



**MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE**

Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer  
Direction des infrastructures de transport

Direction générale de la prévention des risques  
Services des risques sanitaires liés à l'environnement des déchets  
et des pollutions diffuses

Direction générale de l'énergie et du climat  
Service du climat et de l'efficacité énergétique

Commissariat général au développement durable  
Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du  
développement durable

**MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ**

Direction générale de la santé

---

# Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières

---



# Table des matières

<b>1.Introduction.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1-Contexte.....</b>	<b>6</b>
1.1.1-Impact sur la santé de la pollution atmosphérique générée par le trafic routier.....	6
1.1.2-Attentes réglementaires en matière de prise en compte des effets sur la santé dans les études routières...7	
<b>1.2-Objectifs du volet « air et santé » de l'étude d'opportunité à l'étude d'impact.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3-Objectifs et périmètre de la note méthodologique.....</b>	<b>8</b>
<b>2.Les différentes phases d'étude d'un projet routier et leurs enjeux.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1-Déroulement d'un projet routier.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2-Les études d'opportunité de phase 1 : l'émergence d'une opération.....</b>	<b>13</b>
2.2.1-Objectifs.....	13
2.2.2-Enjeux relatifs à la qualité de l'air et à la santé.....	13
<b>2.3-Les études d'opportunité de phase 2 et les études préalables à l'enquête publique : l'émergence d'une solution.....</b>	<b>13</b>
2.3.1-Objectifs.....	13
2.3.2-Enjeux relatifs à la qualité de l'air et à la santé.....	13
2.3.2.1-La comparaison des variantes.....	14
2.3.2.2-Étude de la solution retenue.....	14
<b>3.Les données utiles et les outils disponibles pour la réalisation du volet « air et santé ».....</b>	<b>15</b>
<b>3.1-Terminologie et définitions.....</b>	<b>16</b>
3.1.1-Les échelles spatiales de la pollution atmosphérique.....	16
3.1.2-Les polluants atmosphériques.....	17
3.1.3-Populations.....	17
<b>3.2-Données et outils pour la réalisation de l'état actuel de la qualité de l'air.....</b>	<b>18</b>
3.2.1-Les sources d'information.....	19
3.2.1.1-Les documents de planification relatifs à l'air.....	19
3.2.1.2-Les données sur la qualité de l'air.....	20
3.2.1.3-Les données sur l'occupation des sols et sur les populations.....	21
a)Les informations relatives à l'occupation des sols.....	21
b)Les informations relatives aux populations.....	22
c)Les informations relatives aux populations vulnérables.....	22
d)Décompte des populations.....	22
3.2.1.4-Les données sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur les populations.....	22
3.2.2-Les campagnes de mesures.....	23
3.2.2.1-Mesure de la qualité de l'air.....	23
a)Choix de la métrologie.....	23
b)Représentativité des périodes de mesures.....	24
c)Choix des emplacements de mesure.....	25
3.2.2.2-Mesure de la qualité des sols ou des végétaux.....	26
<b>3.3-La chaîne de modélisation.....</b>	<b>26</b>
3.3.1-Les données d'entrée relatives au trafic.....	26
3.3.1.1-Les horizons et scénarios pris en compte.....	27
3.3.1.2-La structure des données trafic.....	27
3.3.2-Le calcul des émissions de polluants.....	28

3.3.2.1-Les principales méthodologies.....	28
3.3.2.2-Le parc routier roulant.....	28
3.3.3-Le calcul des concentrations en polluants.....	29
<b>3.4-L'évaluation de l'exposition avec l'indice Pollution Population (IPP).....</b>	<b>29</b>
3.4.1.1-Définition de la zone prise en compte.....	30
3.4.1.2-Choix du polluant indicateur.....	30
3.4.1.3-Méthode de calcul.....	31
a) Approche à la maille.....	31
b) Approche au bâtiment.....	33
<b>3.5-L'évaluation des risques sanitaires (ERS).....</b>	<b>33</b>
3.5.1-Identification des dangers et des valeurs toxicologiques de référence (VTR).....	33
3.5.2-Évaluation de l'exposition des populations.....	35
3.5.3-Caractérisation des risques.....	37
<b>3.6-Interprétation des résultats, limites des méthodes et modèles.....</b>	<b>39</b>
3.6.1-Limites et incertitudes des méthodes et des différents modèles.....	39
3.6.1.1-Qualification de l'état actuel par des campagnes de mesure.....	39
a) Incertitudes des méthodes de mesure ou des résultats des mesures.....	39
b) Représentativité de la période de mesure et/ou de la durée.....	39
3.6.1.2-Incertitudes sur les modèles.....	40
3.6.2-Exploitation et interprétation des résultats.....	41
3.6.2.1-Comparaison aux valeurs réglementaires relatives à la surveillance de la qualité de l'air.....	41
3.6.2.2-Interprétation des indicateurs de risque (ERS).....	42
a) Incertitudes.....	42
b) Quotient de danger.....	42
c) Excès de risque individuel.....	42
<b>3.7-Monétarisation et analyse des coûts collectifs.....</b>	<b>43</b>
<b>3.8-Impacts du projet en phase chantier.....</b>	<b>43</b>
<b>3.9-Mesures d'évitement et de réduction des impacts.....</b>	<b>44</b>
3.9.1-La séquence « Eviter-réduire-compenser ».....	44
3.9.2-Actions de suivi des mesures et de leurs effets.....	45
<b>3.10-Bilans ex post.....</b>	<b>45</b>
<b>4.Le contenu des études « air et santé ».....</b>	<b>47</b>
<b>4.1-Le contenu des études d'opportunité de phase 1- volet « air et santé ».....</b>	<b>48</b>
4.1.1-Zone d'étude.....	48
4.1.2-État actuel.....	48
4.1.3-Analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air et la santé.....	49
<b>4.2-Le contenu des études d'opportunité de phase 2 et des études préalables-volet « air et santé ».....</b>	<b>49</b>
4.2.1-Le niveau d'étude.....	50
4.2.1.1-Définition.....	50
4.2.1.2-Cas particuliers des aménagements nécessitant une adaptation du niveau d'étude.....	51
a) la présence de lieux vulnérables.....	51
b) les milieux mixtes (urbain et interurbain).....	51
c) l'importance de la population.....	51
d) l'existence d'un plan de protection de l'atmosphère.....	51
4.2.1.3-Cas particuliers des aménagements sur place (soumis à études d'impact) justifiant une adaptation à la baisse du niveau d'étude.....	51
a) Les incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine des aménagements projetés.....	52
b) La sensibilité environnementale et/ou sanitaire de la zone susceptible d'être affectée par le projet.....	52

4.2.1.4-Les polluants à étudier selon le niveau d'étude.....	53
4.2.2-Zone d'étude.....	54
4.2.2.1-Réseau d'étude.....	54
a)Définition.....	54
b)Évaluation de la variation de trafic.....	56
4.2.2.2-La bande d'étude.....	56
a)Définition.....	56
b)Largeur.....	56
4.2.2.3-Ajustement des voies prises en compte pour la modélisation et ne faisant pas partie du réseau d'étude.....	57
4.2.3-La comparaison des variantes.....	58
4.2.3.1-Études de niveaux I et II.....	59
a)État actuel.....	59
b)Analyse des impacts et interprétation des résultats.....	60
c)Monétarisation, analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances.....	60
4.2.3.2-Études de niveau III et IV.....	61
a)État actuel.....	61
b)Analyse des impacts.....	61
c)Monétarisation et analyse des coûts collectifs.....	61
4.2.4-Étude de la solution retenue (projet présenté à l'enquête publique).....	61
4.2.4.1-Études de niveaux I et II.....	61
a)État actuel.....	61
b)Analyse des impacts et interprétation des résultats.....	62
c)Monétarisation et analyse des coûts collectifs, impacts en phase chantier, mesures d'évitement et de réduction des impacts et suivi de ces mesures.....	63
d)Méthodologies et éléments utilisés par le maître d'ouvrage.....	63
4.2.4.2-Études de niveau III et IV.....	63
a)État actuel.....	63
b)Analyse des impacts.....	64
c)Monétarisation et analyse des coûts collectifs, impacts en phase chantier, mesures d'évitement et de réduction des impacts et suivi de ces mesures.....	64
d)Méthodologies et éléments utilisés par le maître d'ouvrage.....	64
4.2.4.3-Tableau de synthèse :.....	65

## **Annexes.....66**

### **Annexe A Présentation recommandée pour l'IPP.....67**

1.Présentation désagrégée.....67

2.Présentation « spatiale ».....70

3.Présentation agrégée.....71

### **Annexe B Correspondances entre type de bâti et densité de population.....72**

### **Annexe C Paramètres modifiés par les aménagements sur place et impacts associés.....73**

## **Glossaire.....78**

## **Bibliographie.....81**

**Pilotage :**

Nora SUSBIELLE et Marie-Christine BIHOREAU (MTES/DGITM)

**Rédacteurs :**

Karine MULLER-PERRIAND, Fabienne MARSEILLE, Anne-Laure BADIN, Virginie DUNEZ et Xavier OLNy (Cerema)

**Remerciements aux autres membres du comité de pilotage pour leur participation active, leurs contributions et leur relecture, par ordre alphabétique de l'organisme :**

Delphine CAAMANO, Marie FIORI et Delphine GIRARD (MSS/DGS)

Gurvan ALLIGAND et Frédérique MILLARD (MTES/CGDD)

Chloé CANUEL (MTES/DGEC)

Laure ENJELVIN (MTES/DGPR)

# 1. Introduction

## 1.1- Contexte

### 1.1.1- Impact sur la santé de la pollution atmosphérique générée par le trafic routier

Depuis une vingtaine d'année, de nombreuses études épidémiologiques à travers le monde ont montré que l'exposition de la population aux polluants de l'air ambiant était associée à des effets à court-terme et des effets à long-terme, sur la morbidité et la mortalité.

Ces résultats ont mis en évidence que les niveaux de pollution actuellement observés dans l'atmosphère des villes sont associés à un risque pour la santé mais ne permettent pas de déceler un seuil de pollution en dessous duquel aucun effet sur la santé ne serait plus observé pour la population.

L'exposition à la pollution atmosphérique (particules, dioxyde d'azote, ozone, *etc.*) peut être à l'origine d'un large panel d'effets sur la santé : pathologies respiratoires (asthme, broncho-pneumopathie chronique obstructive, *etc.*), cardiovasculaires (accidents vasculaires cérébraux, cardiopathies...), atteintes neurologiques, effets sur le développement, diabète, *etc.* Elle peut également avoir un impact sur l'odorat ou la vue (pollution sensible), mais peu de connaissances scientifiques sont disponibles à l'heure actuelle pour les estimer.

Le droit européen fixe des valeurs limites pour certains polluants dans l'air à partir des différents travaux conduits notamment par l'OMS. Ces valeurs limites ne sont à ce jour toujours pas respectées dans certaines zones et la France est engagée dans un contentieux européen depuis mai 2018 pour les oxydes d'azotes -NO<sub>x</sub> - et dans un pré-contentieux européen pour les particules fines -PM<sub>10</sub><sup>1</sup>-.

Le trafic routier est à l'origine de l'émission de nombreux polluants de l'air. Il constitue l'un des principaux émetteurs de particules et de NO<sub>x</sub>, en particulier dans les zones urbaines. En 2011, le projet APHEKOM<sup>2</sup> a notamment conclu qu'habiter à proximité du trafic routier augmente sensiblement la morbidité attribuable à la pollution atmosphérique [1].

Il est estimé qu'en France, l'exposition chronique aux particules fines d'origine anthropique (notamment émises par le trafic routier) est à l'origine d'environ 48 000 décès prématurés par an [2], correspondant à une perte moyenne d'espérance de vie à 30 ans pouvant dépasser 2 ans. Selon l'OMS, la pollution de l'air (air extérieur et air intérieur) est le principal risque environnemental pour la santé, à l'origine chaque année, de plus de 6 millions de décès au niveau mondial. En 2013, l'OMS a classé la pollution de l'air extérieur comme cancérigène pour l'Homme (Groupe 1).

De plus, des résultats épidémiologiques sont venus documenter l'impact sur la santé des polluants de l'air en relation avec le trafic routier. Ces résultats suggèrent un effet des

1 Particules de diamètre inférieur à 10 µm

2 [www.aphekom.org](http://www.aphekom.org)

polluants de l'air en relation avec le trafic routier sur le développement et les exacerbations de pathologies chroniques notamment sur la morbidité cardiovasculaire mais également sur la fréquence et l'exacerbation de l'asthme ou de leucémies myéloblastiques chez l'enfant (le fait d'habiter à proximité du trafic routier pourrait être responsable d'environ 15 % des asthmes de l'enfant, et la fréquence de nouveaux cas de leucémie de type myéloblastique chez les enfants serait plus élevée de 30%). Aussi, les actions de prévention des effets sur la santé de la pollution de l'air ne peuvent se contenter de gérer les pics de pollution : elles doivent viser à diminuer les niveaux d'exposition de la population et donc agir sur les sources d'émission.

Face aux enjeux de qualité de l'air et de santé associés à la création ou à l'aménagement d'une infrastructure routière, il est nécessaire, aux différentes étapes d'élaboration du projet et, en particulier, aux stades les plus en amont, d'évaluer le plus précisément possible les impacts du projet considéré. Cette évaluation doit constituer un réel outil d'aide à la décision et permettre d'orienter les choix faits aux différentes étapes, vers les solutions portant le moins atteinte à la qualité de l'air et à la santé des populations.

### **1.1.2- Attentes réglementaires en matière de prise en compte des effets sur la santé dans les études routières**

L'article L122-1 du Code de l'environnement impose que « *Les projets qui, par leur nature, leur dimension ou leur localisation, sont susceptibles d'avoir des incidences notables sur l'environnement ou la santé humaine font l'objet d'une évaluation environnementale [...]. L'évaluation environnementale est un processus constitué de l'élaboration, par le maître d'ouvrage, d'un rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement, dénommé « étude d'impact », de la réalisation des consultations prévues à la présente section, ainsi que de l'examen, par l'autorité compétente pour autoriser le projet, de l'ensemble des informations présentées dans l'étude d'impact et reçues dans le cadre des consultations effectuées et du maître d'ouvrage.* »

L'article R122-5 du même code décrit le contenu attendu d'une étude d'impact.

La méthodologie à mettre en œuvre pour mener les études dites « air et santé » des projets d'infrastructures routières a été précisée successivement par la note méthodologique de 2001 [3] -et son annexe [4]- puis par la note méthodologique de 2005 [5], annexée à la circulaire « air et santé » du 25 février 2005, qui a révisé et remplacé celle de 2001.

Lors de l'élaboration de la note de 2005, et, compte tenu des incertitudes restant encore sur le volet « Effets sur la santé de la pollution de l'air » dans les études d'impact de projets routiers ainsi que du faible nombre d'études en la matière, il avait été décidé d'en évaluer la mise en œuvre dans un délai de trois ans afin d'y apporter les corrections et compléments éventuellement nécessaires.

Depuis l'élaboration de la note, de nombreux retours d'expérience ont été capitalisés, d'une part, par les organismes en charge des volets « air et santé » des dossiers d'étude d'impact, le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (Cerema), la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM) et le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD) et, d'autre part, par les Agences Régionales de Santé (ARS), services instructeurs, représentés par la Direction Générale de la Santé (DGS). Cet acquis permet aujourd'hui

de proposer une actualisation de la note.

Le présent document actualise la note de 2005 sur certains aspects réglementaires et méthodologiques des études à conduire. Il s'appuie par ailleurs sur l'analyse des retours d'expérience pour éclaircir les points qui rendaient la version de 2005 difficile à utiliser.

Cette note est amenée à évoluer dans les prochaines années. Elle repose sur les connaissances actuelles constituant les références scientifiques et méthodologiques qui pourront être complétées et modifiées au fur et à mesure des progrès qui seront réalisés en ce domaine.

## **1.2- Objectifs du volet « air et santé » de l'étude d'opportunité à l'étude d'impact**

La prise en compte de la qualité de l'air et de la santé dans les projets routiers est une démarche continue qui débute à partir de l'étude d'opportunité et qui se poursuit tout au long du processus de conception et de réalisation de l'infrastructure.

Le volet « air et santé » vise, dès l'étude d'opportunité, à identifier les enjeux forts du territoire en termes de qualité de l'air et de population potentiellement exposée. Dans l'étape de comparaison des variantes, il vise à déterminer le ou les tracés routiers minimisant l'impact de la pollution de l'air sur la santé des populations. Ces premiers éléments sont destinés à orienter les choix du décideur parmi d'autres enjeux, notamment environnementaux mais également techniques, économiques et de sécurité routière.

Dans un second temps, lors de l'étude de la solution retenue, le volet « air et santé » vise à évaluer, pour les projets les plus conséquents (étude de niveau I cf. § 4.2.1.1) et uniquement pour le tracé arrêté, les risques sanitaires individuels et collectifs auxquels sont soumises les populations concernées pour proposer d'éventuelles mesures de lutte contre la pollution atmosphérique.

## **1.3- Objectifs et périmètre de la note méthodologique**

Cette note concerne d'abord les études d'impact, au sens de l'article L 122-1 du code de l'environnement, des projets routiers neufs et des projets d'aménagement d'infrastructures routières existantes. Cependant elle apporte aussi des éléments concernant la réalisation des études d'opportunité, élaborées plus en amont (cf. définition au 2.1).

Elle a pour objectif de fournir des indications méthodologiques sur l'élaboration et le contenu attendu des volets « air et santé » des différentes études menées au cours de l'élaboration d'un projet routier, ceci afin d'uniformiser les pratiques des différents ministères. Elle apporte aux différentes entités et structures réalisant ou analysant des projets routiers et notamment aux services de l'État (Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement [DREAL<sup>3</sup>], Directions Interdépartementales des Routes [DIR], Agences Régionales de Santé [ARS], Autorité environnementale [Ae]), les éléments nécessaires à l'évaluation des effets sur la pollution atmosphérique et des impacts sur la santé.

Les maîtres d'ouvrage routiers autres que l'État peuvent également s'inspirer du présent document dans la réalisation de leurs propres projets.

---

3 Pour la suite du document DREAL désigne à la fois DEAL, DREAL et DRIEE

Cette note ne traite que de la pollution atmosphérique à une échelle locale, qui est adaptée à l'étude des effets sur la santé des sources de pollution proches et identifiées (routières ou industrielles principalement).

On rappellera toutefois que la prise en compte de l'impact sanitaire n'est pas réservée au seul domaine de la pollution de l'air. Celle-ci doit intégrer l'ensemble des autres pollutions et nuisances induites par l'infrastructure tels que, par exemple, le bruit, les pollutions de l'eau et des sols, la sécurité routière mais qui sont hors du champ de cette note.

**Par ailleurs, sont exclues du périmètre de cette note, les émissions de gaz à effet de serre (GES), la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter.**

## 2. Les différentes phases d'étude d'un projet routier et leurs enjeux

### 2.1- Déroutement d'un projet routier

On entend par projet « la réalisation de travaux de construction, d'installations ou d'ouvrages, ou d'autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, y compris celles destinées à l'exploitation des ressources du sol »<sup>4</sup>. Cette définition est complétée par « Lorsqu'un projet est constitué de plusieurs travaux, installations, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage, il doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage, afin que ses incidences sur l'environnement soient évaluées dans leur globalité. »

Afin d'éviter le fractionnement des projets, il faut s'interroger sur l'objectif du projet et aborder l'ensemble des opérations nécessaires à sa réalisation de façon globale (ex : réalisation, desserte, etc.). L'étude d'impact doit appréhender le projet dans sa globalité (défrichage, construction et exploitation par exemple) et non de manière fractionnée par procédure.

Il se compose de l'ensemble des « opérations » nécessaires pour atteindre cet objectif (exemple : carrières dédiées à la construction d'une route, voirie de desserte d'une gare nouvelle, etc.)

En règle générale, on peut distinguer trois grandes phases d'études dans le processus chronologique d'élaboration d'un projet routier<sup>5</sup>:

- les études d'opportunité (phases 1 et 2) permettant de faire émerger l'opération routière à partir des différentes problématiques posées,
- les études préalables permettant de formuler suffisamment l'opération de manière à pouvoir la présenter à l'enquête publique,
- les études de projet pour la conception détaillée du projet de manière à établir les dossiers de consultation des entreprises en vue de la réalisation des travaux.

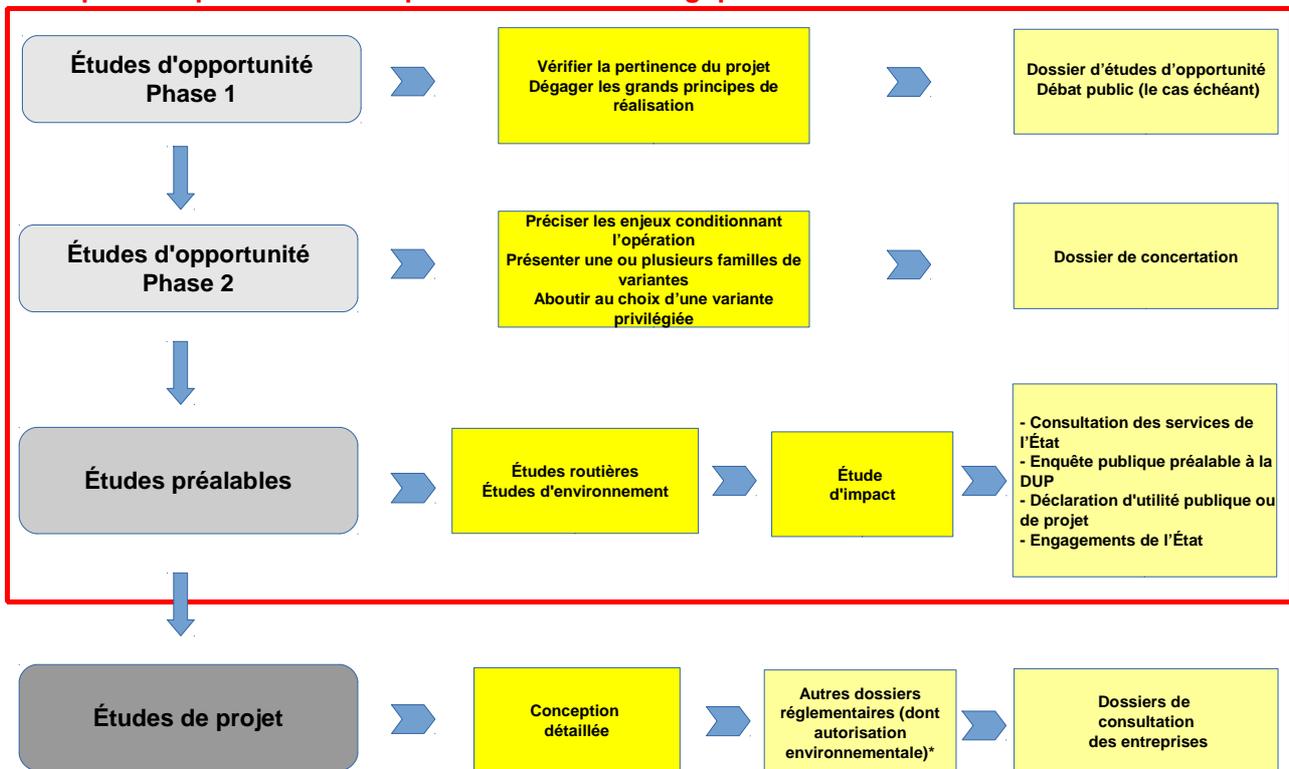
---

4 Article L122-1 du code de l'environnement

5 Les modalités d'élaboration, d'instruction, d'approbation et d'évaluation des opérations d'investissement sur le réseau routier national sont fixées par l'instruction gouvernementale du 29 avril 2014 [6] et son instruction technique modifiée le 16 septembre 2017 [7].

Leur articulation est présentée dans l'illustration 1 ci-dessous.

