prendre en compte le risque. Les résultats sans prendre en compte les concentrations de fond sont également présentés après les ERI par polluant.

Comme indiqué en début de chapitre, l'analyse s'avère difficile du fait d'un manque de données bibliographiques sur certains polluants ne pouvant ainsi avoir de pollution de fond sur un certain nombre d'entre eux et notamment le benzène.

L'analyse des Excès de risque par inhalation s'effectue par comparaison avec l'Excès de risque « acceptable » pris égal à 10-5, soit 1 risque sur 100 000 de développer un cancer au cours d'une vie entière suite à une exposition à la pollution par inhalation (10 ans d'exposition pour le scénario choisi dans l'étude). Les ERI supérieurs à 10-5 sont indiqués en rouge dans le tableau précédent.

Aucun dépassement n'est à signaler.



	Fonction atteinte	ERI pollution de fond seule	Type de valeur	1	2
Benzène	Sang	0,00E+00	Actuel	6,11E-10	5,67E-10
			Sans Projet	1,32E-10	1,22E-10
			Avec Projet	3,03E-10	2,35E-10
Chrome	Poumons	0,00E+00	Actuel	5,67E-11	3,06E-11
			Sans Projet	5,71E-11	3,10E-11
			Avec Projet	5,85E-11	3,19E-11
1,3 butadiène	Sang	0,00E+00	Actuel	1,41E-09	1,29E-09
			Sans Projet	5,21E-10	4,69E-10
			Avec Projet	1,11E-09	8,85E-10
Nickel	Poumons	0,00E+00	Actuel	8,61E-10	4,64E-10
			Sans Projet	8,79E-10	4,82E-10
			Avec Projet	9,51E-10	5,32E-10
Naphtalène	Epithélium olfactif	0,00E+00	Actuel	1,33E-12	1,23E-12
			Sans Projet	1,22E-12	1,12E-12
			Avec Projet	2,79E-12	2,16E-12
Benzo(a)pyrène	Poumons	0,00E+00	Actuel	3,51E-14	3,24E-14
			Sans Projet	2,79E-14	2,56E-14
			Avec Projet	6,30E-14	4,90E-14
Arsenic	Poumons	0,00E+00	Actuel	1,10E-10	5,81E-11
			Sans Projet	1,10E-10	5,81E-11
			Avec Projet	1,10E-10	5,83E-11
HAP	Poumons	0,00E+00	Actuel	9,32E-14	8,61E-14
			Sans Projet	7,97E-14	7,34E-14
			Avec Projet	1,81E-13	1,41E-13
Total			Actuel	3,04E-09	2,41E-09
		0,00E+00	Sans Projet	1,70E-09	1,16E-09
			Avec Projet	2,53E-09	1,74E-09
Total (sans conc de fond)		0,00E+00	Actuel	3,04E-09	2,41E-09
			Sans Projet	1,70E-09	1,16E-09
			Avec Projet	2,53E-09	1,74E-09





# 8. ANALYSES ET INCERTITUDES

L'incertitude affectant les résultats de l'évaluation des risques provient des différents termes et hypothèses de calcul, des défauts d'information ou de connaissance, et de la variabilité vraie des paramètres utilisés dans l'étude (ceci se réfère à la plus ou moins grande amplitude de valeurs numériques que peuvent prendre ces paramètres, par exemple le nombre de jours par an passé hors du domicile par les résidents). L'analyse des incertitudes a pour objectif de comprendre dans quel sens ces divers facteurs peuvent influencer l'évaluation des risques.

Certains éléments d'incertitude étant difficilement quantifiables (interaction ou additivité des effets ? Évolution des modes de vie ? etc.), seul un jugement qualitatif peut généralement être rendu. Néanmoins, nous avons essayé de classer ces incertitudes suivantes qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques calculés ; les incertitudes dont l'effet est inconnu seront présentées à part.

# 8.1. Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques

Sont listées ici les incertitudes dont on peut dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer les risques.

#### 8.1.1.Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées

L'évaluation des risques sanitaires s'est appuyée sur les recommandations de l'Anses publiées dans un rapport en 2012 et intitulé « Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières ». Ce document propose une sélection de substances tenant compte des valeurs des facteurs d'émission et des valeurs toxicologiques de référence pour chacune des voies d'exposition (respiratoire et digestive) et pour chacun des types d'effet (effet à seuil ou effet sans seuil).

De manière générale, le choix de traceurs de risques permet une simplification des calculs, mais a pour désavantage de ne pas prendre en compte toutes les substances. Bien que considérée comme secondaire, la non prise en

compte de ces substances représente une sous-estimation des résultats sanitaires obtenus. Cette sous-estimation n'est pas susceptible de remettre en cause les résultats obtenus dans le cadre de l'ERS.