**Principales étapes concernées par la note méthodologique**



\* : Conformément à l'art. L122-1-1 du code de l'environnement : « Lorsque les incidences du projet sur l'environnement n'ont pu être complètement identifiées ni appréciées avant l'octroi de [la première] autorisation, le maître d'ouvrage actualise l'étude d'impact en procédant à une évaluation de ces incidences, dans le périmètre de l'opération pour laquelle l'autorisation a été sollicitée et en appréciant leurs conséquences à l'échelle globale du projet. »

**Illustration 1: Schéma type du déroulement d'une opération – Source : DGITM**

Les différentes phases d'étude sont conclues par un ou des documents formalisés qui peuvent constituer autant de supports pour la mise en œuvre de procédures administratives (exemple : dossier d'étude d'impact pour la procédure de déclaration d'utilité publique).

Les études qui relèvent du volet « air et santé » concernent en principe les deux premières phases dites « amont » des études : « études d'opportunité » et « études préalables ».

Ces différentes phases d'étude font l'objet de consultation des services de l'État, notamment à titre obligatoire avant enquête publique (consultation inter-services, autorité environnementale et ARS). En amont de cette phase, les services de l'État peuvent toutefois être consultés en tant que de besoin conformément à la circulaire « premier ministre » du 5 octobre 2004 [8] relative à la concertation applicable aux projets de travaux, d'aménagements et d'ouvrages de l'État et des collectivités territoriales.

Dans le cas d'un projet avec un tunnel, il conviendra pour cet ouvrage particulier de se reporter au guide « dossier pilote des tunnels sur l'environnement [9] ».

Les études relatives aux projets d'infrastructures routières, et en particulier les volets spécifiques aux impacts sur l'environnement, respectent le principe de progressivité des études et le principe de proportionnalité.

→ **Le principe de progressivité des études**

Les études sont adaptées au stade d'avancement et de définition du projet : elles portent sur les enjeux globaux au moment de juger de l'opportunité du projet et sont affinées au fur et à mesure que les caractéristiques du projet se précisent. Cette progressivité des études s'accompagne d'un processus continu de concertation.

→ **Le principe de proportionnalité**

Les études relatives à la qualité de l'air et à la santé doivent être menées à toutes les étapes d'élaboration du projet, en gardant en mémoire le principe de proportionnalité : le contenu des études<sup>6</sup> doit être adapté à la nature du projet (création de tronçon routier, aménagement sur place d'une infrastructure existante ...), aux enjeux locaux en termes de qualité de l'air et de santé des populations et aux incidences prévisibles du projet sur ces enjeux. Les différents paramètres permettant d'apprécier l'importance des enjeux au regard de la qualité de l'air sont notamment : les trafics attendus sur l'infrastructure, la présence de populations, d'usages et d'activités sensibles à proximité directe, la présence de zones où les concentrations en polluants sont déjà élevées (co-existence d'autres sources de pollution).

Dans le cadre de la thématique « air et santé », les mesures envisagées pour éviter et réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement<sup>7</sup>, doivent être prises en compte dès le stade amont des études de conception de l'infrastructure routière. En effet, les marges de possibilité d'évitement sont plus importantes lors des choix amont et de celui des grandes variantes. Cet aspect est particulièrement important pour la thématique « air » car les connaissances et les méthodologies actuelles permettent difficilement de corriger un éventuel impact sanitaire lié à la pollution de l'air. Il n'existe pas de mesures compensatoires pour l'air connues à ce jour. Aussi, les zones à enjeux pour la santé humaine, c'est-à-dire celles déjà polluées ou celles où la population exposée est importante ou qui comporte des établissements dits vulnérables (cf. §3.1.3), devront être identifiées le plus tôt possible.

---

6 Article R122-5 du code de l'environnement

7 Articles L122-3 et R122-5 du code de l'environnement

## ***2.2- Les études d'opportunité de phase 1 : l'émergence d'une opération***

### **2.2.1- Objectifs**

Les études d'opportunité permettent au maître d'ouvrage de se prononcer sur l'opportunité et la faisabilité de l'opération sur les plans économique, social, environnemental et sanitaire, et d'en indiquer les principales caractéristiques. A ce stade, l'opportunité de l'opération fait l'objet d'une concertation avec les acteurs locaux ou publics à partir des études conduites par le maître d'ouvrage, qui doivent aborder toutes les grandes fonctions de l'infrastructure dans une approche multimodale. Un débat public peut être mené pour certains projets importants<sup>8</sup>.

Le niveau de définition de l'opération routière est à ce stade très variable et le contenu des études, notamment le volet « air et santé », est à adapter en fonction de ce niveau de définition.

### **2.2.2- Enjeux relatifs à la qualité de l'air et à la santé**

A ce stade d'élaboration de l'opération, la caractérisation de l'état actuel est primordiale pour faire apparaître les enjeux du territoire relatifs à la qualité de l'air et à la santé.

## ***2.3- Les études d'opportunité de phase 2 et les études préalables à l'enquête publique : l'émergence d'une solution***

### **2.3.1- Objectifs**

Les études d'opportunité de phase 2 et les études préalables à l'enquête publique visent à faire émerger une solution d'aménagement. Elles sont utilisées pour constituer le dossier d'étude d'impact dont le contenu est défini réglementairement et servent de base à la présentation de la solution retenue à l'enquête publique.

Le travail itératif d'élaboration des caractéristiques du parti d'aménagement doit systématiquement s'appuyer sur une recherche de familles de solutions puis de variantes, sur des optimisations possibles et sur leur comparaison. L'enjeu de cette recherche est particulièrement fort au moment des principaux choix fonctionnels, techniques et environnementaux, étant donné leur portée financière majeure.

Pour arriver à ce résultat, il faut adopter une démarche progressive qui permette, à chaque étape, de réduire la zone géographique afin de limiter l'ampleur des études et d'affiner les résultats. La façon de mener ce processus ainsi que les modalités de validation de chaque étape sont adaptées au contexte particulier de chaque opération.

### **2.3.2- Enjeux relatifs à la qualité de l'air et à la santé**

L'étude de chaque variante puis l'étude de la variante retenue et proposée à l'enquête

<sup>8</sup> Articles L121-1 et L121-2 du code de l'environnement

publique constituent, au sens de la problématique traitée dans le présent document, deux phases d'études distinctes, qui se succèdent dans le temps, et que l'on désignera dans la suite de ce document par « comparaison des variantes » et « étude de la solution retenue ». Elles correspondent respectivement aux études d'opportunité de phase 2 et aux études préalables à la DUP. Le dossier d'études d'impact final regroupe les études issues de ces deux phases afin de présenter l'ensemble des choix effectués aux différentes étapes de définition du projet d'infrastructure et leur justification notamment au regard des enjeux environnementaux.

### **2.3.2.1- La comparaison des variantes**

La comparaison des variantes recouvre de nombreuses thématiques environnementales. La qualité de l'air et ses effets sur la santé en font partie, au même titre que la santé de manière plus large (bruit, vibration, lumière, *etc.*<sup>9</sup>), le sol, l'eau, le climat, la biodiversité, l'intégration paysagère, l'agriculture, l'hydrogéologie, l'urbanisme, le cadre de vie ou la protection du patrimoine culturel et archéologique mais aussi l'interaction entre ces facteurs.

L'enjeu de la comparaison des variantes est de préparer les éléments d'un choix dans le cadre de l'analyse multicritère. Pour que les critères de la qualité de l'air et de la santé puissent être pleinement pris en compte, une étude détaillée du territoire doit être menée. L'état actuel doit identifier les zones présentant un enjeu en matière de qualité de l'air et d'exposition des populations.

La comparaison des variantes se fait sur la base de cet état actuel, de l'évaluation des quantités de polluants émises et de l'exposition de la population à ces polluants, à travers le calcul effectué pour chaque variante d'un indicateur reposant sur un polluant traceur (cf. § 3.4).

### **2.3.2.2- Étude de la solution retenue**

Il s'agit d'étudier de façon détaillée les impacts potentiels de la variante retenue à l'issue de l'étape précédente de comparaison des variantes.

A ce stade des études, il n'est, par définition, plus possible de raisonner en termes comparatifs, puisqu'une solution particulière est choisie. Il faut évaluer quels pourraient être les impacts du projet d'infrastructure (estimation des concentrations et des impacts liés à ces concentrations, évaluation de la population concernée, ...) et préciser quelles mesures pourraient être prises pour éviter ou réduire les impacts sur la qualité de l'air et la santé. Le niveau d'approfondissement de l'étude doit rester proportionné aux enjeux du projet (cf article R122-5 I. du code de l'environnement).

---

9 Article R122-5 du code de l'environnement, 5°.

### 3. Les données utiles et les outils disponibles pour la réalisation du volet « air et santé »

Ce chapitre a vocation à répertorier l'ensemble des outils disponibles et données à recueillir nécessaires à l'établissement du volet « air et santé » des études routières. Après un rappel de définitions, il traite successivement de l'état actuel, de la chaîne de modélisation, de l'indice pollution-population (IPP), de l'évaluation des risques sanitaires (ERS). Il apporte des éléments utiles sur l'interprétation des résultats, les limites des méthodes et modèles, la monétarisation et l'analyse des coûts collectifs, les impacts du projet en phase chantier et des exemples de mesures d'évitement et de réduction des impacts.

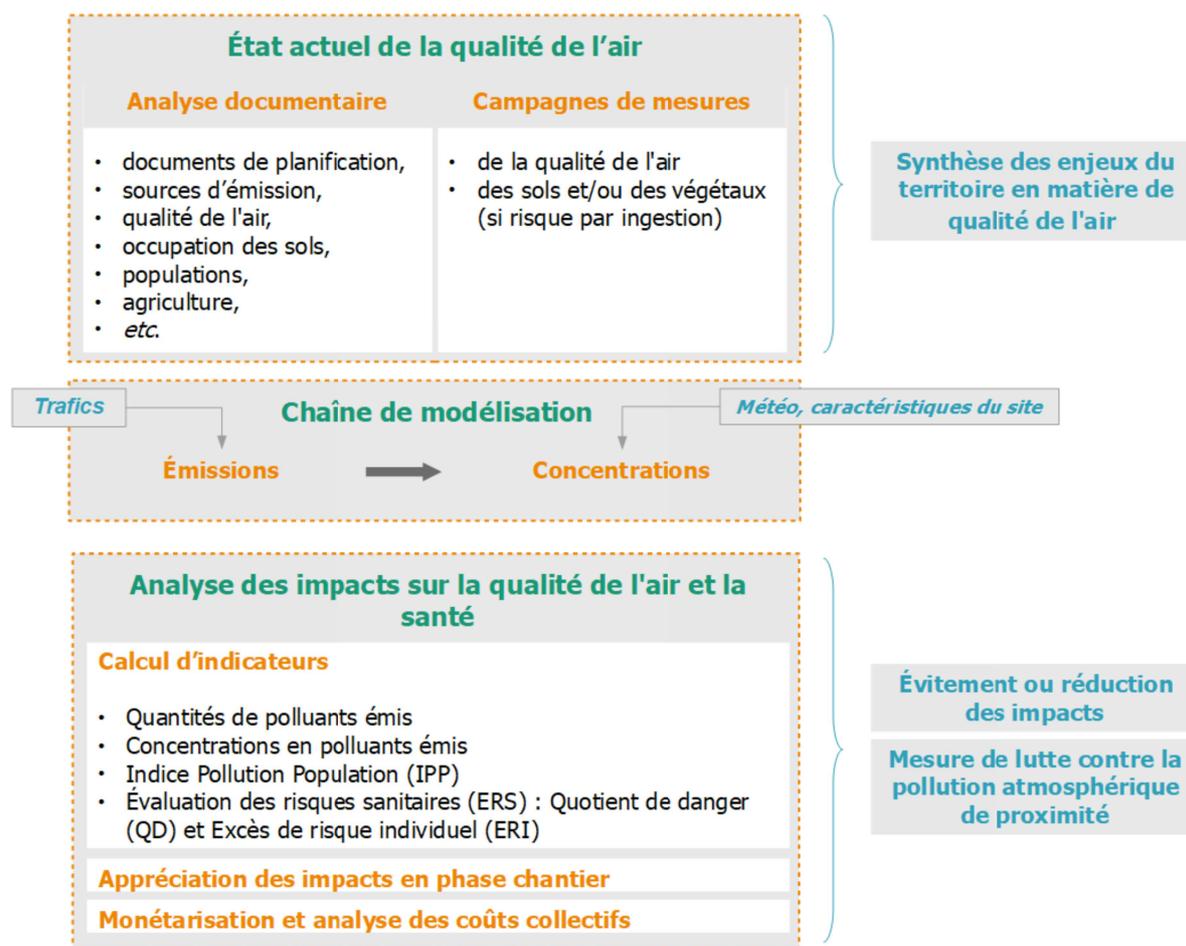


Illustration 2: Les différentes étapes d'une étude "air et santé" – Source : Cerema

Pour garantir la prise en compte optimale des enjeux « air », il est conseillé de faire intervenir les spécialistes « air » dès la définition des études de trafic afin de recenser les données de trafic existantes, de définir les données de trafic supplémentaires nécessaires au regard des enjeux et de fixer le réseau d'étude « air et santé » (cf 4.2.2.1). Ce dernier point doit être validé par le maître d'œuvre et le maître d'ouvrage.

Parallèlement, il faut prévoir les délais nécessaires pour la réalisation d'une campagne de mesures, le cas échéant, dans le cadre de l'élaboration de l'état actuel, pour la modélisation éventuelle des phénomènes physiques de la qualité de l'air et pour la récupération des données des systèmes d'information géographique. Le délai d'études peut généralement varier de 6 à 18 mois en fonction des enjeux et du réseau d'étude.

Dans le coût d'études, il faut distinguer celui des campagnes de mesures réalisées pour l'état actuel, très variable en fonction du niveau d'étude requis, de celui des prestations d'ingénierie.

Le coût d'une campagne de mesures dépend de la métrologie utilisée, du nombre de points de mesure, de la durée de la campagne et des analyses réalisées. Pour les prestations d'ingénierie, il dépend de l'importance de l'étude, de la disponibilité des données nécessaires, de la nécessité ou non de modéliser le phénomène de dispersion des polluants. A titre d'exemple, une semaine de mesures pour les 16 polluants de la note méthodologique de 2005 (dont analyseur automatique pour les mesures en continu des particules et des oxydes d'azote), en un point coûtent de l'ordre de 15 à 20 k€ (H.T.). Pour les tubes passifs (mesures moyennes sur une durée d'exposition de plusieurs jours), la prestation est plus difficile à chiffrer, les coûts dépendant essentiellement de la main d'œuvre nécessaire à la pose et la dépose des tubes. À cela, s'ajoute le temps passé pour l'exploitation et le rendu des données<sup>10</sup>.

Pour l'étude proprement dite, le coût d'ingénierie s'élève en général de 8 à 50 k€ (H.T.). Pour des projets importants et/ou présentant des enjeux sanitaires au regard du risque par ingestion, ces coûts peuvent être largement dépassés.

Les campagnes de mesure doivent servir à caler le modèle de qualité de l'air afin de garantir une représentation la plus fidèle possible de la qualité de l'air sur la zone étudiée.

## **3.1- Terminologie et définitions**

### **3.1.1- Les échelles spatiales de la pollution atmosphérique**

On définit traditionnellement quatre échelles spatiales en matière de pollution atmosphérique :

- L'échelle locale (10 m à 1 km) adaptée à l'étude des effets sur la santé de sources de pollution proches et identifiées (routières ou industrielles principalement) ainsi que des paramètres climatiques et topographiques.
- L'échelle urbaine (1 à 50 km), où les effets sur la santé sont étudiés sur l'ensemble d'une zone urbaine, en prenant en compte plusieurs sources de pollution de l'air ainsi que des paramètres climatiques et topographiques.

---

<sup>10</sup> Il est important de localiser les points d'échantillonnage (coordonnées géographiques, cartographie et photographie de l'emplacement) pour garantir la traçabilité de l'étude.

- L'échelle régionale (50 à 5 000 km), où l'on s'intéresse aux effets de la pollution atmosphérique au niveau d'une région ou d'un continent.
- L'échelle globale (au-delà de 5 000 km).

Compte tenu de l'état des connaissances et des méthodes, et sauf exceptions (opérations exceptionnellement importantes affectant le fonctionnement global du trafic à l'intérieur d'une ou plusieurs grandes agglomérations ou entre plusieurs grandes agglomérations type métropoles), les volets « air et santé » des études d'impact ne sont réalisés qu'aux échelles locales et urbaines.

### 3.1.2- Les polluants atmosphériques

Les principaux polluants atmosphériques peuvent être classés en deux catégories : les polluants primaires et les polluants secondaires. Les polluants primaires sont directement issus des sources de pollution, dont les principaux secteurs sont le résidentiel tertiaire, l'industrie, les transports et l'agriculture. Il s'agit notamment des polluants suivants : oxydes d'azote (NOx), particules (PM), composés organiques volatiles (COV), benzène, monoxyde de carbone (CO), hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)<sup>11</sup>, *etc.*

Les polluants dits primaires, issus du secteur routier, proviennent d'une part de l'échappement des véhicules (ils comprennent notamment du carbone suie). Leurs niveaux d'émissions sont très dépendants de l'âge, de la technologie et de la vitesse du véhicule. D'autre part, le trafic routier contribue à l'émission de particules fines par la remise en suspension de particules déposées sur la chaussée au passage des véhicules et par l'usure des pneumatiques, des embrayages, des freins ou de la route.

Dans la basse troposphère, sous l'action des rayons solaires et de la chaleur, les polluants primaires peuvent se transformer et contribuer à la formation de polluants dits secondaires.

L'une des principales sources de particules secondaires est due aux réactions chimiques entre l'ammoniac, émis par les activités agricoles, et les oxydes d'azote, émis principalement par le transport routier.

L'ozone est également un polluant secondaire qui résulte de la transformation chimique de l'oxygène en présence de précurseurs, particulièrement émis par les véhicules à moteur (NOx et COV), soumis au rayonnement ultra-violet solaire et à une température élevée. Du fait de son mode de formation, les concentrations en ozone sont souvent plus faibles à proximité immédiate de la voie de circulation routière qu'à quelques kilomètres et, d'une manière générale, plus élevées en périphérie qu'au centre des villes.

Ce polluant est en général étudié à une échelle régionale et non locale. Si les informations relatives au dépassement des valeurs limites pour l'ozone sont disponibles, elles doivent être présentées lors de la caractérisation de l'état actuel.

### 3.1.3- Populations

Dans les études air et santé, on distingue la population vulnérable<sup>12</sup> de la population générale.

<sup>11</sup> Le benzène, le monoxyde de carbone et, dans une moindre mesure les HAP, sont émis par le trafic.

<sup>12</sup> Dans la note de 2005, la population vulnérable était dénommée « population sensible ».

La population générale rassemble toutes les personnes habitant dans la zone d'étude. Ces personnes sont localisées par leur résidence (maison ou immeuble).

Compte tenu de la difficulté à obtenir des éléments fiables sur la population future, la population générale doit être estimée uniquement sur la base de la population actuelle, *modulo* les éventuels projets existants ou approuvés<sup>13</sup> ayant un impact sur la population future. La concertation avec les acteurs locaux peut permettre d'identifier des projets d'urbanisation.

Le développement éventuel et prévisible de l'urbanisation du fait du projet fera l'objet d'une analyse dans le dossier d'étude d'impact. Toutefois, cette analyse, forcément macroscopique, est fonction des connaissances que l'on a du territoire et ne conduit pas à un décompte des populations suffisamment précis et fiable pour être intégré dans l'évaluation de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

Les personnes considérées comme vulnérables [10] sont :

- les jeunes enfants (dont l'appareil respiratoire n'est pas encore mature) ;
- les personnes âgées, plus vulnérables de manière générale à une mauvaise qualité de l'air ;
- les personnes, adultes ou enfants, présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ces populations dites vulnérables ont un risque plus important de présenter des symptômes en lien avec la pollution atmosphérique.

Les bâtiments suivants, dont l'activité implique principalement l'accueil de ces populations dites vulnérables, doivent être repérés :

- les établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, *etc.*
- les établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, *etc.*
- les hôpitaux.

### **3.2- Données et outils pour la réalisation de l'état actuel de la qualité de l'air**

L'analyse de l'état actuel du site et de son environnement, au sens de l'article R122-5 du code de l'environnement, doit fournir des données suffisantes pour identifier les zones à enjeux en matière de qualité de l'air et d'exposition des populations, évaluer et hiérarchiser les effets possibles du projet sur la qualité de l'air et la santé.

L'état actuel a pour objectif d'une part d'effectuer un bilan de la qualité de l'air pour la situation existante. Il s'appuie sur différentes données et sources d'informations, mais aussi sur des résultats de campagnes de mesures spécifiques. Il permet d'autre part de caractériser les populations présentes dans la zone d'étude ainsi que les voies d'exposition à la pollution atmosphérique (par ingestion ou inhalation).

---

13 Au sens de l'article R122-5 II 5° du code de l'environnement.

## 3.2.1- Les sources d'information

### 3.2.1.1- Les documents de planification relatifs à l'air

Au niveau national, deux principaux plans d'actions fixent des objectifs en matière de réduction de la pollution de l'air : le Plan National Santé Environnement 3 (PNSE 3) et le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA).

Le PNSE 3 (2015-2019) comprend notamment des mesures relatives à la réduction de substances toxiques dans l'air (benzène et composés organiques volatils associés, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.), des mesures « santé transports » qui visent en particulier une meilleure prise en compte de l'impact sur la santé des différents modes de transport et encouragent le développement des modes de transport sains et actifs (marche, vélo, etc.) et des mesures concernant la lutte contre les « points noirs environnementaux », qui correspondent aux zones où se concentre une surexposition à des facteurs environnementaux.

Il est décliné en Plans Régionaux Santé Environnement 3 (PRSE 3), dont la plupart ont été publiés en 2018. Dans chaque région, il est élaboré par les acteurs locaux et tient compte des enjeux et priorités au niveau régional. Ainsi, outre le fait de décliner régionalement tout ou partie des actions définies dans le PNSE 3, le PRSE 3 peut définir des actions régionales spécifiques.

Le Plan particules, associé au PNSE 2 et publié en juillet 2010, comprenait notamment des actions relatives au secteur des transports. Le PREPA, publié en mai 2017, a pris le relais du Plan particules. Il établit les mesures sectorielles les plus efficaces en termes de réduction des émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) et les particules de diamètre inférieur à 2,5µm (PM<sub>2,5</sub>), notamment. Il promeut en particulier des zones à circulation restreinte (ZCR), et le renouvellement du parc par des véhicules faiblement émetteurs.

Au niveau régional ou à une échelle plus locale, les documents de planification tels que le Schéma Régional Climat Air Énergie (SRCAE)<sup>14</sup> et surtout le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et le Plan de Déplacement Urbain (PDU), quand ils sont disponibles, sont des sources d'informations indispensables en ce qui concerne la qualité de l'air et les actions prises pour la préserver.

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires<sup>15</sup> (SRADDET) fusionne et renforce plusieurs schémas préexistants dont les SRCAE. Il devient un document prescriptif de planification opposable aux documents d'urbanisme selon une exigence de « prise en compte » pour ses objectifs et « de compatibilité » pour son fascicule de règles. Les Plans Climat- Air-Énergie Territoriaux<sup>16</sup> (PCAET) établis par les collectivités doivent le prendre en compte.

Les PPA<sup>17</sup> définissent les objectifs et les mesures, réglementaires ou portées par les acteurs locaux, permettant de ramener, à l'intérieur des agglomérations de plus de

---

14 Ces schémas seront intégrés aux Schémas régionaux d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires avant juillet 2019 (hormis en Ile de France, Corse et OM)

15 Article L4251-1 et suivants du code général des collectivités territoriales

16 Article L.229-26 du code de l'environnement

17 Article L.222-4 et suivants du code de l'environnement

250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites réglementaires sont dépassées ou risquent de l'être, les concentrations en polluants atmosphériques à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires. Pour cela, des mesures préventives d'application permanente ou temporaire peuvent être arrêtées pour réduire les émissions de polluants. Le PPA est un document local et prescriptif, qui est à présent soumis à une évaluation environnementale au cas par cas<sup>18</sup>, il constitue ainsi une source d'informations indispensable, s'il existe sur la zone du projet.

Les PDU<sup>19</sup>, obligatoires dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants, répondent à des objectifs d'organisation des transports, dans le périmètre des transports urbains, mais aussi de protection de l'environnement et de la santé. Les PDU (et leurs révisions) sont aussi soumis à évaluation environnementale. Dans le cadre de l'étude d'impact d'un projet routier localisé dans une agglomération couverte par un PDU, celle-ci constitue aussi une source d'informations, dans la mesure où elle doit contenir les effets notables du plan sur la qualité de l'air<sup>20</sup>. A noter que les émissions de certains polluants atmosphériques, notamment les NOx, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, COVNM, doivent dorénavant être évaluées dans le cadre des PDU depuis l'arrêté du 24 août 2016.

Les évaluations environnementales contenues, le cas échéant, dans les documents d'urbanisme (Schéma de Cohérence territoriale -SCoT- Plan Local d'Urbanisme – PLU- et carte communale) peuvent également être consultées.

D'autres documents peuvent constituer des sources d'information sur le contexte local, les principaux enjeux et les objectifs fixés par les autorités locales (par exemple les études d'impact réalisées pour les ZAC locales peuvent également être une source d'information).

### **3.2.1.2- Les données sur la qualité de l'air**

Deux catégories principales de données de qualité de l'air sont disponibles : les données d'émission de polluants dans l'air et les données de concentration de polluants dans l'air.

Il existe également des données indirectes (biomarqueurs...) qui peuvent être utilisées pour évaluer globalement l'état de la pollution de l'air dans un site.

Les données d'émission existent à diverses échelles :

- Au niveau national, l'Inventaire National Spatialisé (<http://emissions-air.developpement-durable.gouv.fr>) fournit des données de résolution au mieux communales et trimestrielles (les missionnaires de service public peuvent requérir des données sur une grille kilométrique au pas horaire), pour certaines années.
- Le CITEPA (<http://www.citepa.org/fr/>) produit, pour le compte du Ministère en charge de l'environnement, des inventaires annuels, non spatialisés.
- Les AASQA (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air) tiennent également à jour des inventaires spatialisés d'émissions sur un domaine régional, et parfois également sur des domaines de plus petite étendue mais plus détaillés.
- Enfin, les plus gros émetteurs rapportent leurs émissions dans l'outil GEREP, dont la plupart des données sont consultables via l'interface IREP

---

18 Article R122-17 du code de l'environnement

19 Article L1214-3 du code des transports

20 Article R122-20 du code de l'environnement

(<http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes>).

Les données de concentration sont mesurées sur tout le territoire par les AASQA puis agrégées au niveau national et rapportées à diverses instances dont l'Agence Européenne de l'Environnement :

- Les archives annuelles des données rapportées sont disponibles sur le Géocatalogue (<http://www.geocatalogue.fr>) ;
- Les données les plus récentes doivent être demandées auprès des AASQA, qui disposent en outre de données spécifiques, issues de campagnes de mesures ou résultant de modélisations ;
- Enfin, les données historiques sur la qualité de l'air sur une période donnée (bilan national de la qualité de l'air) sont consultables sur le site du Ministère (<http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/environnement/s/milieux-air.html>), et des cartes et indicateurs sont disponibles sur le site du service statistique du Ministère ([http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/outils «Géoïdd»](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/outils/Geoïdd) et «eider»), du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, <http://www.lcsqa.org>) et des AASQA.

Au-delà des données spécifiques à la qualité de l'air, il convient de rassembler également les données météorologiques (orientation et vitesse des vents dominants, niveaux de précipitations) et les données topographiques (vallées encaissées, rues canyon) qui peuvent gêner la dispersion des polluants. Il convient également de répertorier les effets locaux (vallées, montagnes, mer, lac, etc.).

### **3.2.1.3- Les données sur l'occupation des sols et sur les populations**

#### **a) Les informations relatives à l'occupation des sols**

Les sources de données concernant l'occupation du sol et, en particulier, les espaces habités peuvent être divisées en deux catégories :

- L'information disponible à l'échelle d'une zone et regroupée par grands thèmes (exemples : routes, zones administratives, territoires artificialisés, urbanisés, zones bâties, milieux naturels, agricoles, etc.) : BD CARTO®, SPOT Théma<sup>21</sup>, Corine Land Cover<sup>22</sup>, Inventaire Permanent du Littoral (IPLI), PLU, etc.
- L'information disponible à l'échelle du bâtiment : BD TOPO®, fichiers fonciers issus de la base MAJIC<sup>23</sup> et BD Parcellaire®, BD ORTHO®, SCAN 25®, photographies aériennes, levés géomètres, cadastre numérisé, etc.

Les zones de potagers et de vergers<sup>24</sup>, aires de jeux, cours d'école situées dans la bande d'étude (cf 4.2.2) sont repérées par photographie aérienne ou levés et doivent être confirmées par une visite terrain.

21 SPOT Théma : base de données d'occupation du sol à l'échelle des agglomérations, disponibles sur la France métropolitaine, résultant de la photo-interprétation assistée par ordinateur sur images SPOT P et X

22 Corine Land Cover : base de données d'occupation du sol disponible sur tous les pays de l'Union Européenne, résultant de la photo-interprétation d'images satellites (SPOT et LANDSAT)

23 Mise à jour des informations cadastrales. Bases de données disponibles, pour les services de l'État, auprès du ministère des finances

24 Ces zones doivent être identifiées dans le cadre de la recherche des enjeux pour le risque sanitaire par ingestion des HAP.

### **b) Les informations relatives aux populations**

Les statistiques démographiques de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE) donnent des renseignements sur les populations actuelles dans la zone étudiée.

### **c) Les informations relatives aux populations vulnérables**

Le repérage des établissements accueillant des populations vulnérables peut se faire via diverses sources d'information, notamment : annuaires disponibles sur internet, SCAN 25®, agences d'urbanisme, rectorat, mairie, conseil général, ARS, base FINESS pour les établissements sanitaires et sociaux, etc.

### **d) Décompte des populations**

Le comptage des populations est à adapter en fonction de l'urbanisation (densité, morphologie du bâti) avec une approche suffisamment détaillée. Diverses méthodes de comptage des populations sont applicables.

Ce comptage nécessite, dans la plupart des cas, le croisement de données démographiques issues de bases de données de recensement des populations (données INSEE à la commune ou à l'IRIS<sup>25</sup>) avec des données d'occupation des sols. Diverses bases de données d'occupation des sols peuvent être utilisées. Toutefois, dans la plupart des études, une approche au bâtiment est préférable.

## **3.2.1.4- Les données sur l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur les populations**

Pour un grand nombre d'agglomérations de plus de 100 000 habitants, une Étude d'Impact Sanitaire de la Pollution Atmosphérique (EIS-PA) est disponible, auprès des Cellules d'intervention en région (Cire) de l'Agence nationale de santé publique – Santé publique France (ANSP-SpF) ou des ARS [11]. Elle permet de quantifier l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans le secteur considéré.

De plus, elle peut également fournir des estimations des bénéfices attendus en termes de santé publique, pour différents scénarios d'évolution de la pollution atmosphérique, de façon à comparer l'efficacité de différentes stratégies en termes de bénéfices sanitaires et d'orienter les décisions pouvant avoir une influence sur la qualité de l'air.

Par ailleurs, d'autres données relatives à l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sont également disponibles pour plusieurs villes françaises auprès de l'ANSP-SpF<sup>26</sup>, suite aux travaux menés notamment dans le cadre du programme européen APHEKOM<sup>27</sup> (Amélioration des connaissances et de la communication sur la pollution de l'air et la santé en Europe) et de l'actualisation des études en lien avec le Haut Conseil de Santé Publique.

---

<sup>25</sup> Les communes d'au moins 10 000 habitants et la plupart des communes de 5 000 à 10 000 habitants sont découpées en IRIS. Chaque IRIS correspond à la maille de base pour la diffusion des statistiques infra-communales et constitue une partition du territoire de ces communes en "quartiers" dont la population est de l'ordre de 2 000 habitants. Par extension, on assimile à un IRIS chacune des communes non découpées en IRIS.

<sup>26</sup> <http://invs.santepubliquefrance.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Air-et-sante/Publications>

<sup>27</sup> <http://www.aphekom.org>

### 3.2.2- Les campagnes de mesures

Lorsque les données pour décrire l'état actuel de la qualité de l'air de la zone d'étude ne sont pas suffisantes, par exemple en l'absence de station de mesures permanentes pouvant servir de référence, à proximité du ou des axes étudiés, il est nécessaire, dans certains cas définis au chapitre 4, d'avoir recours à des campagnes de mesures spécifiques de concentrations de certains polluants atmosphériques.

Ces campagnes doivent être adaptées aux enjeux de l'étude d'impact (cf. notamment le chapitre 4) et, pour les études faisant l'objet d'une évaluation des risques sanitaires, permettre d'appréhender les risques par inhalation et, s'il y a lieu, par ingestion (présence de jardins potagers dans la bande de retombées particulaires du projet cf.4.2.2.2 page 56).

On rappelle aussi que les campagnes de mesure réalisées *in situ* permettent de réaliser le calage du modèle de dispersion.

#### 3.2.2.1- Mesure de la qualité de l'air

Deux grandes techniques de mesure existent :

- les échantillonneurs (passifs<sup>28</sup> ou actifs<sup>29</sup>) qui piègent les polluants sur un support (filtre ou substances particulières) ou confinent un échantillon d'air pollué dans un récipient. Cette technique nécessite une analyse en laboratoire ;
- les analyseurs automatiques<sup>30</sup>, généralement regroupés dans une remorque ou un camion (moyens de mesures mobile), qui permettent de prélever et d'analyser les polluants en temps réel et en continu.

Dans tous les cas, le choix des polluants mesurés et des protocoles utilisés devra être explicite et justifié, en fonction de la phase d'étude, du niveau d'étude et des enjeux (pollution atmosphérique existante et des populations exposées, population générale et vulnérable).

Des microcapteurs apparaissent sur le marché pour certains polluants. A terme, cette métrologie pourrait être intéressante dans le cadre des études d'impact routières mais pour le moment, faute de retours d'expérience suffisant, il est nécessaire d'attendre que l'utilisation de ces microcapteurs soit validée pour ce genre d'études.

#### a) Choix de la métrologie

##### Campagnes par échantillonneurs passifs (tubes passifs)

Ces campagnes permettent de caractériser la qualité de l'air de manière simple et rapide sur la zone d'étude en mesurant des concentrations moyennes sur plusieurs jours qui correspondent à la durée d'exposition du tube (allant de une à plusieurs semaines). Du fait de leur faible coût, elles permettent de quadriller la zone et de décrire la répartition spatiale d'un polluant donné. Cette description est dite « semi-quantitative », car elle

---

28 Échantillonnage de l'air pollué par convection naturelle et diffusion dans un tube. Piégeage des polluants sur substance spécifique aux polluants à analyser. Analyse en laboratoire.

29 Échantillonnage de l'air pollué par une pompe ou une vanne à débit d'air contrôlé. Prélèvement sur filtre ou dans un récipient (canister) et analyse en laboratoire.

30 Prélèvements de l'air pollué par une pompe et analyse directe des polluants

donne un ordre de grandeur des concentrations en polluants dans l'air qui permet de hiérarchiser les points de mesures.

Pour chaque campagne de mesure, il est fortement recommandé de positionner un tube témoin au droit d'un analyseur fixe afin de pouvoir rendre compte de l'écart entre les valeurs mesurées par les tubes passifs et la station fixe.

La technologie par tubes passifs est efficace pour la mesure de différents composés chimiques gazeux, principalement le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le benzène et les aldéhydes. Les incertitudes liées à ces mesures dépendent des fournisseurs et des composés mesurés.

Elle a récemment été adaptée à la mesure des particules, mais à l'heure actuelle aucun retour d'expérience sur ce procédé n'est disponible. Il est donc nécessaire d'attendre que l'utilisation soit validée pour ce genre d'études.

Dans le cas des études d'impact routières, la mesure du NO<sub>2</sub> est incontournable car les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sont des polluants « traceurs » de la pollution atmosphérique émise par le trafic routier.

### **Campagnes par moyens de mesures mobiles**

Les campagnes utilisant des analyseurs automatiques permettent de caractériser tous les polluants gazeux et particulaires. Elles sont plus coûteuses, techniquement plus difficiles à mettre en œuvre que celles par tubes passifs et spatialement faiblement représentatives. En revanche, elles donnent des résultats quantitatifs et précis (régulièrement étalonnés) et permettent d'obtenir une représentation temporelle précise des polluants étudiés grâce aux mesures effectuées en continu (souvent des concentrations horaires ou ¼ horaires).

Il est ainsi possible d'obtenir des valeurs maximales de concentrations, utiles pour l'estimation des risques sanitaires liés aux expositions aiguës. Elles permettent de mieux appréhender la pollution de l'air au droit des zones à enjeux pour la santé humaine, en particulier à proximité des zones à fortes densités de population ainsi qu'au droit des établissements accueillant des populations vulnérables. Elles sont en général mises en œuvre pour les études requérant une évaluation des risques sanitaires.

#### ***b) Représentativité des périodes de mesures***

Pour pouvoir assimiler les concentrations mesurées à des moyennes annuelles et les apprécier par rapport aux valeurs limites fixées par la réglementation sur la surveillance de la qualité de l'air (cf. § 3.6), ces campagnes de mesure devraient, théoriquement, couvrir au moins 8 semaines. Ces mesures doivent être globalement représentatives des diverses conditions météorologiques et de trafic (directive 2008/50/CE).

En théorie, il faudrait prévoir 4 campagnes de mesure de 2 semaines chacune durant chaque saison de l'année. Il peut être possible de réaliser 2 campagnes de mesures de 4 semaines durant des saisons contrastées d'un point de vue météorologique (hiver et été).

Dans tous les cas, il est nécessaire de vérifier et d'apprécier la représentativité de l'ensemble des périodes de mesure par rapport à une année complète. Cette vérification est réalisée avec les stations fixes (de l'AASQA) les plus proches, en comparant la moyenne pour la période de mesure à la moyenne annuelle. Une analyse sur les conditions météorologiques pourrait également être menée pour évaluer la représentativité des mesures.

### c) Choix des emplacements de mesure

Le choix des emplacements de mesure doit répondre au critère de représentativité des emplacements des mesures sur l'aire d'étude. Ce choix résulte d'une analyse de la répartition spatiale des sources d'émissions et des populations ainsi que de la météorologie locale.

Pour avoir une vision globale de la qualité de l'air sur la zone d'étude (cf. définition de la zone d'étude §4.2.2 page 54), différents types de sites doivent faire l'objet de mesures de concentration.

Pour cela il est possible de s'inspirer de la classification utilisée par les AASQA pour l'implantation et la dénomination des stations de mesures fixes [12], sans toutefois entrer dans le même niveau de détail. En effet, les mesures réalisées pour un projet routier n'entrent pas dans le cadre de la surveillance réglementaire des polluants. Cette classification caractérise de manière simple et objective la plupart des environnements de mesure et des situations d'émissions rencontrés sur le territoire.

Elle distingue l'**environnement d'implantation** (urbain, périurbain et rural) et, par polluant, le **type d'influence prédominante** (industrielle, trafic, de fond).

Implantation	Urbaine	Emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu
	Périurbaine	Emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie
	Rurale	Emplacement dans une commune rurale
Influence prédominante	Industrielle	Point de prélèvement situé à proximité d'une source ou d'une zone industrielle
	Trafic	Point de prélèvement situé à proximité d'un axe routier.
	De fond	Point de prélèvement non influencé de manière significative par des sources industrielles ou de trafic, mais par la contribution intégrée de multiples sources. Représentatif de l'exposition moyenne de la population.

**Tableau 1: Principales caractéristiques de l'environnement d'implantation et des trois types d'influence sur la mesure.**

Les points de mesure peuvent être échantillonnés :

- soit de manière isolée ;
- soit à travers la mise en œuvre de **transects** (plusieurs capteurs positionnés de manière régulière de part et d'autre de l'infrastructure, sur une perpendiculaire à celle-ci) qui permettent d'analyser la décroissance des concentrations lorsque l'on s'éloigne de la voie.

Dans le cadre d'un projet routier, il est recommandé de réaliser des mesures :

- sur le tracé de l'infrastructure à construire ainsi que sur les infrastructures existantes qui vont être impactées par la mise en œuvre du projet ;
- au droit des lieux identifiés à enjeux du point de vue de la qualité de l'air et

notamment des établissements accueillant des personnes vulnérables et des zones habitées ;

- au droit de sources d'émissions ayant un impact sur les concentrations en polluants dans la zone d'étude (cf 4.2.2) (ex d'une autoroute située dans la bande d'étude du projet, mais n'appartenant pas au réseau d'étude (cf 4.2.2.1)) ;
- au droit de tout autre type de lieux susceptibles de caractériser la zone étudiée.

Il convient de porter attention à la configuration urbaine, qui influence la dispersion des polluants. Le type d'environnement (dégagé, urbanisé, très urbanisé, rue « canyon ») joue un rôle important dans l'évolution spatiale des concentrations de part et d'autre de l'axe. Il doit en être tenu compte lors du choix des emplacements des échantillonneurs.

Par ailleurs, il convient de disposer plusieurs transects le long de l'axe en fonction des discontinuités (modification de la vitesse, du nombre de véhicules, du nombre de voies, ...), et de choisir une zone représentative en ce qui concerne le flux de véhicules et la population exposée (riverains, piétons, cyclistes, automobilistes).

Pour plus de précisions sur les campagnes de mesures, il est recommandé de consulter les guides réalisés par le LCSQA<sup>31</sup>, notamment celui sur l'« Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs des campagnes » (décembre 2007) en tenant compte des mises à jour éventuelles.

La Directive 2008/50/CE qui comprend différentes exigences concernant la représentativité des sites de mesure (ex : article 2 (23), annexe III-B 1. B, annexe VIII.A) peut être également consultée.

### **3.2.2.2- Mesure de la qualité des sols ou des végétaux**

Dans le cas des études nécessitant la réalisation d'une évaluation des risques sanitaires, où des enjeux d'exposition aux polluants par ingestion sont identifiés, il est nécessaire d'établir un diagnostic initial des teneurs en HAP dont le benzo[a]pyrène dans les sols et les végétaux (cf. Tableau 6) en se référant au guide de l'INERIS de 2007 [13].

## **3.3- La chaîne de modélisation**

La chaîne de modélisation mise en œuvre pour estimer les concentrations en polluants en un lieu consiste à estimer les émissions des véhicules à partir de données de trafic et à modéliser la dispersion des polluants émis dans l'atmosphère. Les émissions et les concentrations modélisées constituent les indicateurs pour évaluer l'impact du projet.

La liste des polluants à étudier est donnée dans le tableau 6 page 53.

### **3.3.1- Les données d'entrée relatives au trafic**

Les émissions de polluants d'une infrastructure dépendent principalement :

- de la charge de trafic qu'elle supporte (nombre de véhicules légers -VL-, nombre de poids lourds -PL-, etc.) ;
- des caractéristiques des véhicules qui y circulent (composition du parc roulant

31 <http://www.lcsqa.org/guides-methodologiques>

automobile : type de véhicules, motorisation, cylindrées, classes d'émissions technologiques -normes Euro- etc.) et de leurs émissions unitaires (par exemple en grammes de polluants par kilomètre parcouru) ;

- et des conditions de circulation (vitesse, accélération, situations de trafic, etc.).

Le recueil des données de trafic revêt donc une importance particulière et nécessite la collaboration des spécialistes « trafic », d'une part, et « air », d'autre part, dès le début des études. Dans la mesure du possible, cette collaboration doit être mise en place dès la rédaction du cahier des charges des études de trafic pour définir et préciser le format requis des données trafic pour les modélisations à réaliser dans le cadre des études « air et santé ».

### **3.3.1.1- Les horizons et scénarios pris en compte**

Les données de trafics doivent être disponibles aux horizons actuel et futurs, ces derniers étant appelés par la suite « horizons d'étude » :

- à l'état actuel ;
- à la mise en service du projet (année à préciser en début de projet car elle peut évoluer au cours de l'étude), qui correspond généralement à la situation la plus défavorable pour l'évaluation de la qualité de l'air ;
- à 20 ans après la mise en service (qui correspond à celui pris en compte dans la réglementation sur le bruit [14]).

Pour les deux horizons futurs, il conviendra de prendre en compte :

- le scénario avec projet ;
- le scénario sans projet, qui tient compte de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet (évolution des trafics, prise en compte des aménagements connus, etc.).

Chaque scénario avec projet peut lui-même être composé de plusieurs variantes de tracés.

Les différentes hypothèses d'évolution des trafics retenues seront prises en cohérences avec celles retenues dans le cadre de l'évaluation du bilan socio-économique du projet.

### **3.3.1.2- La structure des données trafic**

Les données trafic doivent être fournies pour chaque scénario, variante et horizon d'étude. Elles doivent décrire les flux et les caractéristiques du trafic sur chaque tronçon modélisé :

- le trafic moyen journalier annualisé (TMJA) ou à défaut heure de pointe du matin (HPM), heure de pointe du soir (HPS) ;
- les vitesses moyennes journalières de chaque type de véhicules sur l'axe ou à défaut la vitesse réglementaire ainsi que la longueur du tronçon.

Une attention toute particulière est à apporter au géo-référencement de ces données de trafic. Les données géographiques caractéristiques des différents scénarios, variantes et horizons d'étude doivent se superposer les unes par rapport aux autres ainsi qu'au

référentiel utilisé dans l'étude pour la présentation cartographique des émissions et des concentrations (exemple : Scan25® pour le fond de plan).

### **3.3.2- Le calcul des émissions de polluants**

Les modèles de calcul des émissions sont basés sur le croisement d'une base de données de facteurs d'émission avec un parc routier.

#### **3.3.2.1- Les principales méthodologies**

En Europe, deux méthodologies sont couramment utilisées pour effectuer les calculs d'émissions : COPERT (COmputer Program to calculate Emissions from Road Traffic) et HBEFA (Handbook of Emission Factors).

La première utilise des facteurs d'émissions donnés pour une vitesse moyenne, la deuxième des facteurs d'émissions donnés pour des situations de trafic.

Différents outils de calcul des émissions basés sur la méthodologie COPERT existent (COPERT, COPERT Street Level, COPCETE<sup>32</sup>, etc.) ; seuls certains d'entre eux sont adaptés au calcul des émissions par tronçon. Cette méthodologie est aujourd'hui la plus utilisée dans les études opérationnelles. Il est recommandé d'utiliser des outils intégrant les dernières mises à jour de COPERT.

#### **3.3.2.2- Le parc routier roulant**

En France, il existe plusieurs descriptions des parcs roulants qui sont plus ou moins détaillés et dont les horizons sont différents [15].

Les deux principaux parcs français avec projection sont ceux de l'IFSTTAR<sup>33</sup> (Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux) et du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique).

Le modèle mis au point par l'IFSTTAR donne la composition du parc automobile français de 1980 à 2030 : le parc statique (véhicules qui existent) à partir du fichier des immatriculations des véhicules neufs et le parc roulant (véhicules qui circulent) en tenant compte de l'usage des véhicules à partir de lois de survie. Il intègre les normes antipollution (normes Euro) et les avancées technologiques connues. En revanche, les éventuelles ruptures technologiques (énergies nouvelles) ne sont pas prises en compte. La méthode de calcul permet de connaître pour chaque année les caractéristiques (type de véhicule, motorisation, cylindrées, réglementation en termes de normes d'émissions) et l'âge des véhicules en circulation, paramètres qui conditionnent directement les émissions des véhicules.

Il existe d'autres travaux d'évaluation de composition de parcs comme ceux du CCFA (Comité des Constructeurs Français d'Automobiles) ou du SOeS (Service de l'Observation et des Statistiques dépendant du Ministère).