### 8.1.2. Quantification des émissions en substance des véhicules

Suite aux informations récentes relatives à la sous-estimation des facteurs d'émissions des véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 en Europe et aux Etats-Unis, le groupe de travail ERMES<sup>4</sup>, qui comprend des instituts européens chargés de proposer des facteurs d'émission, a communiqué en octobre 2015 sur l'impact potentiel de ces nouvelles informations sur les estimations des émissions réalisées à l'aide d'outils tels que HBEFA ou COPERT (utilisé dans le cadre de cette étude). D'après ce groupe de travail, les émissions actuellement appréhendées dans les facteurs d'émission pour les véhicules diesel Euro 5 ne dépendent pas uniquement des valeurs limites à l'émission réglementaires (a priori sous-estimées), mais aussi d'autres paramètres susceptibles de rendre les émissions plus réalistes que celles estimées à partir des mesures réalisées en laboratoire (conditions non réelles). Pour ces types de véhicules, les émissions estimées à partir des facteurs d'émission proposés sont donc a priori moins minorantes par rapport à la réalité que des émissions estimées uniquement par l'intermédiaire de valeurs limites à l'émission réglementaires. Dans le cas des véhicules Euro 6, ERMES reconnait que les facteurs d'émission proposés actuellement sont susceptibles de sous-estimer la réalité.

# 8.2. Incertitudes dont l'effet sur les risques est inconnu (ou variable)

Sont listées ici les incertitudes dont on ne peut pas dire de façon quantitative ou qualitative qu'elles ont pour effet de sous-estimer ou de surestimer les risques.

# 8.2.1. Mélanges de substances

Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action (Ineris, 2003). Les effets synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Comme cela est rappelé dans le rapport de l'Ineris sur l'évaluation des

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> European Research Group On Mobile Emission Sources



risques sanitaires liés aux mélanges de natures chimiques (Ineris, 2006)<sup>5</sup>, la démarche d'ERS telle qu'elle est appliquée actuellement en France fournit des résultats pour chaque substance prise individuellement. D'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.

### 8.2.2. Taux d'exposition journalier

Il a été fait l'hypothèse que le taux d'exposition journalier (paramètre T de l'équation I) était égal 0,34. Cette hypothèse majore le temps d'exposition journalier réel, en effet, les populations fréquentant les sites sensibles ne sont pas susceptibles d'y rester l'intégralité de leur temps dans la journée. Cette hypothèse peut donc amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans la journée par ces populations sont soumis à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. En revanche, dans certains cas ou pour certaines substances, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si ces populations sont exposées, une partie de la journée, dans d'autres lieux, à des concentrations plus élevées que celles étudiées dans cette étude. Toutefois, étant donné que les niveaux des substances dans les autres milieux fréquentés par les populations ne sont pas connus, il n'est donc pas possible d'estimer si ce taux d'exposition majore ou minore les risques encourus.

# 8.2.3. Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques

Il a été fait l'hypothèse que la fréquence d'exposition (paramètre F de l'équation I) était égale à 0,49. Cette hypothèse peut amener à une majoration de l'exposition globale si les autres lieux fréquentés dans l'année par les populations sont soumis, en moyenne, à des concentrations moins importantes pour les substances étudiées. À contrario, cette hypothèse peut minorer l'exposition globale si les populations sont exposées une partie de l'année, dans d'autres lieux, à des concentrations, en moyenne, plus élevées que celles étudiées dans cette étude.

# 8.2.4. Durée d'exposition

Dans le cadre des calculs de risques sans seuil de dose, l'hypothèse selon laquelle les populations fréquentant les sites sensibles sont exposées pendant 3 ou 8 (selon le site) au cours de leur vie est retenue. Il peut exister des variations locales importantes pour l'estimation de cette durée d'exposition, qui peuvent amener à une sous-estimation ou surestimation du risque selon la durée d'exposition dans un même lieu et selon les niveaux

<sup>5</sup> Ineris, 2006, Evaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique, Perspectives dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations classées.

d'exposition, plus ou moins élevés, dans les autres lieux fréquentés. Cette hypothèse est surtout majorante pour les calculs au niveau de la moyenne et du maximum sur la bande d'étude.

### 8.2.5. Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)

Dans le cadre de cette étude, les concentrations à l'intérieur des espaces clos sont considérées comme équivalentes aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 %, de plus il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (dioxyde de soufre, poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (Mosqueron et Nedellec, 2001)<sup>6</sup>. Cependant, d'autres polluants présents dans l'air intérieur des bâtiments ne sont pas pris en compte.

## 8.2.6. Modélisation de la dispersion des concentrations

Les concentrations atmosphériques en substances investiguées dans cette étude proviennent de l'étude de dispersion basée sur la modélisation des phénomènes d'émission et de dilution dans l'atmosphère des polluants rejetés par le trafic routier. Or par définition, la modélisation simplifie les phénomènes et génère des incertitudes. Ces incertitudes sont liées d'une part au modèle et à sa conception, et d'autre part aux données d'entrée (conditions météorologiques, scénarios d'émission, etc.).