---

32 Outil développé par le Cerema, régulièrement mis à jour en fonction de l'évolution de COPERT. Cet outil peut, dans certains cas et selon certaines conditions, être mis à disposition des bureaux d'études qui sont mandatés par les services de l'État pour réaliser des études « air et santé » sur le réseau routier national.

33 IFSTTAR résulte de la fusion de l'INRETS – Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité - et du LCPC – Laboratoire Central des Ponts et Chaussées

Depuis quelques années l'IFSTTAR travaille aussi sur des méthodes d'estimation des parcs locaux [16]. Plus proches de la réalité locale, ces parcs permettent d'estimer de manière plus fine les émissions de polluants. Ainsi lorsqu'ils sont disponibles, il est intéressant de les utiliser pour le calcul des émissions de polluants.

### **3.3.3- Le calcul des concentrations en polluants**

L'objectif est de modéliser la dispersion dans l'atmosphère des émissions précédemment calculées, en tenant compte de différents paramètres d'entrée (météorologie, occupation des sols, relief, concentrations de fond issues de la campagne de mesures de la qualité de l'air, etc.), afin d'estimer les concentrations en polluants à proximité du projet considéré et des voies impactées par la mise en service de celui-ci.

Il existe aujourd'hui des modèles de dispersion performants qui ont des domaines et des échelles d'utilisation différentes (gaussien, lagrangien, eulérien, etc.). Le choix d'un modèle doit se faire au regard :

- du contexte (complexité topographique, de la météorologie locale, des bâtiments ou autres établissements présents) ;
- de l'échelle du projet (zone de quelque kilomètre carré, projet d'une longueur de plusieurs dizaines de kilomètres, etc.) ;
- des enjeux du projet (ex : zone urbaine dense avec des bâtiments faisant écran à la dispersion des polluants, etc.) ;
- du niveau de précision recherché (ex : description fine des phénomènes de dispersion en tête de tunnel urbain).

Les modèles gaussiens de dernières générations, qui peuvent prendre en compte des situations particulières comme les reliefs ou les rues canyon grâce à des modules spécifiques [17], sont généralement suffisants dans le cadre d'une étude « air et santé ». Dans des cas particuliers où il est nécessaire d'avoir une description précise du panache (en tête de tunnel par exemple), un modèle lagrangien ou eulérien peut être employé.

S'agissant de l'analyse des résultats et des limites de leur utilisation, il convient de se reporter au § 3.6.

## **3.4- L'évaluation de l'exposition avec l'indice Pollution Population (IPP)**

L'indice Pollution Population (IPP) est un indicateur qui représente de manière synthétique l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci. **Il ne doit en revanche pas être considéré comme un indicateur sanitaire à proprement parler.**

L'IPP est le résultat du croisement des concentrations<sup>34</sup> des polluants retenus et des populations exposées sur la zone d'étude (cf. définition de la zone d'étude § 4.2.2 page 54).

---

<sup>34</sup> Les concentrations s'entendent comme la somme des concentrations de fond et des sur-concentrations liées aux infrastructures du réseau d'étude

L'IPP peut apporter deux types d'information :

- Il permet avant tout de comparer des variantes d'un projet ou des scénarios (état actuel, scénario sans projet, scénario avec projet aux horizons d'étude) ;
- Il peut également permettre d'apprécier ces variantes ou scénarios par rapport aux valeurs limites définies pour la surveillance de la qualité de l'air. Dans ce deuxième cas, on évalue le nombre de personnes exposées en deçà ou au-delà de valeurs limites pour les différentes configurations du projet (cf. Annexe A Présentation recommandée pour l'IPP). Cette évaluation doit se faire avec précaution au regard des incertitudes inhérentes à la chaîne de modélisation (cf. § 3.6).

Sauf exception, l'IPP n'est pas pertinent au stade des études d'opportunité phase 1 car il n'est pas toujours possible de disposer des données nécessaires à son calcul, comme les données « tracés » précises.

Au stade des études d'opportunité phase 2 et des études préalables, l'IPP est utilisé pour comparer les variantes et les scénarios. La construction de cet indicateur en trois étapes est détaillée ci-après.

#### **3.4.1.1- Définition de la zone prise en compte**

L'IPP est calculé sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude tel que défini dans les paragraphes 4.2.2.1 et 4.2.2.2.

#### **3.4.1.2- Choix du polluant indicateur**

Dans la mesure où l'on cherche à utiliser l'IPP pour comparer des scénarios ou des variantes d'un projet et, le cas échéant, pour apprécier le niveau de l'impact dû à l'infrastructure, il faudrait en théorie considérer tous les polluants réglementés liés au trafic routier (NO<sub>2</sub>, benzène, particules, CO, etc.).

Toutefois, la progressivité des études ne permet pas de travailler de façon détaillée sur l'ensemble des polluants. Pour choisir le ou les polluants indicateurs, certains paramètres doivent être pris en compte :

- la « signature routière » du polluant, qui doit être suffisamment claire (aspect « traceur » de la pollution automobile) : c'est le cas pour le NO<sub>2</sub> mais moins pour les particules ;
- les incertitudes de mesure (dans la gamme des valeurs rencontrées) ;
- les incertitudes de modélisation. Le NO<sub>2</sub> se prête mieux à la modélisation que les autres polluants. Si un biais systématique est observé dans la modélisation d'un polluant, il peut être, malgré tout, utilisé pour comparer des variantes. Cependant, l'appréciation par rapport aux valeurs limites relatives à la surveillance de la qualité de l'air doit être exclue.

Aussi, le **polluant traceur retenu pour le calcul de l'IPP est le NO<sub>2</sub>**. C'est un polluant discriminant et bien maîtrisé (mesure/modélisation) et sa zone de dispersion (100 à 300 m par rapport à l'axe de la voie) englobe le plus souvent celle des autres polluants.

### 3.4.1.3- Méthode de calcul

La méthode de calcul présentée dans ce paragraphe peut être utilisée indifféremment à l'échelle d'une maille ou d'un bâtiment, en fonction de la densité du tissu urbain et du format des données de population. Ces deux approches sont présentées dans ce paragraphe.

L'Annexe A expose la manière dont peut être présentée l'IPP dans une étude « air et santé ».

L'IPP se calcule en effectuant le produit de la concentration avec les populations présentes en un lieu donné.

$$IPP = \sum_i IPP_i = \sum_i C_i \times P_i$$

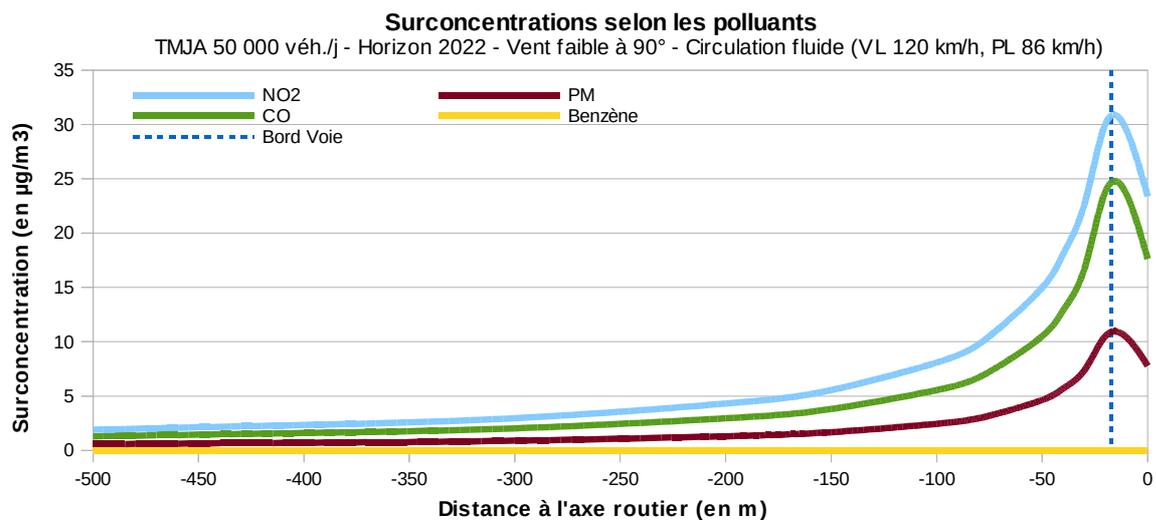
où

- **IPP<sub>i</sub>**: est l'IPP à l'échelle d'une maille i ou d'un bâtiment i,
- **C<sub>i</sub>**: est la concentration du polluant considéré pour la maille élémentaire i ou pour le bâtiment i, généralement calculée par la mise en œuvre de la chaîne de modélisation (utilisation successive des modèles d'émissions et de dispersion),
- **P<sub>i</sub>**: est la population présente sur la maille élémentaire i ou dans le bâtiment i.

#### a) Approche à la maille

La zone d'étude (cf. définition § 4.2.2 page 54) est divisée en mailles élémentaires. La dimension des mailles est à adapter à la taille du réseau d'étude (cf 4.2.2.1), au polluant choisi et à la densité de population. Elle doit permettre d'appréhender les gradients de densité de population et des concentrations en polluants émis par le trafic routier à proximité des axes routiers ; une maille trop grande aurait tendance à lisser les 2 paramètres (densité de population et concentrations en polluants) et donc les impacts potentiels en termes d'exposition à proximité des axes.

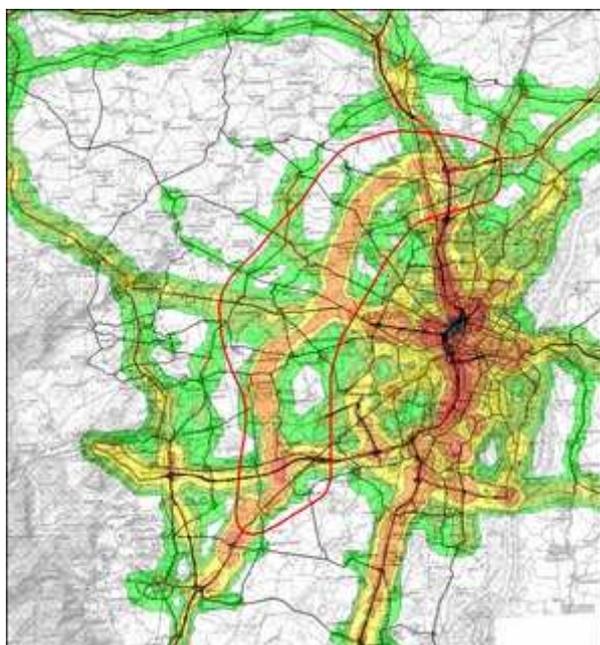
Pour mémoire, le retour aux concentrations de fond est de l'ordre de 50 m à 150 m maximum à partir de l'axe du projet pour les particules et de 100 m à 300 m maximum pour le dioxyde d'azote.



**Illustration 3: Décroissance des surconcentrations de différents polluants (calculées avec ADMS) pour un volume de trafic de 50 000 véh/j en situation fluide (Source : Cerema)**

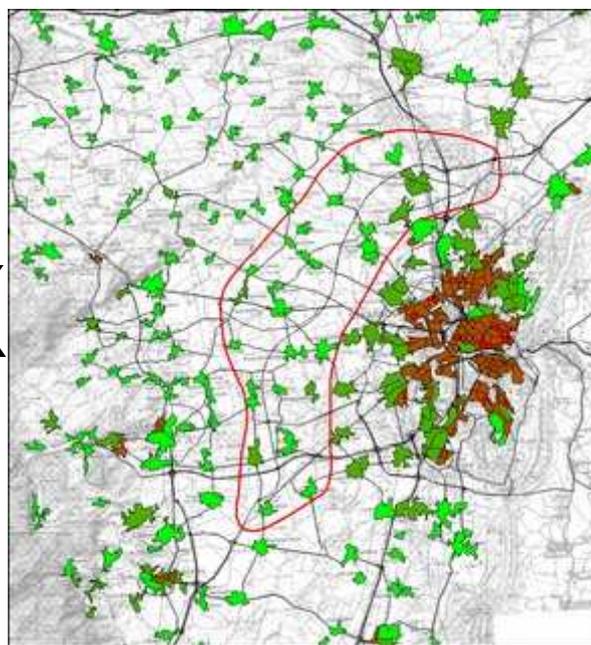
Le comptage des populations est à adapter à l'urbanisation avec une approche suffisamment détaillée. Diverses méthodes de comptage des populations sont applicables (cf. décompte des populations, § 3.2.1.3).

D'un point de vue simplifié, l'IPP revient à faire le produit d'une carte de concentration et d'une base de population :



**Illustration 4: Carte des concentrations en NO<sub>2</sub> (Source : Cerema)**

X



**Illustration 5: Localisation des densités de populations (Source : Cerema)**

### ***b) Approche au bâtiment***

Pour des urbanisations plus diffuses ou lorsque la donnée population est connue au bâtiment (cf. § 3.2.1.3), il est possible de travailler à l'habitation. L'indice d'exposition de la population à la pollution, représente la somme des expositions individuelles des personnes soumises à la pollution d'origine routière.

Pour calculer cet indice, les bâtiments d'habitation sont repérés dans les bandes d'études autour du réseau d'étude et la concentration en polluant est modélisée au droit de chacun d'eux. Celle-ci est ensuite multipliée avec la population estimée dans le bâtiment.

Attention, il convient de préciser qu'en aucun cas l'IPP ne peut s'interpréter à l'échelle d'un bâtiment, mais bien à l'échelle de la zone d'étude.

## **3.5- L'évaluation des risques sanitaires (ERS)**

L'évaluation du risque sanitaire s'appuie sur une méthodologie précise qui a été définie, à l'origine, par l'académie des sciences américaine en 1983. Elle a été retranscrite en 2000, dans le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact<sup>35</sup> [18] de l'Institut de Veille Sanitaire, devenue désormais agence nationale de santé publique - Santé publique France.

Plusieurs autres outils relatifs à la démarche d'évaluation des risques sanitaires dans différents contextes (installations classées, ERS dites de zone, gestion des sites et sols pollués) sont aussi disponibles [19], [20], [21], [22], [23].

Les trois points ci-dessous rappellent la démarche d'évaluation du risque sanitaire dans les études d'impact et précisent les polluants à prendre en compte pour les infrastructures routières.

La conduite d'une évaluation du risque sanitaire dans les études d'impact des infrastructures routières concerne uniquement les projets routiers avec les plus fortes densités de trafic prévisionnel et dans les zones les plus densément peuplées (cf. « Le niveau d'étude » § 4.2.1).

### **3.5.1- Identification des dangers et des valeurs toxicologiques de référence (VTR)**

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 2.

La liste proposée se base :

- d'une part, sur l'avis de l'Anses du 12 juillet 2012 [24] 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

---

35 Accessible sur le site [www.santepubliquefrance.fr](http://www.santepubliquefrance.fr)

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 (cf rapports [25], [26]) 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 (cf note [27]).

La liste des polluants à retenir dans l'évaluation des risques sanitaires pourra être amenée à évoluer en fonction de l'avancement des connaissances scientifiques et des capacités techniques de mesures.

Nature des effets étudiés	Voie d'exposition concernée	Substances
Aiguës	Voie respiratoire	Particules (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> ) Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )
Chroniques	Voie respiratoire	Particules (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> ) Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ) Benzène 16 HAP <sup>36</sup> dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome VI Nickel Arsenic
Chroniques	Voie orale	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

**Tableau 2: Substances recommandées pour leur prise en compte dans les évaluations du risque sanitaire dans le cadre d'études d'impact d'infrastructures routières**

Pour chaque polluant et voie d'exposition retenus, il convient d'identifier les valeurs toxicologiques de référence (VTR) à retenir dans l'ERS, qui seront mises au regard des niveaux d'exposition estimés des populations.

Une valeur toxicologique de référence (VTR) est un indice toxicologique qui établit une relation quantitative entre :

- soit une dose et un effet indésirable pour la santé, pour les polluants avec effet à seuil de dose (effets non cancérogènes et cancérogènes non génotoxiques directs). Les VTR sont alors des concentrations de référence (pour l'exposition par inhalation) ou des doses de référence (pour l'exposition par ingestion) en dessous desquelles l'exposition est considérée sans risque compte-tenu des connaissances

<sup>36</sup> Liste des HAP prioritaires définie par l'US EPA : acénaphthène, acénaphthylène, anthracène, benzo(a)anthracène, benzo(a)pyrène, benzo(b)fluoranthène, benzo(k)fluoranthène, benzo(ghi)pérylène, chrysène, dibenzo(a,h)anthracène, fluorène, fluoranthène, indéno(1,2,3-cd)pyrène, phénanthrène, pyrène et benzo(j)fluoranthène.

scientifiques du moment. Au-delà, le risque de voir apparaître un effet est proportionnel à la dose ou à la concentration d'exposition.

- soit une dose et une probabilité d'effet indésirable pour la santé, pour les polluants avec effet sans seuil de dose (effets cancérigènes génotoxiques directs). L'effet peut apparaître quelle que soit la dose reçue par l'organisme. Les VTR sont présentées sous la forme d'un excès de risque unitaire (ERU) qui correspond à la probabilité de survenue de l'effet pour une exposition à une unité de dose durant toute la vie (en général  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'inhalation) et 24 heures sur 24. La probabilité de survenue de l'effet est proportionnelle à la dose ou à la concentration d'exposition.

Il est nécessaire lors de chaque ERS de sélectionner les VTR à retenir en se basant sur la note d'information de la Direction générale de la Santé DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 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 [28]. Le portail des substances chimiques de l'Ineris<sup>37</sup> recense et met à disposition les VTR existantes.

Pour les  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  et le dioxyde d'azote, il n'existe pas actuellement de VTR. Aussi, dans l'attente de la publication de VTR, et conformément aux recommandations formulées par l'Anses en 2012, les concentrations en  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  et dioxyde d'azote sont à comparer aux valeurs guide de l'OMS. Une comparaison avec les valeurs réglementaires peut être faite en accompagnement » [24].

### 3.5.2- Évaluation de l'exposition des populations

Pour une voie donnée (inhalation, ingestion) l'exposition résulte du produit de l'intensité du contact et de sa durée. Elle est estimée pour des groupes homogènes de population quant à leurs modalités d'exposition en termes d'activité, d'âge, de durée et de fréquence d'exposition.

La dose d'exposition des personnes à un polluant résulte de la combinaison de cinq paramètres :

- les voies d'exposition ;
- la concentration du polluant dans les milieux avec lesquels les personnes sont en contact, qui est la somme de la concentration de fond avec la sur-concentration due aux émissions du trafic ;
- la fréquence des contacts avec le polluant ;
- la durée de ces contacts ;
- la biodisponibilité / bioaccessibilité du polluant.

---

37 <https://substances.ineris.fr/fr/>

**Pour la voie d'exposition par inhalation, on calcule une concentration inhalée (CI) :**

$$CI = \frac{Ci * ti}{T}$$

*CI* : concentration moyenne inhalée (en µg/m<sup>3</sup>)

*Ci* : concentration de polluant dans l'air inhalé pendant une fraction de temps *i* (en mg/m<sup>3</sup>)

*ti* : durée d'exposition à la concentration *Ci* sur la période d'exposition

*T* : durée de la période d'exposition (même unité que *ti*)

**Pour la voie d'exposition par ingestion, on calcule une dose journalière d'exposition (DJE) :**

$$DJE = \frac{Ci * Qi * Fi * T}{P * Tm}$$

*DJE* : dose journalière d'exposition

*Ci* : concentration de la substance ingérée dans la matrice *i* (mg/kg ou mg/L)

*Qi* : quantité de matrice *i* ingérée par jour (kg/j ou L/j)

*Fi* : fraction de la quantité de matrice *i* (sol, eau, aliments... consommée et exposée à la contamination étudiée)

*P* : masse corporelle de la personne (kg)

*T* : durée d'exposition (années)

*Tm* : période de temps sur laquelle l'exposition est moyennée (années)

Dans la mesure où, dans une population considérée, les individus ne réagissent pas de façon uniforme, la construction de plusieurs scénarios d'exposition (autant que de situations contrastées) est nécessaire de façon à fournir une marge d'appréciation des niveaux d'exposition.

Il est recommandé de présenter un scénario « moyen » (applicable au plus grand nombre d'individus) et un scénario « pire cas » (conservatoire).

Ce choix conditionne notamment la valeur de la concentration en polluant dans l'environnement à retenir (moyenne, médiane, percentile 95, etc.). Il est ainsi nécessaire de connaître les concentrations des différents polluants dans l'air, ainsi que leurs variations. L'observation de ces variations à court terme se fait classiquement à partir des mesures issues des réseaux de surveillance de la qualité de l'air, et plus particulièrement par des stations urbaines de fond. Or, les infrastructures routières ou les projets routiers

interurbains sont rarement couverts par des stations existantes assurant une mesure complète des niveaux de pollution. Aussi, pour pouvoir évaluer les concentrations de polluants il est nécessaire de recourir à des campagnes de mesures spécifiques et à de la modélisation (cf. chaîne de modélisation de la qualité de l'air illustration 2 page 15).

S'agissant des autres variables d'exposition, plusieurs documents permettent de les documenter, notamment :

- Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS), InvS (2013) [29] ;
- Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS, Ineris (2015) [30] ;
- Exposure Factor Handbook, US-EPA (2011) [31].

En première approche, et pour la population générale, il pourra être retenu :

- durée d'exposition : pour les effets sans seuils, une durée de 70 ans, correspondant conventionnellement à une exposition vie entière, car largement protectrice pour les populations. Celle-ci peut cependant être modulée en fonction de la durée de résidence des personnes en un même lieu et en fonction de la durée d'émission probable du projet ;
- poids : pour un adulte, un poids moyen de 70 kg ;
- débit respiratoire : 20m<sup>3</sup> / jour.

### 3.5.3- Caractérisation des risques

Les indicateurs de risques sont à calculer pour chaque substance, chaque voie d'exposition et chaque sous population identifiée.

- **Pour les effets obéissant à des relations dose / réponse « à seuil » :**

Le résultat de la caractérisation des risques est, pour un individu, égal au rapport de la dose d'exposition sur la VTR. Ce rapport est appelé « quotient de danger » (QD).

**Quotient de danger :**

$$QD_{\text{voie respiratoire}} = \frac{CI}{VTR}$$

$$QD_{\text{autres voies}} = \frac{DJE}{VTR}$$

QD : quotidien de danger pour chaque voie

CI : concentration inhalée

DJE : Dose Journalière d'Exposition

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

Lors de la caractérisation des risques, les « quotients de danger » de substances ayant les mêmes effets sur les mêmes organes cibles doivent être additionnés, en s'assurant au préalable que la cible ou l'effet critique commun est bien celui associé aux VTR retenues.

Le guide Ineris de 2013 [19] rappelle que « Pour les QD, la règle générale consiste à additionner les quotients de danger des substances provoquant le même effet sur le même organe, par le même mécanisme biologique. Concrètement, l'évaluateur pourra additionner les QD pour lesquels les effets associés aux VTR portent sur les mêmes organes cibles. L'addition des QD pour différentes voies d'exposition est pratiquée selon le même principe. Par simplification, il est aussi pratiqué d'additionner l'ensemble des QD à titre indicatif, si la somme reste inférieure à 1 (ce qui permet de justifier de l'absence de risque préoccupant). »

- **Pour les effets obéissant à des relations dose / réponse « sans seuil » (effets cancérigènes généralement)**

Le résultat est exprimé en excès de risque individuel (ERI). L'excès de risque individuel est la probabilité de survenue d'un danger au cours de la vie entière d'un individu, compte tenu de sa dose journalière d'exposition et de l'excès de risque unitaire (ERU<sup>38</sup>) de l'agent étudié.

Pour les substances cancérigènes, tous les ERI sont additionnés quel que soit le type de cancer, on obtient donc une somme d'ERI pour tout effet sans seuil confondu.

**Excès de risque individuel :**

$$ERI \text{ voie respiratoire} = \text{Concentration vie entière dans l'air} * ERU$$

$$ERI \text{ autres voies} = DJE * ERU$$

*DJE* : Dose Journalière d'Exposition

*ERU* : Excès de Risque Unitaire (correspondant à la VTR)

Le calcul d'un excès de risque collectif se fait ensuite en multipliant la somme des excès de risque individuel par la population concernée par cet excès, et résidant donc dans le périmètre d'étude.

Il est essentiel que la présentation des résultats soit systématiquement accompagnée d'une discussion sur les facteurs de surestimation, de sous-estimation et d'effets inconnus liés aux hypothèses prises au cours du déroulement de l'étude d'impact (cf. § 3.6.2).

Pour un projet donné, la caractérisation des risques est réalisée dans le cadre de l'étude de la solution retenue. Elle est présentée pour le scénario actuel, le scénario sans projet et le scénario avec projet aux différents horizons d'étude.

---

38 L'excès de risque unitaire est la probabilité de survenue de l'effet chez un individu pour une exposition à une unité de dose durant toute la vie (en général  $1\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  pour l'inhalation) et 24 heures sur 24.

## **3.6- Interprétation des résultats, limites des méthodes et modèles**

### **3.6.1- Limites et incertitudes des méthodes et des différents modèles**

Toutes les incertitudes liées à la mesure elle-même ou à sa représentativité sont à présenter et à commenter dans la partie « état actuel » de l'étude « air et santé » et dans sa traduction dans l'étude d'impact. Elles sont également à rappeler dans la partie « modélisation des concentrations » et dans le chapitre « description des méthodes de prévision et des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement »<sup>39</sup>.

#### **3.6.1.1- Qualification de l'état actuel par des campagnes de mesure**

##### **a) Incertitudes des méthodes de mesure ou des résultats des mesures**

- *Par échantillonneurs passifs*

Les mesures par tubes passifs sont dites « semi-quantitatives », car elles ne donnent qu'un ordre de grandeur des concentrations en polluants dans l'air, correspondant à une valeur moyenne sur la durée d'exposition du tube. Elles permettent seulement de comparer et de hiérarchiser les différents points de mesures effectués. Cet ordre de grandeur peut être sensiblement différent d'une concentration mesurée sur une même période par un analyseur fixe.

Il est donc recommandé de positionner un tube passif témoin au droit d'un analyseur fixe afin de pouvoir rendre compte de l'écart entre les valeurs mesurées par la station fixe et par les tubes passifs.

Les incertitudes liées à ces mesures varient de 15 à 30 % selon les fournisseurs de tubes et les composés mesurés.

- *Par les moyens de mesures mobiles (camion laboratoire)*

Les incertitudes liées à ces analyseurs embarqués dépendent du matériel utilisé et des polluants mesurés. Elles sont à demander au prestataire en charge des mesures.

##### **b) Représentativité de la période de mesure et/ou de la durée**

La majeure partie des valeurs limites relatives à la surveillance de la qualité de l'air porte sur des moyennes annuelles ou des concentrations à ne pas dépasser plus d'un certain nombre de jours par an.

Les concentrations en divers polluants étant variables au cours d'une année, la représentativité de la période de mesure par rapport à l'année est donc à évaluer.

Pour limiter les incertitudes, il convient de se reporter aux instructions du 3.2.2.1-b relatives à la représentativité des périodes de mesure.

---

39 Article R.122-5 II 10° du code de l'environnement

### 3.6.1.2- Incertitudes sur les modèles

Les études « air et santé » s'appuient sur une chaîne de modélisation comprenant de nombreuses incertitudes :

- des incertitudes liées aux données introduites dans les modèles ;
- des incertitudes liées aux modèles eux-mêmes.

Pour la **modélisation des émissions**, il existe des incertitudes sur les données de trafic (volume, répartition VL et PL, vitesses, etc.), sur la composition du parc automobile roulant ainsi que sur les facteurs d'émissions unitaires. La dynamique du trafic peut être prise en compte différemment selon les modèles, ce qui peut faire varier les émissions modélisées. Ainsi, les résultats des calculs d'émissions pour les horizons lointains doivent être utilisés avec précaution. Leur finalité est en premier lieu de permettre la comparaison des scénarios ou des variantes.

Pour la **modélisation des concentrations**, aux incertitudes des émissions modélisées s'ajoutent des incertitudes sur les concentrations de fond introduites dans le modèle ainsi que sur la représentativité des données météo sur la zone d'étude. Les variabilités inévitables dans les données d'entrée des modèles se traduisent par des incertitudes sur les résultats des modélisations dont il faut tenir compte dans leur interprétation.

Le calage du modèle de la qualité de l'air avec une campagne de mesure permet de compenser certaines incertitudes.

Pour l'**Indice Pollution Population**, aux incertitudes sur les concentrations modélisées s'ajoutent les incertitudes sur le comptage des populations.

Pour les **quotients de dangers et les excès de risque individuels**, aux incertitudes précédentes sur les concentrations d'exposition des personnes, il est nécessaire d'ajouter les incertitudes sur les valeurs toxicologiques de référence ainsi que sur les scénarios d'exposition (durée, fréquence).

Au total, il est difficile de quantifier l'ensemble de ces incertitudes, qui peuvent d'ailleurs se compenser partiellement. Cependant, il est nécessaire de les prendre en compte dans l'exploitation des résultats et par conséquent de les fournir à l'appui de la présentation des résultats.

Au regard des conséquences du choix du modèle sur les résultats, il est important de préciser dans le dossier d'étude d'impact, le modèle, les hypothèses et les données d'entrée utilisées.

Les incertitudes pesant sur la démarche doivent être présentées dans la partie « Analyse des impacts du projet » même si elles sont reprises et discutées dans le chapitre requis au II-10 de l'article R122-5 du code de l'environnement intitulé « *Une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement* ».

## 3.6.2- Exploitation et interprétation des résultats

### 3.6.2.1- Comparaison aux valeurs réglementaires relatives à la surveillance de la qualité de l'air

Pour l'état actuel, la comparaison à des valeurs limites relatives à la surveillance de la qualité de l'air peut être envisagée afin de qualifier la qualité de l'air dans la zone d'étude (cf. définition de la zone d'étude § 4.2.2 page 54) en tenant compte des incertitudes évoquées au paragraphe 3.6.1.1

Pour l'analyse des impacts, aux horizons futurs, compte tenu de l'ensemble des incertitudes évoquées ci-dessus, seule l'analyse comparative des variantes et scénarios aux différentes étapes de la démarche (concentrations, IPP) est pleinement appropriée.

Néanmoins, il est permis d'apprécier les concentrations par rapport aux valeurs limites fixées par les articles L221-1 et R221-1 à 3 du code de l'environnement, mais cela nécessite de prendre des précautions dans la formulation et l'interprétation des résultats. En effet, les valeurs limites en question s'inscrivent dans un dispositif de contrôle de la qualité de l'air, d'information du public et d'élaboration de documents de planification (SRCAE, PPA) ayant pour objet, dans un délai donné, d'atteindre des objectifs quantifiés et/ou de respecter des valeurs limites relative à la qualité de l'air dans une agglomération de plus de 250 000 habitants ou dans une zone où les valeurs limites sont dépassées ou risquent de l'être.

Le caractère obligatoire des valeurs limites ne porte que sur la surveillance et vise les mesures à prendre en cas de dépassement constaté. Si elles constituent un objectif à rechercher dans l'élaboration de tous projets, ces valeurs limites ne constituent pas pour autant une prescription s'imposant en tant que telles à un projet<sup>40</sup> [32].

En tout état de cause, chaque projet et son contexte étant un cas d'espèce, il convient de déterminer les éléments pertinents pour apprécier le plus objectivement possible les impacts sur la qualité de l'air.

#### **Pour résumer :**

Pour l'état actuel, la comparaison à des valeurs limites peut être envisagée afin de qualifier la qualité de l'air dans la zone d'étude (cf. définition de la zone d'étude § 4.2.2 page 54) en tenant compte des incertitudes.

Pour les horizons futurs, compte tenu des incertitudes sur les mesures initiales et la chaîne de modélisation :

- il convient de formuler des conclusions nuancées et prudentes lors des comparaisons avec les valeurs limites, comparaison qui demeure néanmoins intéressante ;
- seules les comparaisons de variantes et scénarios entre eux sont pleinement satisfaisantes pour apprécier les impacts du projet.

40 Arrêt n°11NC01593 du 7 février 2013 rendu par la Cour Administrative d'Appel de Nancy

### **3.6.2.2- Interprétation des indicateurs de risque (ERS)**

#### **a) Incertitudes**

La présentation des résultats de l'ERS doit systématiquement s'accompagner d'une discussion sur les incertitudes liées au choix du pétitionnaire. Il convient de rappeler, pour chaque étape de l'évaluation, les incertitudes liées aux :

- hypothèses retenues, notamment sur les émissions (choix des facteurs d'émissions, quantification) ;
- données utilisées (représentativité des mesures...) ;
- scénarios d'exposition (variabilité des comportements...) ;
- modèles utilisés.

La discussion est d'abord qualitative :

- qualifier l'influence des incertitudes sur les résultats ;
- indiquer si les choix ont tendance à majorer ou minorer l'estimation du risque, ou si la tendance n'est pas connue ;
- signaler, si possible, les moyens de réduire certaines incertitudes (recherche de données complémentaires).

#### **b) Quotient de danger**

La valeur numérique du QD n'exprime pas un risque au sens de la probabilité de survenue d'un effet :

- Lorsque le quotient de danger global est inférieur à 1, l'individu exposé est théoriquement hors de danger ;
- Lorsque le quotient de danger global est supérieur à 1, cela signifie que l'effet indésirable peut se produire sans qu'il soit possible d'en déterminer la probabilité de survenue.

#### **c) Excès de risque individuel**

L'acceptabilité des risques évalués s'effectue par comparaison à des niveaux de risque jugés socialement acceptables. Il n'existe pas de seuil absolu d'acceptabilité.

Il est usuellement admis qu'un risque « acceptable » équivaut à un ERI inférieur à  $10^{-5}$  (soit un cas de cancer supplémentaire sur 100 000 personnes exposées durant leur vie entière). Il convient donc de comparer les résultats à la valeur  $10^{-5}$  :

- Lorsque la somme des ERI est inférieure à  $10^{-5}$ , le risque est considéré comme non « préoccupant » ;
- Lorsque la somme des ERI est supérieure à  $10^{-5}$ , un risque « préoccupant » ne peut être écarté.

Une analyse de sensibilité est réalisée pour évaluer l'impact des différents paramètres (notamment en cas de passage d'un quotient de danger -QD- inférieur à 1 à un niveau supérieur à 1, ou un excès de risque individuel -ERI- limite par rapport à  $10^{-5}$ ).

### **3.7- Monétarisation et analyse des coûts collectifs**

L'article R.122-5 du code de l'environnement, prescrit la réalisation d' « *une analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité. Cette analyse comprendra les principaux résultats commentés de l'analyse socio-économique lorsqu'elle est requise par l'article L. 1511-2 du code des transports* ».

La monétarisation des coûts s'attache à comparer avec une unité commune (l'euro), l'impact lié aux externalités négatives (ou nuisances) et les bénéfiques du projet. Dans le cas d'études des impacts locaux, la quantification de ces externalités doit permettre d'éclairer les choix relatifs au projet et la mise en place de mesures d'atténuation des risques.

Une application intéressante de la monétarisation est la comparaison des variantes d'un projet sur une base chiffrée. On procédera à cette évaluation, pour les effets de la pollution de l'air sur la santé et les émissions de gaz à effet de serre, pour tous les projets. Cette évaluation s'insérera dans l'analyse beaucoup plus large des coûts collectifs des pollutions et nuisances et des avantages induits pour la collectivité toutes thématiques confondues.

L'instruction cadre du 16 juin 2014 [33] relative à l'évaluation des projets de transport et sa note technique du 27 juin 2014 présentent la méthode. Des fiches-outils du référentiel d'évaluation des projets de transport<sup>41</sup> viennent compléter ces deux documents, notamment en précisant les valeurs à utiliser pour le calcul socio-économique pour la pollution atmosphérique et l'effet de serre. Ces valeurs, issues du rapport Quinet 2013 [34], ne couvrent pas tous les effets externes.

Pour l'impact sanitaire de la pollution de l'air, les valeurs tutélaires ont été calculées selon la méthode européenne de type « bottom up » et tiennent compte de l'internalisation des effets des particules, des NOx, du SO<sub>2</sub> et des COVNM. Par ailleurs, le coût des émissions est modulé selon la vitesse des véhicules et la densité des zones traversées. Enfin l'augmentation de la valeur de la vie humaine a été intégrée au calcul.

Pour l'effet de serre, le rapport fournit aussi des valeurs tutélaires<sup>42</sup>, basées sur le coût d'une tonne de carbone rejetée dans l'atmosphère. Généralement, la monétarisation des effets sur la santé et sur le climat est calculée dans le cadre de l'évaluation socio-économique et incluse dans le volet air de l'étude d'impact.

### **3.8- Impacts du projet en phase chantier**

En phase chantier, la pollution émise par tous les matériels roulants ainsi que les compresseurs, les groupes électrogènes, les centrales d'enrobage, etc., peut être considérée comme non négligeable momentanément. Elle sera évoquée de manière proportionnée eu égard à la nature du projet, aux enjeux de la zone impactée en termes de qualité de l'air et de santé des populations et aux incidences possibles du projet sur ces enjeux au cours de cette phase.

Certaines installations de chantier peuvent être soumises à la réglementation des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Il sera donc

41 Disponibles ici : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/evaluation-des-projets-transport>

42 Le coût de la tonne de carbone rejetée dans l'atmosphère est de 32 €<sub>2010</sub> en 2010 et de 100 €<sub>2010</sub> en 2030. Au-delà, elle croît selon le taux d'actualisation pris en compte pour la VAN-SE.

nécessaire de tenir compte des prescriptions figurant dans l'arrêté préfectoral correspondant. Toutefois au stade de l'étude d'impact, ces éléments peuvent être difficiles à étudier de façon précise.

Une autre forme de pollution est la pollution sensible (odeurs, transparence de l'air, nuages de poussières) qu'il conviendra également de mentionner lorsqu'il s'agit d'un enjeu environnemental.

Il convient enfin de se préoccuper des nuisances sur la santé qui peuvent être liées aux modifications de circulation induites par le chantier (phénomènes de congestion, reports de trafic sur d'autres voies, etc.). Dans le cas de chantiers importants sur une longue période, il convient d'étudier de manière proportionnée les enjeux relatifs à la qualité de l'air en prenant notamment en compte la présence de lieux vulnérables à proximité.

Certains facteurs plus spécifiques pouvant avoir un impact sur la santé sont également à considérer lors de la phase chantier (exemple de l'ambrosie<sup>43</sup>).

Les maîtres d'ouvrage pourront se référer utilement aux différents guides [35] publiés apportant un appui à la définition des mesures ERC en phase chantier [36].

### **3.9- Mesures d'évitement et de réduction des impacts**

#### **3.9.1- La séquence « Eviter-réduire-compenser »**

Au titre de la démarche « éviter-réduire-compenser », **l'évitement doit être d'abord privilégié**, puisqu'il constitue la seule solution qui permet de s'assurer de l'absence d'impact du projet sur le facteur environnemental considéré. Lorsque l'impact négatif n'a pas pu être totalement évité, des mesures de réductions sont alors à envisager.

Plusieurs types d'actions peuvent être envisagés pour éviter un impact négatif ou, dans un second temps, réduire cet impact.

Pour rappel, une mesure d'évitement ou de réduction est toujours conçue en réponse à un impact potentiel identifié portant sur une cible à enjeu donnée (ex : population vulnérable, zone habitée, etc.).

Exemples de mesures d'évitement :

- Évitement géographique en phase exploitation : l'éloignement de la route des sites à enjeux pour la santé humaine, à forte densité de population, pour les projets neufs..., l'éloignement des zones habitées dans la mesure du possible ;
- Évitement temporel en phase travaux : adaptation de la période des travaux sur l'année ou en journalier.

Exemples de mesures de réduction :

- **Réduction des émissions en phase travaux** : choix de la période de travaux en fonction des sites recevant du public à proximité, limitation de l'envol des

---

<sup>43</sup> L'ambrosie est une plante très allergisante et envahissante, dont les graines sont souvent dispersées via les engins de chantier (roues,...) ; ce qui conduit à une propagation de cette invasive dans des secteurs où elle n'était pas présente. Des moyens de prévention et de lutte peuvent être mis en place pour supprimer ou réduire ce risque à la fois lors de la phase chantier et lors du fonctionnement de l'infrastructure.

poussières par arrosage, limitation de la circulation des engins et utilisation d'engins en bon état d'entretien, *etc.* ;

- **Réduction des émissions polluantes à la source** (indépendamment des mesures envisageables sur le véhicule lui-même) par une modification des conditions de circulation (limitation de vitesse à certaines périodes ou en continu, restrictions pour certains véhicules, fluidité du trafic, *etc.*),... ;
- Réduction des émissions polluantes par la valorisation des transports publics dans la conception du projet (parking covoiturage, voies dédiées bus, *etc.*) ;
- **Réduction géographique ou technique en phase exploitation** : limitation de la dispersion des polluants :
  - adaptation des profils en long (pentes et tracés),
  - modulation du profil en travers de la route (route en déblai).

Ces mesures ne sont pas exhaustives. Un guide<sup>44</sup> d'aide à la définition des mesures « *éviter-réduire-compenser* » incluant les mesures spécifiques à la thématique air/santé est disponible sur le site du ministère chargé de l'environnement.

Au titre de l'article R.122-5 (II 8°) du code de l'environnement, « *la description de ces mesures doit être accompagnée de l'estimation des dépenses correspondantes* ». Ces éléments doivent figurer dans le volet « air-santé » de l'étude d'impact.

### **3.9.2- Actions de suivi des mesures et de leurs effets**

En application de l'article R122-5 (II 9°) du code de l'environnement, l'étude d'impact doit comprendre « *les modalités de suivi des mesures d'évitement, de réduction et de compensation proposées* », dans des conditions proportionnées à la sensibilité environnementale, à l'importance et la nature des travaux, ouvrages ou autres interventions dans le milieu naturel ou le paysage projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine (indicateurs, fréquences des suivis, *etc.*)<sup>45</sup>.

En particulier, dans le cadre de grands projets ou dans le cas où des problèmes de pollution sont à attendre (dépassement des objectifs de qualité de l'air, milieu fortement urbanisé *etc.*), des campagnes de mesure peuvent être mises en œuvre. Ces campagnes sont à dimensionner en fonction des enjeux du territoire et des impacts attendus.

## **3.10- Bilans ex post**

L'article 14 de la loi d'Orientation sur les Transports Intérieurs (LOTI) du 30 décembre 1982 et son décret d'application 84-617 du 17 juillet 1984, ont institué l'obligation de réaliser un bilan *a posteriori* pour tous les grands projets d'infrastructures ayant bénéficié

de financements publics. Ces textes législatifs et réglementaires ont été depuis

---

<sup>44</sup> Théma - Guide d'aide à la définition des mesures ERC.pdf [36].

<sup>45</sup> Pour des exemples de mesures de suivis, se référer au guide d'aide à la définition des mesures « *éviter-réduire-compenser* ».

transposés dans le code des transports<sup>46</sup> (respectivement aux articles L1511-1 à L1512-1 et R1511-1 à R1511-10).

Ce bilan *ex post*, parfois appelé bilan LOTI, doit évaluer les opérations concernées sous les aspects économiques et sociaux au plus tard 5 ans après la mise en service (article L1511-6). Compte tenu de la durée variable des procédures de réalisation (acquisitions foncières et travaux), ces dispositions sont devenues obligatoires pour les opérations mises en service au début des années 1990 [37].

Le bilan *ex post* concerne notamment toutes les opérations :

- dont le coût est supérieur à 83,1 M€ (article R1511-1) ;
- de création de voies rapides à 2x2 voies d'une longueur supérieure à 25 km (article R1511-1) ;
- de routes nouvelles d'une longueur supérieure à 15 km (travaux sous maîtrise d'ouvrage des collectivités locales) (article R1511-2).

Au départ limité à un bilan économique et social de l'opération, le bilan *ex post* a été ensuite étendu au domaine environnemental (circulaire Bianco [38]) avec la réalisation de deux bilans environnementaux après la mise en service de l'infrastructure : un **bilan intermédiaire** dans l'année qui suit et un **bilan final** dans les 3 à 5 ans. Le bilan final constitue le volet environnement du bilan *ex post*.

---

<sup>46</sup> L'ordonnance n°2010-1307 abroge un certains nombres de dispositions, dont l'article 14 de la LOTI pour créer et alimenter la partie législative du nouveau code des transports. Le décret 2014-530 abroge le décret d'application de cet article 14 et le codifie, pour partie, dans le code des transports.

## 4. Le contenu des études « air et santé »

La procédure de déclaration d'utilité publique, au travers du bilan établi entre l'intérêt de l'opération et ses inconvénients, permet de s'assurer du juste équilibre entre d'une part, les avantages attendus en termes de développement économique et de sécurité routière et, d'autre part, la préservation de l'environnement qui couvre différentes thématiques (air, bruit, milieux naturels, etc.). La comparaison des variantes vise à justifier ou fonder un choix au moyen d'une analyse multicritères. Dans cet exercice et en fonction des projets, l'impact sur l'air et la santé est un critère qu'il faudra prendre en compte parmi les autres thématiques environnementales. L'analyse multicritères permet, en fonction des enjeux du territoire et des spécificités du projet, d'arbitrer entre les différentes solutions.

Depuis 2005, le droit relatif à l'évaluation environnementale des projets a fait l'objet de plusieurs réformes (loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 et décret n°2011-2019 du 29 décembre 2011, ordonnance n°2016-1058 du 3 août 2016 et décret n°2016-1110 du 11 août 2016). Le droit des études d'impact est codifié aux articles L. 122-1 et suivants du code de l'environnement.

Les différentes réformes ont introduit les exigences suivantes :

- prévoir une analyse des effets cumulés du projet avec d'autres projets existants ou approuvés ;
- décrire les solutions de substitutions raisonnables au projet qui ont été examinées par le maître d'ouvrage et les principales raisons du choix effectué ;
- décrire l'état actuel de l'environnement et son évolution avec et sans réalisation du projet ;
- renforcer et compléter la description de la séquence ERC (voir paragraphe 3.9).

De façon plus générale, pour être complète, l'étude d'impact doit contenir l'ensemble des éléments exigés par la réglementation (R.122-5 du code de l'environnement).

Ce chapitre a donc pour vocation de préciser le contenu attendu des études « air et santé ». Il fait appel aux données et outils présentés dans le chapitre 3.

**Pour rappel, sont exclues du périmètre de cette note, les émissions de gaz à effet de serre (GES), la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter.**

## **4.1- Le contenu des études d'opportunité de phase 1- volet « air et santé »**

Les études d'environnement des phases amont constituent le premier niveau d'études techniques en vue de la réalisation d'un projet routier.

A la différence du dossier d'étude préalable à la DUP qui doit conduire au dossier d'étude d'impact dont le contenu est réglementaire, le dossier d'études d'opportunité phase 1 ne conduit pas à la publication d'un document à caractère réglementaire. Ainsi les services peuvent librement apprécier la façon de prendre en compte l'enjeu air et santé au stade des études d'opportunité phase 1. En fonction de la nature et de l'importance du projet ainsi que des enjeux qui y sont associés, ils peuvent en déduire le contenu du volet « air et santé » approprié. A cet égard, un projet important nécessitera des études plus précises qu'un projet sans grand impact.

Néanmoins, il est recommandé de traiter la thématique « air et santé » dès cette première étape afin d'éclairer les choix dès l'amont du projet et de préparer les études ultérieures. Pour ce faire, une méthodologie est présentée ci-dessous.

### **4.1.1- Zone d'étude**

A ce stade, le projet n'étant pas encore défini, la zone d'étude doit être la plus large possible afin de prendre en compte toute la zone potentiellement impactée. Elle est amenée à se réduire au fur et à mesure que les études précisent le projet.

Les données trafics, si elles sont disponibles, permettent d'identifier les voies impactées par la réalisation du projet et de préciser la zone d'étude. Ainsi, au niveau des études d'opportunité phase 1, souvent seuls les effets directs du projet peuvent être appréhendés, les effets indirects (report de trafic et impact sur les autres voies) ne peuvent être traités que sommairement.