Ces sources d'incertitude sont plus importantes pour les niveaux d'exposition estimés sur de courtes périodes (risques aigus). En effet, à l'inverse des calculs de risques chroniques qui reposent sur des résultats de modélisation moyennés sur une longue période (une année), les calculs de risques aigus se basent sur des résultats ponctuels intégrés sur une heure ou une journée tout au plus. Cette période d'intégration très courte rend les résultats beaucoup plus incertains car moins robustes statistiquement (valeur ponctuelle donnée pour une condition météorologique et une heure ou une journée précise) et dépendant fortement du modèle retenu.

# 8.2.7. Incertitude intrinsèque aux VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale ou sensible et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000.

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, Observatoire de la qualité de l'ai intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments.



Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observés entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettant l'estimation d'un NOAEL<sup>7</sup> à partir d'un LOAEL<sup>8</sup>, facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.). Ces différents facteurs d'incertitude sont considérés (et précisés) dans les différentes VTR utilisées dans la présente étude.

# 9. CONCLUSION

Dans le cadre du projet d'aménagement du PNE de Chartres, une étude air et santé est réalisée.

Une campagne de mesure de qualité de l'air est réalisée pour le dioxyde d'azote et le benzène en 2012 lors du 1<sup>er</sup> dossier de création de la ZAC. Un recalage des mesures observées a été réalisé par rapport aux données des mesures Lig'Air.

Les concentrations mesurées pour chaque polluant sur les différents sites de mesures sont inférieures aux valeurs limites et aux objectifs de qualité.

Une estimation des émissions en polluants est effectuée avec le logiciel Trefic pour cinq scénarios : actuel 2020, futurs avec et sans projet en 2030 et 2050. Pour certains polluants, les émissions diminuent dans les scénarios futurs par rapport au scénario actuel grâce à l'amélioration du parc roulant, les véhicules de demain seront moins émissifs que ceux d'aujourd'hui. Cependant, la comparaison entre les scénarios futurs montre une augmentation des émissions polluantes en situation future avec projet par rapport à la situation future sans projet. Cette hausse des émissions est liée à l'accroissement du trafic entre ces scénarios du fait d'une augmentation de la population et donc des flux de déplacement.

Pour prévoir les concentrations des polluants en situations actuelle et future, une modélisation à l'aide du logiciel ARIA Impact est effectuée en tenant compte de la topographie, des trafics automobiles, de la pollution de fond et des conditions météorologiques.

Comme pour le calcul des émissions, cinq scénarios sont étudiés : actuel 2020 et futurs avec et sans projet en 2030 et 2050.

#### Les résultats des calculs ont montré que :

Les concentrations maximales en  $NO_2$  sont plus faibles en situations futures qu'en situation actuelle, mais les concentrations sur la zone projet augmentent légèrement en situation future avec projet par rapport à la situation sans projet.

L'évaluation de l'exposition avec l'Indice Pollution/Population (indicateur sanitaire basé sur les données de population et sur les concentrations de dioxyde d'azote) montre :

- L'IPP augmente entre les scénarios futurs (2030 et 2050) avec projet et les autres scénarios sans projet du fait de l'augmentation de la population sur la bande d'étude (création de logements).
- Malgré l'augmentation du trafic entre 2020 et 2050 une part moins importante de la population sera soumise aux plus forts niveaux de concentration en NO<sub>2</sub> (> 13 μg/m³) compris dans la bande d'étude. Ce résultat est cohérent du fait de la prise en compte de l'amélioration du parc roulant entre ces scénarios et donc la baisse des concentrations en NO<sub>2</sub> dans le domaine d'étude.

L'évaluation des risques sanitaires au droit des sites sensibles ne met pas en évidence de risque aigu ou chronique aux polluants cancérigènes et non cancérigènes.

La prise en compte des émissions seules du trafic routier ne génère pas de dépassement du seuil d'acceptabilité.

L'impact du risque sanitaire sur les sites sensibles est donc à relativiser au regard du projet. La modification des flux de trafics associée uniquement au projet est donc sans conséquence sur la santé de la population.

D'après cette étude « air et santé », les scénarios avec projet en 2030 et 2050, comparativement à la situation actuelle et les situations futures sans projet en 2030 et 2050, ne dégraderaient pas significativement la qualité de l'air au niveau du secteur du projet et ne serait pas beaucoup plus impactant sur le plan de la santé pour les résidents présents autour du site projet.

Pour conclure, la réalisation du projet n'aura pas d'impact significatif sur la qualité de l'air au niveau du domaine d'étude.

No Observed Advserve Effect Level: dose sans effets nocif observable.

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Lowest Observed Adverse Effect Level : dose la plus basse avec un effet nocif observé.