### **4.1.2- État actuel**

A ce stade des études où les caractéristiques du projet ne sont pas encore précisément définies, l'état actuel est primordial pour faire apparaître les enjeux principaux relatifs à la qualité de l'air et à la santé. Il s'appuiera en particulier sur une analyse des documents de planification, des inventaires d'émissions et des concentrations des polluants réglementés (au titre de la surveillance de la qualité de l'air) et sur l'étude des populations présentes dans la zone d'étude.

Le contenu attendu des études est le suivant :

- Analyse du projet au regard des documents de planification : SRADDET/SRCAE, PPA, PDU et de sa cohérence avec les actions du PNSE et du PRSE.
- Identification des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution cartographique des zones suivantes :
  - ✓ zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article R221-1 du code de l'environnement,

- ✓ zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère,
  - ✓ zones sensibles au sens de l'article R222-2 du code de l'environnement portant application des SRCAE,
  - ✓ zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> et précurseurs de l'ozone sont mises en place, le cas échéant, dans la zone d'étude afin de réduire leur concentration (sous réserve de la disponibilité de ces données).
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions en s'appuyant notamment sur les éléments disponibles auprès des DREAL et des AASQA. Cette carte intègre notamment les grands émetteurs fixes soumis à la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP).
  - Répartition des populations présentes sur la zone d'étude. Lorsque le projet est suffisamment défini et que des tracés représentatifs sont proposés pour les grandes options d'aménagement, les sites dits vulnérables pourront également être localisés.
  - Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R122-5 II 5° du code de l'environnement.

L'analyse croisée de l'ensemble des données précédentes permet d'établir l'état actuel et d'identifier les zones à enjeux en termes de qualité de l'air, d'exposition des populations et de maîtrise des émissions polluantes spécifiques à la zone d'étude.

#### **4.1.3- Analyse des impacts du projet sur la qualité de l'air et la santé**

L'analyse des impacts vise à fournir des éléments d'aide à la décision en termes de qualité de l'air et de santé, en prenant en compte les données disponibles au stade des études d'opportunité phase 1, qui peuvent être très variables à ce stade.

Contenu attendu :

- *A minima*, une analyse des zones à enjeux en termes de qualité de l'air et d'exposition des populations (cf contenu attendu de l'état actuel, § 4.1.2) est présentée pour chaque parti d'aménagement ;
- Dans le cas particulier où l'avancement des études a permis de définir des tracés et les données de trafic correspondantes, une estimation des émissions liées au trafic (notamment NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>), pour les différents tracés envisagés, peut compléter cette analyse des impacts.

### **4.2- Le contenu des études d'opportunité de phase 2 et des études préalables-volet « air et santé »**

Les études d'opportunité de phase 2 ont pour objet d'établir le choix de la variante de tracé préférentielle après comparaison des variantes étudiées.

Les études préalables et notamment le volet « air et santé » des études d'environnement, doivent fournir les éléments techniques nécessaires à la rédaction de l'étude d'impact (conformément à l'article R122-5 du code de l'environnement) présentée à l'enquête publique. Selon le projet étudié et ses enjeux, les études sont différentes. Ainsi, il est défini un « niveau d'étude » (cf. § 4.2.1) qui permet de fixer les études à réaliser selon l'importance du projet et de ses enjeux.

## 4.2.1- Le niveau d'étude

### 4.2.1.1- Définition

Le niveau d'étude est défini, à l'horizon d'étude le plus lointain (cf. § 3.3.1.1) c'est-à-dire celui pour lequel les trafics seront les plus élevés, à l'aide de trois critères:

- la charge prévisionnelle de trafic en véh/j ;
- la densité de population correspondant à la zone la plus densément peuplée traversée par le projet (sous réserve de cas particulier en deuxième alinéa du 4.2.1.2) ;
- la longueur du projet.

Il permet de déterminer les polluants à prendre en compte suivant le degré de précision de l'étude (cf 4.2.1.4).

Le tableau 3 présente les quatre niveaux d'étude définis. Le niveau I est le plus exigeant en termes de précision et d'investigation.

Trafic à l'horizon d'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
	Densité hab/km <sup>2</sup> dans la Bande d'étude			
<b>G I</b> Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
<b>G II</b> Bâti avec densité > 2 000 et < 10 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
<b>G III</b> Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km <sup>2</sup>	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
<b>G IV</b> pas de Bâti	III	III	IV	IV

**Tableau 3: Définition du niveau d'étude**

Pour les études de **niveau I**, une **évaluation des risques sanitaires sera à conduire**.

En première approche, pour estimer la population dans la bande d'étude, l'Annexe B propose des correspondances entre type de bâti et densité de population. Elle ne dispense pas du décompte ultérieur de la population exposée, à partir des bases de

l'INSEE ou par toute autre méthode, photos aériennes, visite sur site, etc.

#### **4.2.1.2- Cas particuliers des aménagements nécessitant une adaptation du niveau d'étude**

Plusieurs facteurs peuvent conduire à adapter le niveau d'étude résultant du tableau ci-dessus. Ils concernent les aménagements en tracé neuf comme en aménagement sur place.

##### **a) la présence de lieux vulnérables**

Dans le cas de présence de lieux dits vulnérables (cf. 3.1.3) situés dans la bande d'étude du projet, une étude de niveau II sera impérativement remontée au niveau I au droit des lieux vulnérables et non sur la totalité de la bande d'étude (cf. 4.2.2.2). Il n'y aura en revanche pas lieu de remonter les études de niveau III et IV au droit des lieux dits vulnérables.

##### **b) les milieux mixtes (urbain et interurbain)**

Dans le cas d'un projet avec des différences marquées du milieu (contexte urbain et interurbain), l'absence totale de population sur certains tronçons du projet (supérieurs à 1 km) autorisera l'application d'un niveau d'étude moins exigeant sur ces sections. Les justifications correspondantes devront clairement apparaître dans l'étude d'environnement et être reprises dans l'étude d'impact.

##### **c) l'importance de la population**

Dans le cas où la population dans la bande d'étude du projet est supérieure à 100 000 habitants, une étude de niveau II est remontée au niveau I, l'excès de risque collectif pouvant être alors non acceptable. Une étude de niveau III est remontée au niveau II. Pour les études de niveau IV, il n'y aura pas lieu d'effectuer d'études de niveau supérieur.

##### **d) l'existence d'un plan de protection de l'atmosphère**

Dans les cas où un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est approuvé ou doit être réalisé sur un périmètre qui englobe la zone d'étude (cf. définition de la zone d'étude § 4.2.2 page 54), le niveau d'étude au droit de la zone faisant ou devant faire l'objet d'un PPA est remonté d'un niveau. Si non, un argumentaire doit être fourni. Les informations nécessaires peuvent être obtenues auprès des DREAL.

#### **4.2.1.3- Cas particuliers des aménagements sur place (soumis à études d'impact) justifiant une adaptation à la baisse du niveau d'étude**

Les aménagements sur place se distinguent des projets neufs en tant que projets réalisés sur une infrastructure existante. Ces aménagements sont plus ou moins conséquents. Selon le type d'aménagement, l'impact sur l'air et la santé peut être moindre.

Pour respecter le principe de proportionnalité des études d'impact, le contenu du volet « air et santé » de ces études est à adapter en fonction de la nature et de l'importance des aménagements sur place projetés, de leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine et de la sensibilité environnementale et/ou sanitaire de la zone susceptible d'être affectée par le projet.

Le niveau d'étude défini dans le tableau 3 peut donc être abaissé d'un ou de deux niveaux maximum, en fonction de la nature de l'aménagement et du contexte dans lequel il s'inscrit. Cette baisse de niveau est appréciée en prenant en considération les différents critères à combiner caractérisant les incidences prévisibles sur l'environnement (cf. tableau 4) puis la sensibilité du milieu (cf. tableau 5).

**a) Les incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine des aménagements projetés**

Elles sont caractérisées à partir des critères suivants :

- modification de la géométrie de la route (impact sur l'exposition) ;
- évolution des trafics VL et PL et des vitesses (impact sur les émissions).

Critères	Possibilité d'adapter le niveau d'étude à la baisse
Augmentation du trafic supérieure à 10%	Non
Augmentation du trafic comprise entre 0 et 10% (*)	Oui, à hauteur de 1 niveau d'étude
Diminution du trafic	Oui, à hauteur de 2 niveaux d'étude
Aménagement susceptible d'induire de la congestion	Non.
Modification de la géométrie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Non, si cette modification impacte l'exposition de la population (par exemple, s'il rapproche fortement les voies de circulation par rapport aux habitations).</li> <li>• Oui, si la modification de tracé n'impacte pas l'exposition de la population, à hauteur de 1 niveau d'étude.</li> </ul>

(\*) Évolution du trafic comprise dans la zone d'incertitude du modèle trafic

**Tableau 4 : Critères d'adaptation du niveau d'étude liés à l'impact potentiel du projet**

**b) La sensibilité environnementale et/ou sanitaire de la zone susceptible d'être affectée par le projet**

Elle est caractérisée à partir des critères suivants :

- populations exposées (déjà prises en compte dans la définition initiale du niveau d'étude, cf tableau 3) ;
- qualité de l'air actuelle de la zone.

Critères		Possibilité d'adapter le niveau d'étude
Qualité de l'air actuelle de la zone	Dégradée (dépassement de valeurs limites)	Tout abaissement possible est limité à 1 niveau d'étude maximum
	Bonne	Tout abaissement possible est limité à 2 niveaux d'étude.

**Tableau 5: Critères d'adaptation du niveau d'étude liés aux enjeux en matière de qualité de l'air de la zone**

Exemple de croisement des incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine des aménagements projetés avec la sensibilité environnementale de la zone : le

niveau d'étude retenu pour un projet d'ASP est de 2 (trafic inférieur à 25 000 véhicule/jour). Le projet va induire une diminution des trafics : le niveau d'étude peut alors être descendu à 4 (cf tableau 5). En revanche, si celui-ci se trouve dans une zone où la qualité de l'air est dégradée, l'abaissement étant limité à un niveau d'étude (tableau 6), c'est une étude de niveau 3 qui devra être réalisée.

Sur le plan général, tout abaissement du niveau d'étude devra être justifié par un argumentaire s'appuyant sur les différents critères à examiner (l'Annexe C précise les paramètres modifiés par les aménagements sur place et leur impact en matière de qualité de l'air).

Quel que soit le niveau d'étude retenu, le dossier d'étude d'impact comportera un état actuel adapté aux enjeux du milieu et à l'impact potentiel du projet.

#### 4.2.1.4- Les polluants à étudier selon le niveau d'étude

Les polluants à étudier dans le cadre des études air et santé sont définis, au titre de la présente méthodologie, dans le tableau 6. L'étude de ces polluants n'implique pas nécessairement de mesures *in situ* (cf. §4.2.3 et 4.2.4).

Les polluants retenus pour les 4 niveaux d'étude sont les polluants réglementés, émis par le trafic routier.

Polluants à prendre en compte dans les études air et santé (niveau I à IV)	Oxydes d'azote (NOx) Particules (PM <sub>10</sub> PM <sub>2,5</sub> ) Monoxyde de carbone (CO) Composés organiques volatils non méthanique (COVNM) Benzène Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) Arsenic Nickel Benzo[a]pyrène		
Les polluants spécifiques à l'ERS (uniquement niveau I)	Voie respiratoire	Effets aigus	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote
		Effets chroniques	PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> Dioxyde d'azote Benzène 16HAP dont le benzo(a)pyrène 1,3 butadiène Chrome Nickel Arsenic
	Voie orale	Effets chroniques	16 HAP dont le benzo(a)pyrène

**Tableau 6: Liste des polluants à prendre en compte**

NB : Dans l'attente de disposer des VTR pour les particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et le dioxyde d'azote, l'ANSES recommande de « *comparer les niveaux observés et les niveaux prévus après la mise en place du projet aux valeurs guides de l'OMS [24]. Une comparaison avec les valeurs réglementaires peut être faite en accompagnement* ».

## 4.2.2- Zone d'étude

Au stade des études d'opportunité de phase 2 et des études préalables, l'étendue de la zone sur laquelle porte le volet « air et santé » de l'étude d'impact correspond à l'ensemble de la zone où la qualité de l'air risque d'être impactée par le projet. Elle est établie grâce à la définition du réseau d'étude et des bandes d'études, appelée « zone d'étude ».

### 4.2.2.1- Réseau d'étude

#### a) Définition

Le réseau d'étude est un objet linéique composés d'un ensemble de voies :

- le projet routier étudié (y compris les différentes variantes de tracé<sup>47</sup>) ;
- l'ensemble des voies dont le trafic est affecté significativement par le projet. On distingue deux cas de figure :
  - pour les trafics supérieurs à 5 000 véh/j : la modification du trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation relative de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario de référence au même horizon est supérieure à 10%, en positif ou en négatif.
  - pour les trafics inférieurs à 5 000 veh/j : la modification de trafic engendrée par la mise en service du projet est considérée comme significative lorsque la variation absolue de trafic entre le scénario au fil de l'eau et le scénario de référence au même horizon est supérieure à 500 véh/j, en positif ou en négatif.
- l'ensemble des projets d'infrastructure routière « existants ou approuvés » tels que définis dans l'article R 122-5 paragraphe II.5 e).

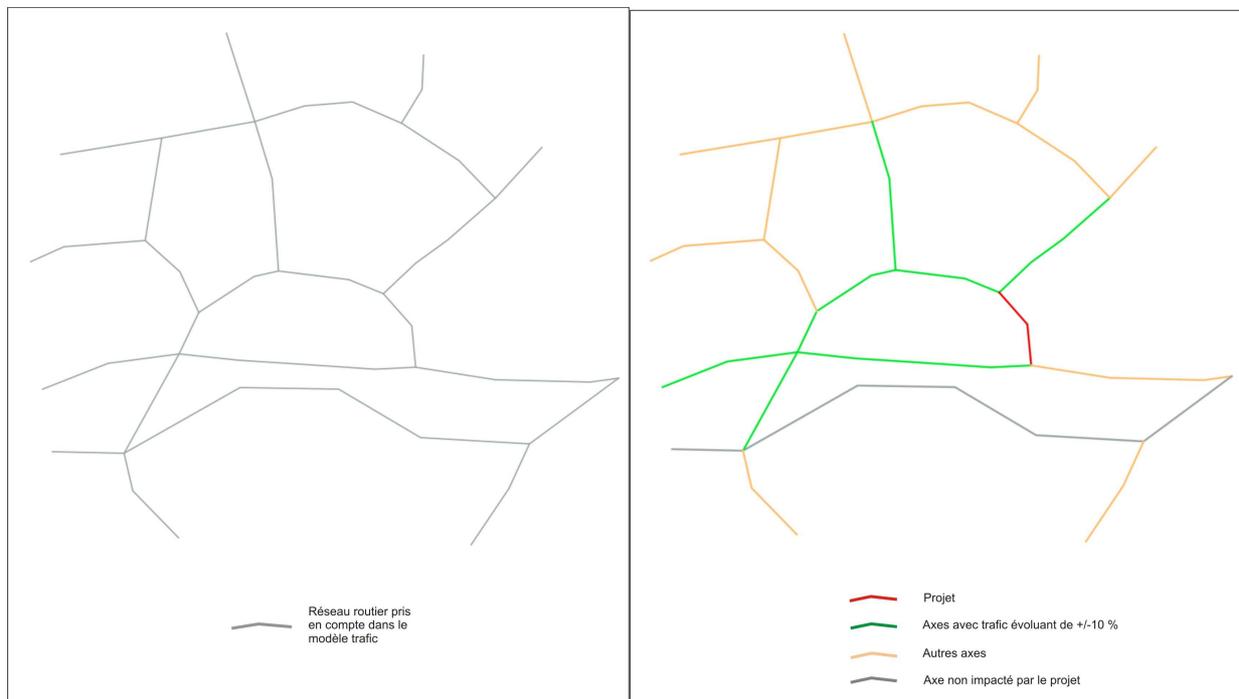
Cette définition du réseau d'étude reste toutefois indicative. Notamment, pour les parties du réseau routier subissant une variation inférieure à 10 % des flux de trafic, il appartient au chef de projet et au responsable de l'étude d'apprécier si les conditions locales (niveau de pollution, configuration du bâti, nature du trafic, sensibilités particulières des populations, ...) justifient leur prise en compte.

Par exemple pour le projet de mise en concession et doublement de la route centre-Europe Atlantique (RCEA) dans l'Allier, malgré une variation de 2 % des trafics, la RN7 a été intégrée au réseau d'étude en accord avec le maître d'ouvrage, car elle constituait l'axe le plus chargé de la zone d'étude.

---

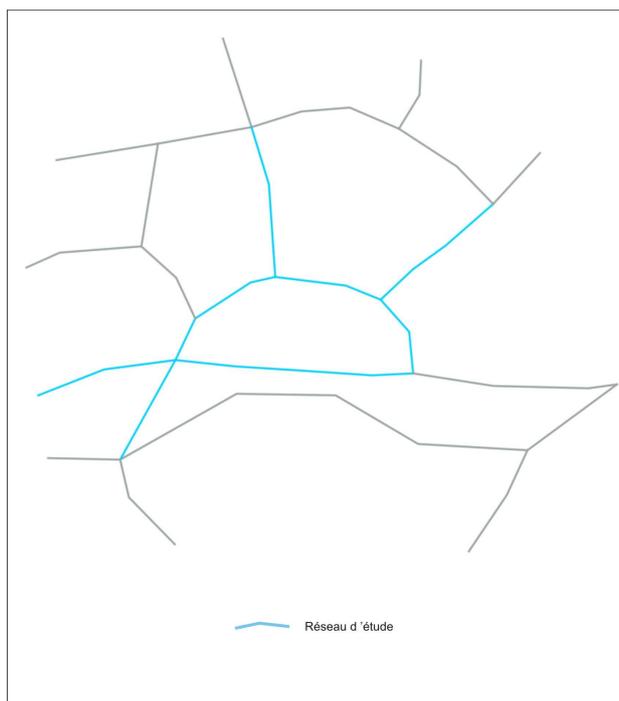
<sup>47</sup> Dans le cas d'une comparaison de variantes, le réseau d'étude retenu englobe les réseaux d'études de chacune des variantes, ceci afin de travailler à réseau d'étude constant et à population constante.

Illustration : La mise en service du projet (en rouge) impacte le trafic sur tout le réseau routier (en orange) mais seules certaines voies (en vert) verront leur trafic varier de plus de 10% ou de plus de 500 veh/j à horizon le plus lointain (illustration 6).



**Illustration 6: Axes pris en compte dans le réseau d'étude**

L'étude analysera donc les effets sur la pollution atmosphérique du projet et des voies ainsi identifiées (en bleu sur l'illustration 7)



**Illustration 7: Réseau d'étude**

### **b) Évaluation de la variation de trafic**

En milieu interurbain, la variation de trafic est évaluée à partir du TMJA.

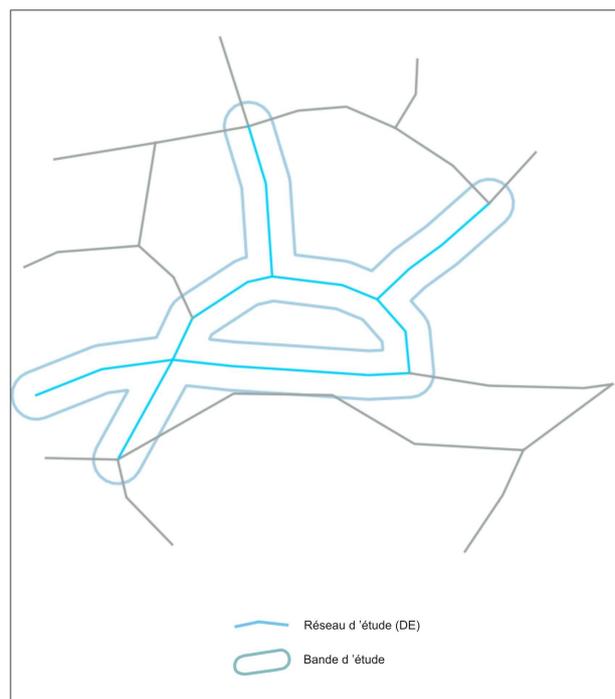
En milieu urbain, en fonction des données trafic disponibles et du projet, la variation de trafic est examinée à l'heure de pointe la plus chargée (du soir ou du matin) ou à partir du trafic moyen journalier annuel (TMJA).

### **4.2.2.2- La bande d'étude**

#### **a) Définition**

Une bande d'étude est une zone située autour d'un axe routier (objet linéique) dont la largeur est adaptée en fonction de l'influence du projet sur la pollution atmosphérique locale. Elle complète le «réseau d'étude air » en lui apportant une dimension surfacique.

L'ensemble des bandes d'études définies autour de chaque voie du réseau d'étude permet de circonscrire les calculs de dispersion et les populations à prendre en compte dans le volet santé. C'est sur cette zone, appelée « zone d'étude », que seront réalisés la modélisation des concentrations ainsi que les calculs d'IPP (cf § 3.4 p.29), requis pour certains niveaux d'études.



**Illustration 8: Zone d'étude, zone faisant l'objet de l'étude « air et santé » (conjonction du réseau d'étude et de l'ensemble des bandes d'étude).**

#### **b) Largeur**

La largeur de la bande d'étude varie en fonction du type de composés étudiés (gazeux ou particulaire) et du trafic circulant sur la voie (dans les deux sens de circulation).

## **Pollution gazeuse**

La largeur de la bande d'étude est définie dans le tableau 7 par le trafic moyen journalier annuel (TMJA en véh/j).

<b>TMJA à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j</b>	<b>Largeur minimale de la bande d'études<sup>48</sup>, en mètres, centrée sur l'axe de la voie</b>
T > 50 000	600
25 000 < T < 50 000	400
10 000 < T < 25 000	300
T < 10 000	200

**Tableau 7: Critères permettant de définir la largeur minimale de la bande d'étude**

## **Retombées particulières**

Pour l'évaluation des polluants présents dans les retombées particulières, la largeur de la bande d'étude est de 200 m, quel que soit le trafic [39].

### ***4.2.2.3- Ajustement des voies prises en compte pour la modélisation et ne faisant pas partie du réseau d'étude***

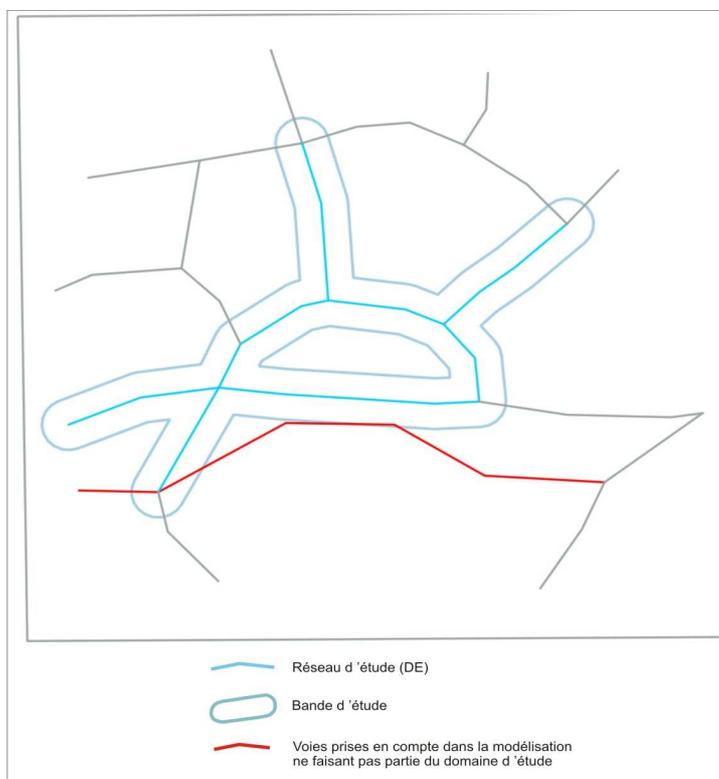
Lorsque le niveau d'étude requiert une modélisation des concentrations dans la zone d'étude, les infrastructures portant plus de 5 000 véh/j ne subissant pas de variation de +/- 10 % de leur trafic pourront être intégrées au modèle sous forme d'émissions linéiques de façon à mieux décrire les variations de la pollution de fond à l'intérieur de la zone d'étude.

On pourra se limiter à la modélisation des infrastructures impactant les bandes d'études relatives au réseau d'étude (voirie proche d'une infrastructure du réseau d'étude, voirie croisant une infrastructure du réseau d'étude, ...). Ces choix, à apprécier au cas par cas, seront justifiés par le chef de projet et le responsable du volet « air et santé » de l'étude d'impact.

Par exemple, dans le cadre d'un projet de contournement d'un bourg longeant l'A7, l'autoroute n'a pas été intégrée au réseau d'étude (car elle n'est pas impactée par le projet) mais a été prise en compte dans la modélisation de la qualité de l'air du fait des émissions importantes qu'elle génère qui sont à l'origine de concentrations élevées dans la zone d'étude.

<sup>48</sup> Dans la présente note, la bande d'étude est centrée sur l'axe. Les largeurs, présentées dans le tableau 7, correspondent au double de celles de 2005 où la bande d'étude était définie de part et d'autre de l'axe médian du tracé.

L'illustration 9 présente schématiquement ce cas de figure.



**Illustration 9 : Ensemble des voies prises en compte dans la modélisation (réseau bleu + rouge)**

Dans tous les cas, l'étude « air et santé » doit fournir une cartographie représentant l'ensemble des voies utilisées pour la modélisation : celles faisant partie du réseau d'étude et celles utilisées sous forme d'émission linéique pour mieux décrire les variations de la pollution de fond dans la zone d'étude. Cette cartographie s'accompagnera d'un argumentaire permettant de justifier les choix qui ont été faits.

### 4.2.3- La comparaison des variantes

L'analyse des variantes a pour objectif de nourrir l'argumentaire qui sera développé dans le dossier d'étude d'impact pour le choix du projet présenté à l'enquête publique (cf. § 2).

La conclusion de l'étude comparative du volet « air et santé » s'insère ensuite dans une analyse multi-critères rassemblant notamment les conclusions de l'ensemble des thèmes traités dans l'étude d'environnement. Cette analyse multi-critères débouche sur le choix de la solution retenue, celle-ci sera étudiée plus précisément dans le dossier d'étude d'impact présenté à l'enquête publique (cf. § 4.2.4).

### **4.2.3.1- Études de niveaux I et II**

#### **a) État actuel**

De la même manière que les études permettent de préciser les caractéristiques du projet au fur et à mesure de son avancement, la description de l'état actuel de la qualité de l'air doit être affinée au stade de la comparaison des variantes.

Le contenu attendu des études est le suivant :

- Analyse de la compatibilité du projet avec les documents de planification : SRCAE, PPA, PDU et de sa cohérence avec les actions du PNSE et du PRSE.
- Identification à l'échelle de la zone étudiée, des secteurs à enjeux en termes de qualité de l'air et restitution sous forme cartographique des zones suivantes :
  - ✓ zones où les valeurs limites sont dépassées pour les polluants dont la surveillance est réglementée par l'article R.221-1 du code de l'environnement ;
  - ✓ zones couvertes par un Plan de Protection de l'Atmosphère ;
  - ✓ zones sensibles au regard de l'article R.222-2 du code de l'environnement portant application des SRCAE ;
  - ✓ zones où des actions de réduction des émissions des indicateurs de pollutions tels que les PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, NO<sub>2</sub> et précurseurs de l'ozone sont mises en place dans la zone d'étude afin de réduire leurs concentrations (sous réserve de la disponibilité de ces données).
- Identification et restitution sous forme cartographique des principales sources d'émissions sur la zone d'étude à partir des données disponibles et réalisation d'un état des lieux des secteurs de fortes émissions en s'appuyant notamment sur les éléments disponibles auprès des DREAL et des AASQA. Cette carte intègre notamment les grands émetteurs fixes soumis à la taxe générale sur les activités polluantes (TGAP).
- Localisation des populations, des établissements vulnérables et décompte de la population générale, sur l'ensemble des bandes d'études du réseau d'étude,
- Recensement des projets « existants ou approuvés » au titre de l'article R.122-5 II 5° e) du code de l'environnement.
- Données relatives à l'impact sanitaire des populations.
- Identification dans les bandes d'études des variantes du projet, des zones de cultures présentant des enjeux sanitaires par ingestion en l'occurrence les jardins potagers.
- Caractérisation plus fine, par rapport aux données bibliographiques, de la qualité de l'air par des mesures dans la zone d'étude. Au stade de la comparaison des variantes, une campagne de mesure du NO<sub>2</sub> par tubes passifs est généralement suffisante (cf. § 3.2.2 et 3.4.1.2).

Cas particulier : dans le cas d'une étude de niveau I (cf. tableau 3), un état sanitaire initial de la population doit être présenté si une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique (EISPA) est disponible dans la zone d'étude (voir § 3.2.1.4).

L'analyse croisée de l'ensemble des données précédentes permet d'établir l'état actuel et de préciser, à l'échelle des variantes, les zones à enjeux, c'est-à-dire :

- les zones présentant un niveau de pollution atmosphérique important ;
- les zones à enjeux en termes de population (densité, établissements vulnérables) ;
- les zones à enjeux en termes de risques par ingestion (jardins potagers, aires de jeux dans les parcs et cours d'école présentant des terrains meubles, facilement ingérables par les enfants, etc.).

#### **b) Analyse des impacts et interprétation des résultats**

La comparaison des impacts des variantes s'appuie, d'une part, sur l'état actuel et, notamment, les différentes zones à enjeux identifiées, d'autre part, sur l'utilisation d'indicateurs calculés aux horizons d'étude sur la base des tracés disponibles.

Les indicateurs utilisés pour l'analyse des impacts sont :

- les émissions en polluants (cf. liste du tableau 6) calculées pour tout le réseau d'étude (cf.4.2.2.1) pour chaque variante ;
- les concentrations en NO<sub>2</sub> , modélisées sur toutes les bandes du réseau d'étude pour chaque variante ;
- l'indice pollution-population (cf. § 3.4) issu du croisement des données de populations avec les concentrations en NO<sub>2</sub>) précédemment calculées ;

Pour les études de niveau I, si des enjeux de risque par ingestion ont été identifiés dans l'état actuel, un indicateur supplémentaire peut être utilisé, qui est la présence / superficie de jardins potagers et/ou de zones maraîchères et/ou de terres cultivées à forte valeur ajoutée (vignes en AOC, cultures biologiques, etc.) dans la bande d'étude particulière de 200 m centrée sur chaque variante.

Les variantes sont décrites et comparées en termes de qualité de l'air (comparaison d'émissions<sup>49</sup> et de concentrations), en termes d'exposition des populations (IPP) et, dans le cas d'un risque par ingestion (études de niveau I), en termes de présence / superficie de terres cultivées (analyse qualitative et quantitative).

Cette analyse est complétée par une présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population.

#### **c) Monétarisation, analyse des coûts collectifs des pollutions et nuisances**

Une analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité est faite pour chacune des variantes (cf.§ 3.7). Cette partie est traitée dans le cadre de l'évaluation socio-économique mais également incluse dans l'étude d'impact.

---

49 Les résultats de comparaison et de variation n'étant pas transposables d'un polluant à un autre, il est nécessaire de raisonner polluant par polluant.

### **4.2.3.2- Études de niveau III et IV**

#### ***a) État actuel***

L'état actuel est basé sur l'analyse des documents traitant de la qualité de l'air disponibles sur la zone d'étude (cf. § 4.2.3.1). Cette analyse est à adapter aux enjeux du projet et, de fait, elle est moins approfondie que celle réalisée pour des études de niveau I et II. Toutefois, les éléments requis dans l'étude d'impact au titre du R.122-5 du code de l'environnement restent exigibles.

Pour les études de niveau III, une campagne de mesures par tubes passifs (NO<sub>2</sub>) peut éventuellement être mise en place pour compléter l'état actuel en l'absence de données disponibles dans la zone d'étude.

#### ***b) Analyse des impacts***

Les indicateurs utilisés pour l'analyse des impacts sont :

- les émissions en polluants (cf. liste du tableau 6) sur le réseau d'étude aux horizons d'étude ;
- les populations présentes dans les bandes d'étude des différentes variantes.

Les variantes sont décrites en termes de qualité de l'air en comparant les émissions et les populations présentes dans la bande d'étude. Une information sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé est requise.

#### ***c) Monétarisation et analyse des coûts collectifs***

Comme pour les études de niveau I et II, une analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité est faite pour chacune des variantes (cf. § 3.7). Cette partie est traitée dans le cadre de l'évaluation socio-économique mais également incluse dans l'étude d'impact.

## **4.2.4- Étude de la solution retenue (projet présenté à l'enquête publique)**

### ***4.2.4.1- Études de niveaux I et II***

#### ***a) État actuel***

Pour l'étude de la solution retenue, l'état actuel réalisé dans le cadre de la comparaison des variantes est complété avec des mesures *in situ* selon le niveau d'étude.

Pour les études de niveau I, une évaluation des risques sanitaires sera à réaliser pour analyser les impacts du projet. En vue de préparer l'ERS, une campagne de mesures par camion laboratoire et tubes passifs doit aussi être menée pour évaluer le niveau de concentration pour chacun des polluants retenus (tableau 6), sauf si des données sont déjà disponibles dans la zone d'étude. De plus, si le risque par ingestion a été identifié dans l'état actuel, des échantillons de sols et/ou de végétaux (dans le cas de jardins

potagers<sup>50</sup> notamment) doivent être prélevés et analysés. L'analyse des résultats de ces mesures *in situ* permettent de préciser l'état actuel.

L'analyse croisée de l'ensemble des données collectées permet de préciser l'état actuel autour de la solution retenue c'est-à-dire :

- les zones présentant un niveau élevé de pollution atmosphérique ;
- les zones à enjeux en termes de population (densité, établissements vulnérables) ;
- et les zones à enjeux en termes de risques par ingestion (jardins potagers, ...).

Pour les études de niveau II, une campagne de mesures par tubes passifs (NO<sub>2</sub> généralement suffisant) doit être faite pour affiner et cartographier, autour de la solution retenue, l'état actuel réalisé au stade de la comparaison des variantes. Une campagne de mesure des PM<sub>10</sub> peut être mise en place en l'absence de données disponibles dans la zone d'étude (cf. 4.2.4.1b). Il est conseillé de se rapprocher de l'ARS pour confirmer la nécessité ou non de mesurer les particules selon le contexte local.

#### ***b) Analyse des impacts et interprétation des résultats***

L'analyse des impacts de la solution retenue repose d'une part sur l'état actuel et, notamment, les différentes zones à enjeux identifiées, et d'autre part sur l'utilisation d'indicateurs pour tous les scénarios à tous les horizons d'étude.

Les trois indicateurs définis pour la comparaison des variantes sont aussi utilisés pour l'étude de la solution retenue :

- les émissions en polluants (cf. liste du tableau 6) calculées pour tout le réseau d'étude ;
- les concentrations en NO<sub>2</sub>, modélisées sur toutes les bandes du réseau d'étude ;
- l'indice pollution population (cf. § 3.4) issu du croisement des données de populations avec les concentrations en NO<sub>2</sub> précédemment calculées.

Pour les **études de niveau II**, cette analyse est complétée par les concentrations en PM<sub>10</sub> (si nécessité confirmée par l'ARS) et par une présentation bibliographique des effets sanitaires de la pollution automobile sur la population.

Pour les **études de niveau I**, l'évaluation des impacts du projet sur la santé requiert une évaluation des risques sanitaires. Pour cela, il convient de calculer d'autres indicateurs :

- les concentrations en polluants à prendre en compte dans le cadre de l'ERS (cf. liste du tableau 6 qui prend notamment en compte les PM) calculées sur l'ensemble des bandes d'étude du réseau d'étude pour tous les scénarios ;
- les dépôts particuliers, si le risque par ingestion a été identifié, calculés pour les HAP dont le benzo[a]pyrène dans une bande d'étude de 200 mètres centrée sur l'axe du projet.

---

<sup>50</sup> A cette étape de l'étude, seuls les jardins potagers peuvent faire l'objet d'investigations poussées. En effet, les récoltes issues des autres terres cultivées (citées dans le § 4.2.3.1-b) ne sont généralement pas consommées exclusivement par les mêmes personnes. Celles-ci s'approvisionnent à partir de différentes filières, ce qui réduit le risque. En revanche, les récoltes des jardins potagers peuvent constituer une part importante de la consommation de végétaux d'une famille et ainsi conduire à augmenter les risques.

- Les indicateurs spécifiques à l'ERS (cf. § 3.5.3) :
  - les quotients de danger (QD) ;
  - les excès de risque individuel (ERI) ;
  - les excès de risque collectifs (ERC).

Les scénarios - état actuel, futur sans projet et futur avec projet - sont décrits et comparés en utilisant l'ensemble de ces indicateurs calculés sur toute la zone d'étude (réseau et bandes d'études) à tous les horizons d'étude.

Attention, les résultats issus de la modélisation ne peuvent être utilisés sans précaution, il convient de les présenter assortis d'une discussion sur les incertitudes et les limites de l'exercice (cf. § 3.6).

***c) Monétarisation et analyse des coûts collectifs, impacts en phase chantier, mesures d'évitement et de réduction des impacts et suivi de ces mesures***

Il est rappelé que le dossier d'étude d'impact présenté à l'enquête publique doit notamment traiter les quatre points ci-dessous, à l'appui des éléments fournis dans la partie 3 :

- la monétarisation et l'analyse des coûts collectifs (cf. § 3.7), qui sont traitées dans le cadre de l'évaluation socio-économique et également incluses dans l'étude d'impact ;
- les impacts en phase chantier (cf. § 3.8) ;
- les mesures d'évitement, de réduction et de compensation des impacts (cf. § 3.9.1) ;
- le cas échéant, les modalités de suivi de ces mesures (cf. § 3.9.2).

***d) Méthodologies et éléments utilisés par le maître d'ouvrage***

Parmi les éléments requis au R 122-5 du code de l'environnement pour le dossier d'étude d'impact, figure une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement

***4.2.4.2- Études de niveau III et IV***

***a) État actuel***

Comme pour la comparaison des variantes, l'état actuel établi pour les études de niveau III ou IV est basé sur l'analyse des documents traitant de la qualité de l'air, disponibles sur la zone d'étude (cf. § 4.2.3.1). Cette analyse est à adapter aux enjeux du projet et, de fait, elle est moins approfondie que celle réalisée pour des études de niveau I et II.

Pour les études de niveau III, une campagne de mesures par tubes passifs (NO<sub>2</sub>) peut éventuellement être mise en place pour compléter l'état actuel en l'absence de données disponibles dans la zone d'étude.

### ***b) Analyse des impacts***

L'indicateur utilisé pour l'analyse des impacts est :

- les émissions en polluants (cf. liste du tableau 6), calculés pour la situation actuelle, le scénario futur sans projet et le scénario futur avec projet sur le réseau d'étude à tous les horizons d'étude.

Ces résultats issus de la modélisation doivent faire l'objet d'une comparaison quantitative. Une information sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé est requise.

### ***c) Monétarisation et analyse des coûts collectifs, impacts en phase chantier, mesures d'évitement et de réduction des impacts et suivi de ces mesures***

Il est rappelé que le dossier d'étude d'impact présenté à l'enquête publique doit traiter les quatre points ci-dessous, à l'appui des éléments fournis dans la partie 3 :

- la monétarisation et l'analyse des coûts collectifs (cf. §3.7), qui sont traitées dans le cadre de l'évaluation socio-économique et également incluses dans l'étude d'impact ;
- les impacts en phase chantier (cf. § 3.8) ;
- les mesures d'évitement et de réduction et de compensation des impacts (cf. § 3.9.1) ;
- le cas échéant, les modalités de suivi des mesures de réduction (cf. § 3.9.2).

### ***d) Méthodologies et éléments utilisés par le maître d'ouvrage***

Parmi les éléments requis au R 122-5 du code de l'environnement pour le dossier d'étude d'impact, figure une description des méthodes de prévision ou des éléments probants utilisés pour identifier et évaluer les incidences notables sur l'environnement.

#### 4.2.4.3- Tableau de synthèse :

	Niveau I	Niveau II	Niveau III	Niveau IV
<b>Analyse bibliographique</b>	A adapter en fonction du niveau d'étude et des enjeux			
<b>Mesures effectuées à l'état actuel</b>	Qualification par des mesures in situ (air et sol si risque par ingestion)	Qualification par des mesures in situ (air)	Réalisation éventuelle de mesures	-
<b>Estimation des émissions</b>	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6 (polluants en commun avec les études de niveau II à IV et ceux spécifiques à l'ERS)	Sur tout le réseau d'étude pour les polluants du tableau 6		
<b>Estimation des concentrations</b>	Sur toutes les bandes d'études du réseau d'étude pour les polluants de l'ERS	NO <sub>2</sub> (et les éventuellement les PM <sub>10</sub> si nécessité confirmée par ARS), sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude	-	-
<b>Évolution de l'exposition de la population à la pollution</b>	Comparaison de la solution retenue avec le scénario sans projet sur le plan de la santé via l'IPP NO <sub>2</sub>		-	-
<b>Effets de la pollution de l'air sur la santé</b>	ERS par inhalation sur toutes les bandes d'étude du réseau d'étude  ERS par ingestion dans la bande d'étude du projet retenu	Synthèse bibliographique à adapter aux enjeux du projet		
<b>Analyse des coûts collectifs et avantages induits</b>	Traitée dans le volet socio-économique			
<b>Analyse des impacts en phase chantier</b>	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
<b>Mesures d'évitement, d réduction des impacts</b>	A traiter pour tous les niveaux d'étude et à adapter en fonction des enjeux			
Pour rappel, sont exclues du périmètre de cette note, les émissions de GES <sup>51</sup> , la consommation énergétique et l'impact de la pollution atmosphérique sur la faune, la flore, le sol et les bâtiments, thématiques qu'il faut néanmoins traiter dans le volet « Air » [4].				

**Tableau 8: Synthèse du contenu attendu de l'étude de la solution retenue**

51 Gaz à Effet de Serre

# Annexes

---

## Annexe A Présentation recommandée pour l'IPP

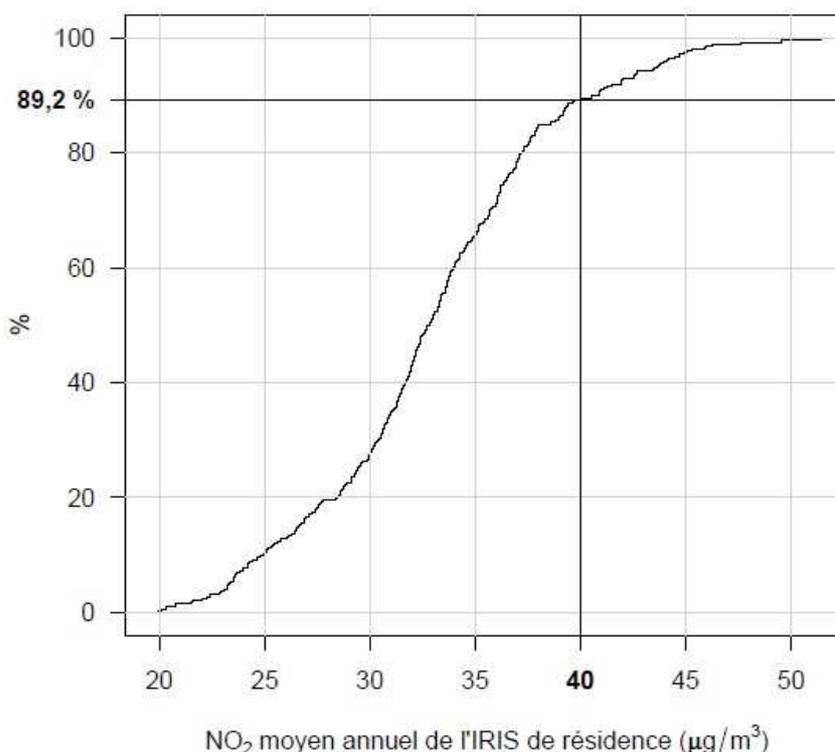
Plusieurs solutions existent pour présenter les résultats des IPP. L'objet de cette partie n'est pas d'imposer un choix particulier mais d'évoquer les différentes possibilités offertes pour favoriser la compréhension de cet indicateur par le public.

Dans le cas où différents scénarios ou variantes de projets sont étudiés, il est impératif de présenter simultanément les différents IPP ou à défaut, le niveau d'évolution en pourcentage. L'IPP devra être *a minima* calculé pour la situation actuelle, la situation de référence à un horizon donné et la situation avec projet à ce même horizon (cf. définition des horizons de l'étude de trafic, §3.3.1.1).

### 1. Présentation désagrégée

L'exploitation des données qui ont servi à calculer l'indicateur agrégé peut permettre de représenter l'IPP sous la forme d'un histogramme indiquant la répartition de la population exposée selon différentes classes de concentration en polluants. Cette présentation qui a l'avantage de pouvoir être confrontée aux valeurs limites fixées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, est à privilégier. Cette confrontation doit se faire avec précaution au regard des incertitudes inhérentes à la chaîne de modélisation (cf. § 3.6)

Cette présentation peut prendre la forme suivante :

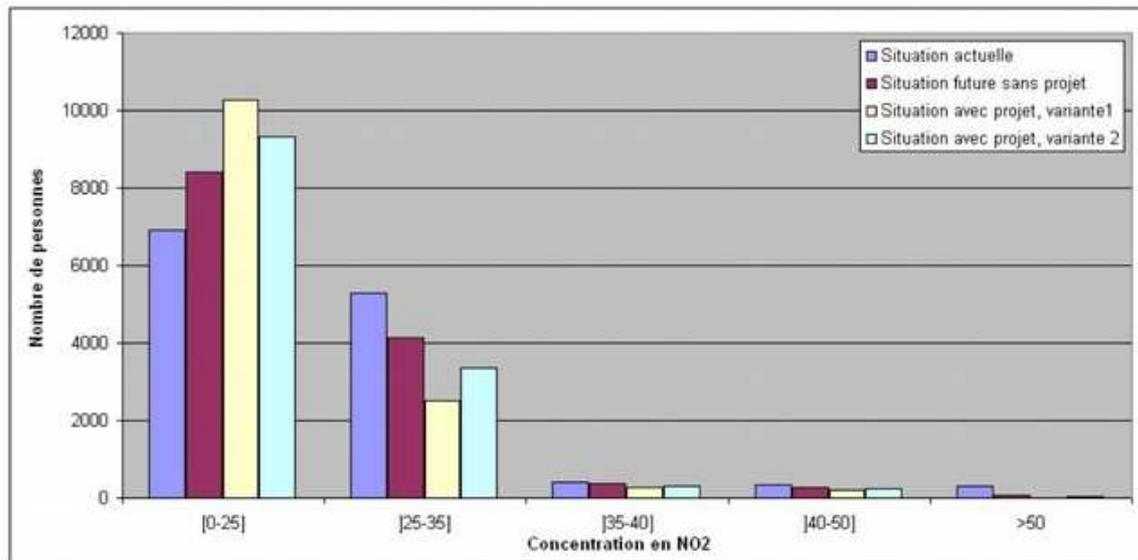


**Illustration 10: Répartition cumulée du niveau d'exposition du NO<sub>2</sub> dans la population (ORS Nord\_Pas-de-Calais)**

Lecture du graphique : 89,2% des habitants sont estimés exposés à un niveau moyen annuel de NO<sub>2</sub> inférieur ou égal à 40 µg/m<sup>3</sup> (valeur limite 2010 pour le NO<sub>2</sub>, à ne pas dépasser en moyenne annuelle).

Une autre forme de présentation :

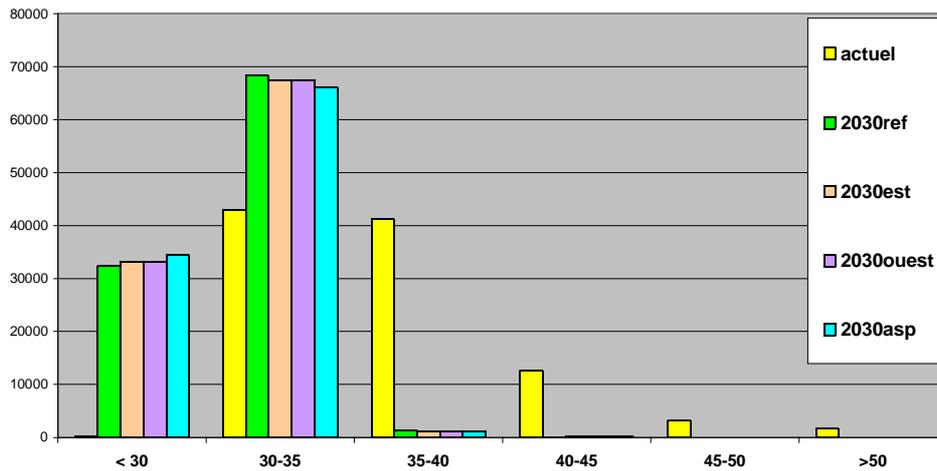
classes	nbr de personnes en 2005	nbr de personnes en 2025	nbr de personnes pr 2025V1	nbr de personnes pr 2025V2
[0-25]	6929	8413	10259	9314
[25-35]	5286	4135	2499	3346
[35-40]	412	356	287	320
[40-50]	329	273	200	250
>50	294	73	5	20
<b>total</b>	<b>13250</b>	<b>13250</b>	<b>13250</b>	<b>13250</b>



**Illustration 11: Distribution en nombre de personnes pour différentes classes de concentration (Cerema)**

NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup>	actuel		2030ref		2030est		2030ouest		2030asp	
	hbts	%	hbts	%	hbts	%	hbts	%	hbts	%
< 30	209	0,2	32360	31,7	33218	32,6	33140	32,5	34506	33,8
30-35	43025	42,2	68317	67,0	67438	66,1	67510	66,2	66154	64,9
35-40	41205	40,4	1276	1,3	1222	1,2	1225	1,2	1218	1,2
40-45	12635	12,4	45	0,0	91	0,1	97	0,1	94	0,1
45-50	3227	3,2	0	0,0	20	0,0	17	0,0	17	0,0
>50	1698	1,7	0	0,0	10	0,0	10	0,0	10	0,0

NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>



**Illustration 12: Distribution en nombre de personnes pour différentes classes de concentration (Cerema)**

Pour ce graphe également, la présentation doit se faire avec précaution en expliquant les limites de la méthodologie employée au regard des incertitudes inhérentes à la chaîne de modélisation (cf. § 3.6).

## 2. Présentation « spatiale »

Compte tenu de la méthode utilisée pour calculer l'IPP, il est tout à fait possible de présenter les résultats sous forme cartographique. Plusieurs formes sont envisageables (évolution, répartition, etc.) dont celles ci-dessous, qui montrent une évolution de l'exposition de la population en fonction des scénarios et variantes (Illustration 13) :

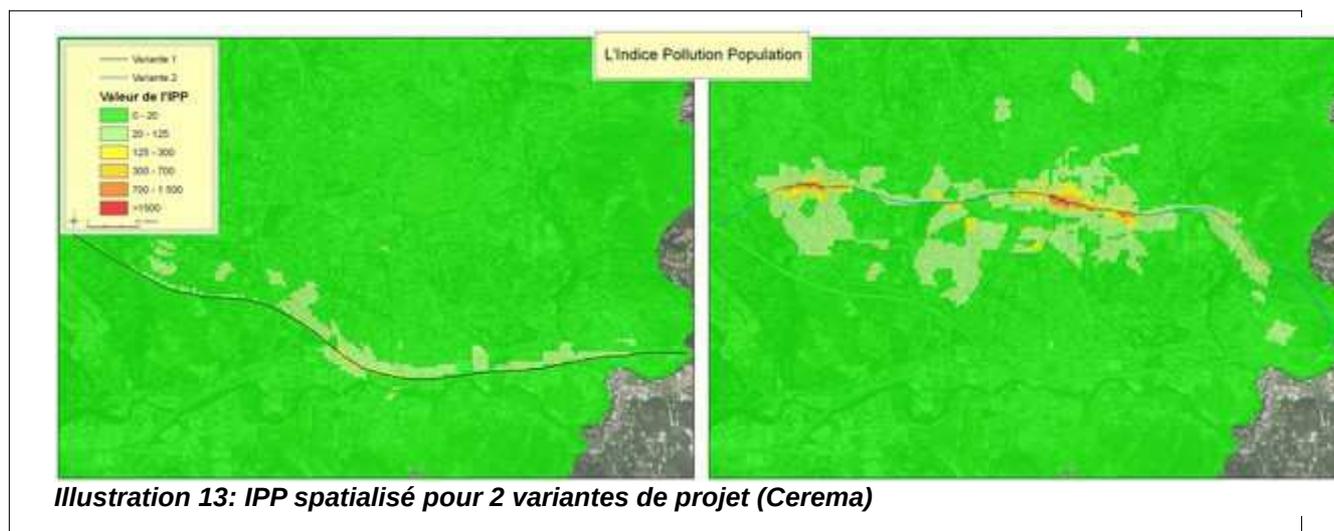


Illustration 13: IPP spatialisé pour 2 variantes de projet (Cerema)

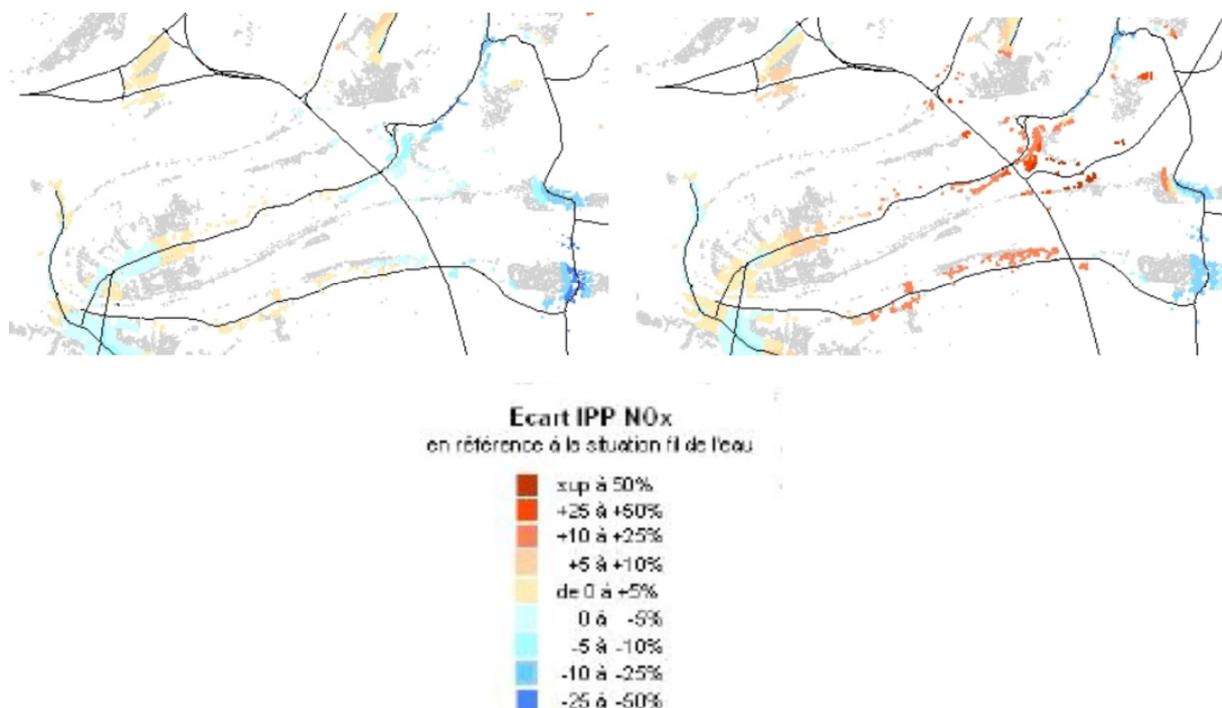
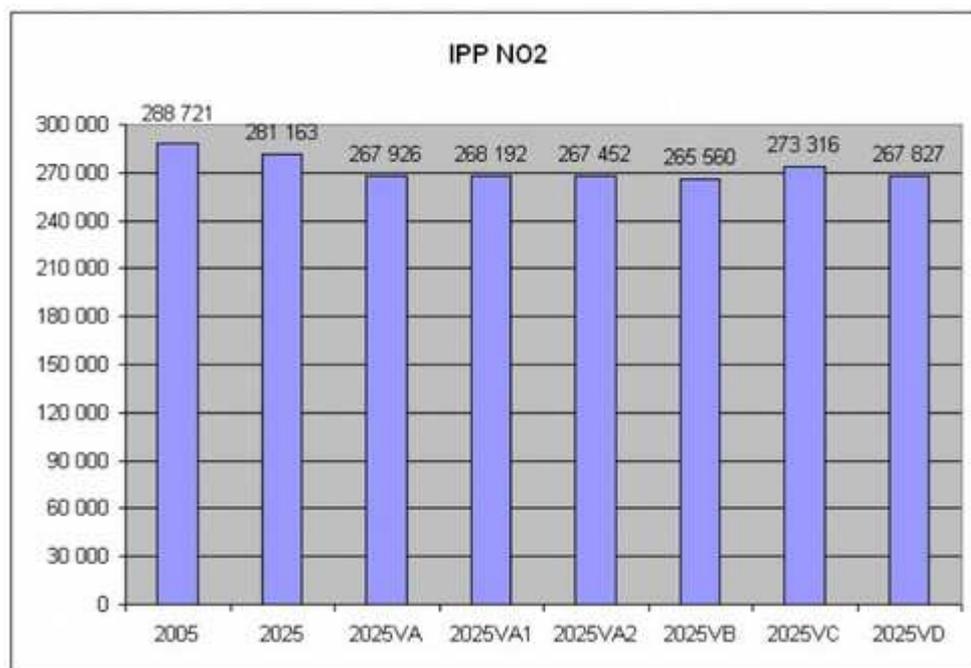


Illustration 14 : IPP NOx spatialisé pour deux variantes du projet (Cerema)

### 3. Présentation agrégée

Lorsqu'il s'agit de comparer de manière synthétique différents scénarii ou variantes, l'IPP peut être présenté de manière agrégée. L'agrégation de l'IPP sur l'ensemble de la zone d'étude (réseau et bandes d'études) conduit à une valeur absolue unique pour chaque scénario ou variante.



**Illustration 15: Exemple d'IPP NO<sub>2</sub> exprimé en valeurs absolues pour différents scénarii (Cerema)**

Dans ce cas, il est important de retenir que cette valeur agrégée de l'IPP ne permet pas de qualifier la performance de l'infrastructure en matière de qualité de l'air. L'interprétation reste délicate car une telle présentation ne tient pas compte de la distribution spatiale des variations d'IPP et masque donc les hétérogénéités des concentrations, de la densité et de la sensibilité des populations sur la zone d'étude

## Annexe B Correspondances entre type de bâti et densité de population

Le tableau ci-dessous donne des ordres de grandeur de la densité de population en fonction de la typologie de bâti rencontré. Il sert, en première approche et en lien avec les données de trafic disponibles au début de l'étude, à déterminer le niveau d'étude puis dimensionner l'étude air et santé (campagnes de mesures à mettre en œuvre, modélisations, ...).

Toutefois, le niveau d'étude devra être confirmé et faire l'objet, dans l'étude air et santé, d'un argumentaire précisant les hypothèses utilisées pour le déterminer (trafic, densité de population calculées sur les zones bâties).

	Type de bâti	Densité de population
<b>G I</b>	Centre ville classique	30 à 40 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Grand collectif	26 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Petit collectif	14 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre ancien des petites villes	10 000 hbts/km <sup>2</sup>
<b>G II</b>	Centre ancien hétéroclite	8 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Semi collectif	7 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Centre récent des petites villes	5 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Pavillonnaire dense	4 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Pavillonnaire	2 500 hbts/km <sup>2</sup>
<b>G III</b>	Hameau lâche	1 000 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons groupées	100 hbts/km <sup>2</sup>
	Maisons isolées	20 hbts/km <sup>2</sup>

**Tableau n° 9 : type de bâti et densité de population**

**Source** : rapport d'études des CETE de Lyon et de Rouen pour le compte du CERTU (densité de population et morphologie du bâti)

## Annexe C Paramètres modifiés par les aménagements sur place et impacts associés

La réalisation d'un aménagement sur place peut conduire à la modification d'un ou plusieurs paramètres « routiers », et donc à générer des impacts associés à ces modifications (impacts sur les conditions d'émissions et sur les conditions de dispersion).

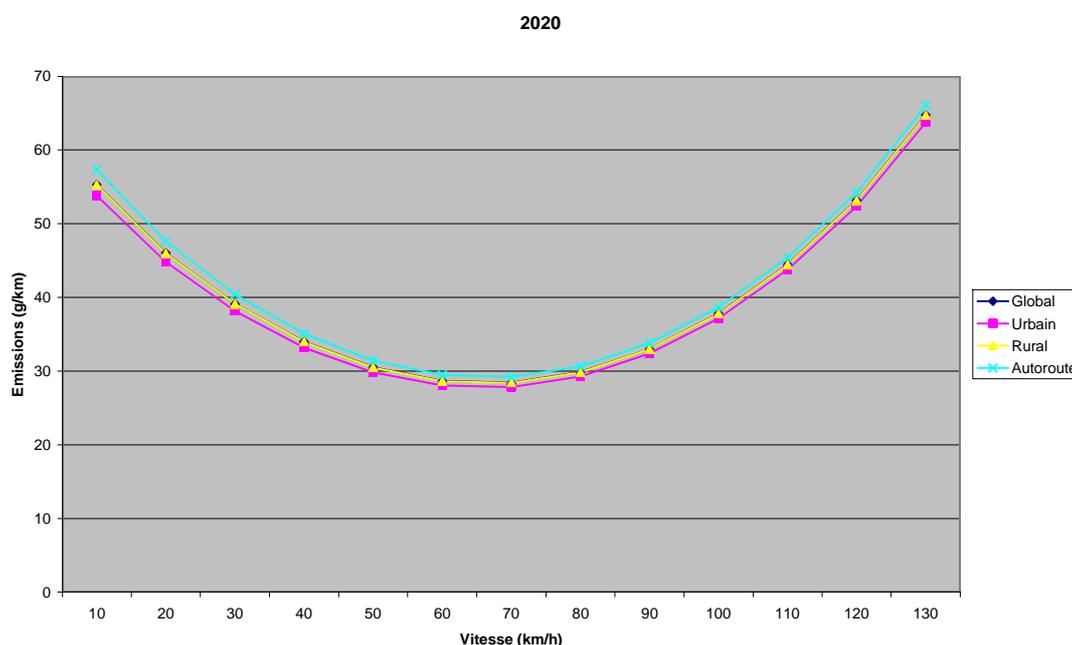
### Le volume de trafic

Le paramètre « volume de trafic » a un impact considérable sur la qualité de l'air et notamment sur les émissions de polluants puisque les émissions sont calculées en multipliant les émissions unitaires de véhicules par le volume de trafic, d'où une influence directe de ce paramètre. Une augmentation de 10% du trafic conduit ainsi à une augmentation de 10% des émissions de polluants en volume, toutes choses égales par ailleurs.

### La dynamique du trafic

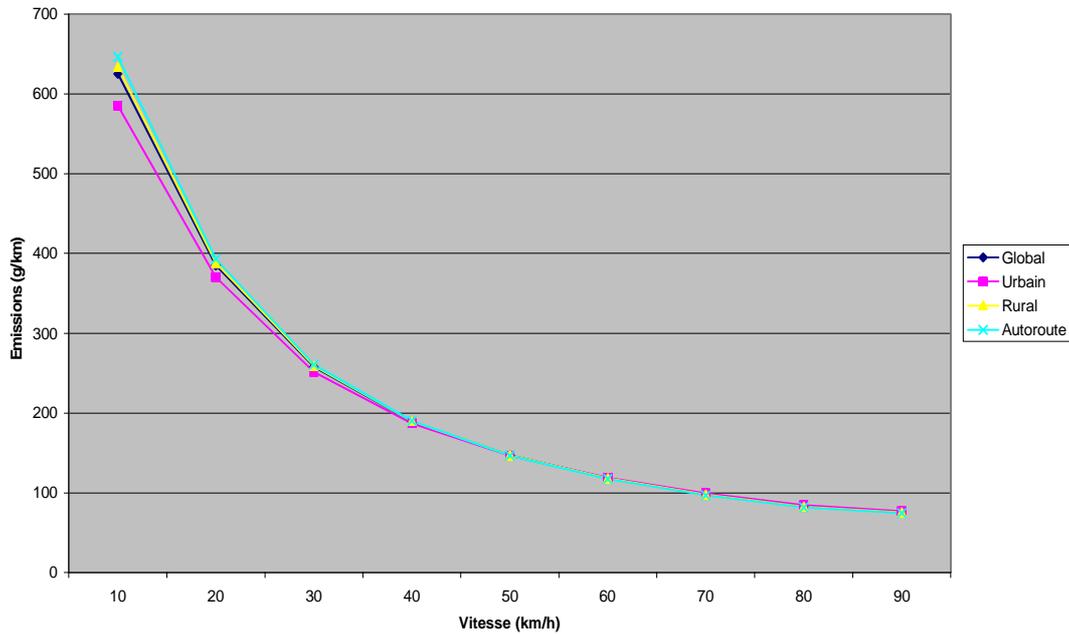
Sous le terme « dynamique du trafic » sont rassemblés ici plusieurs paramètres :

- la **vitesse**, dont dépendent les émissions unitaires des véhicules, l'optimum (vitesse pour laquelle les émissions unitaires sont minimales) n'étant pas le même selon les polluants et selon le type de véhicule considéré (voir graphiques ci-dessous).



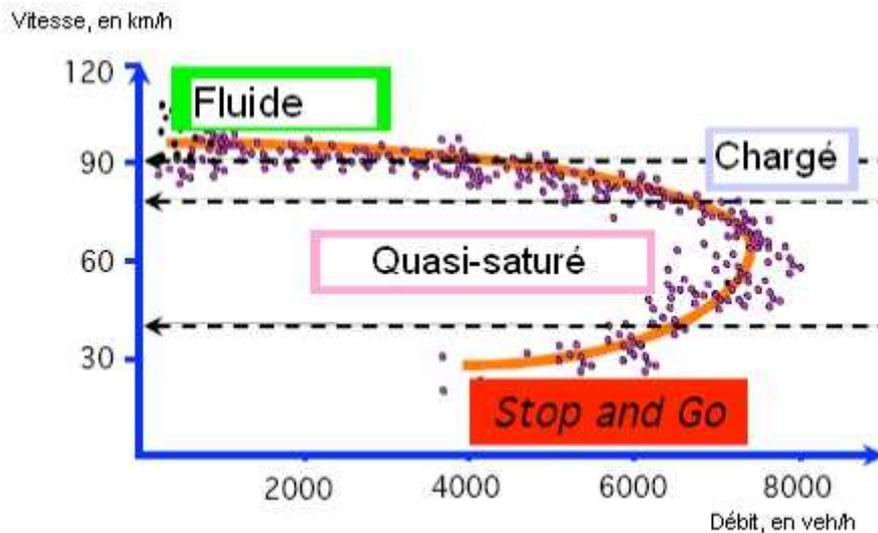
**Illustration 16: Courbes d'émissions (en g/km) à chaud de NOx pour 100 VL (Parc 2020) en fonction de la vitesse (Cerema)**

2020



**Illustration 17: Courbes d'émissions (en g/km) à chaud de NOx pour 100 PL (Parc 2020) en fonction de la vitesse (Cerema)**

- les **conditions de trafic**, qui dépendent du volume de trafic et de la capacité de l'infrastructure, ont une influence directe sur les émissions des véhicules. En effet, d'une part, elles déterminent la vitesse des véhicules (et donc les émissions unitaires), et d'autre part, dans une situation de forte congestion avec arrêts plus ou moins longs des véhicules (« stop and go »), les émissions de polluants, et particulièrement celles des poids lourds, sont importantes. Le graphique ci-dessous présente une courbe débit-vitesse type pour une autoroute de 4 voies. Le débit maximum correspond à une vitesse d'environ 60 km/h.



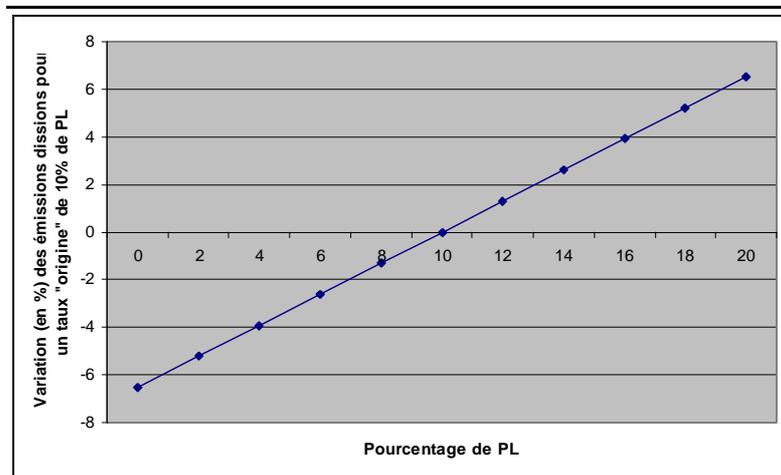
**Illustration 18: Courbe débit vitesse sur autoroute (ici pour une 4 voies), d'après Lhuillier 2004**

L'analyse des graphiques précédents montre qu'un aménagement sur place, qui conduit à une fluidification et donc à une augmentation de la vitesse moyenne sur l'infrastructure peut avoir un impact positif ou un impact négatif sur la qualité de l'air :

- **positif si des périodes de congestion sont supprimées** et que la vitesse moyenne hors congestion reste stable ;
- **négatif si la vitesse moyenne hors congestion est augmentée** (par exemple passage d'une vitesse moyenne de 70km/h (trafic chargé) à 100km/h (trafic fluide)). En effet, **les émissions unitaires seront augmentées** (pour les VL et pour la plupart des polluants, voir graphiques précédents).

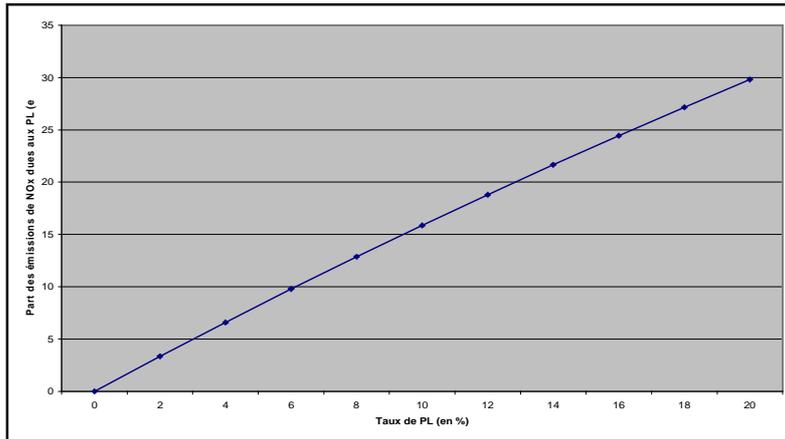
### La dynamique du trafic

Les émissions unitaires des poids lourds sont supérieures à celles des véhicules légers. Un aménagement, qui aurait une influence sur la composition du trafic en poids lourds, aurait donc une influence sur les émissions de polluants.



**Illustration 19: Variation des émissions de NOx en fonction du taux de PL, à trafic constant (10 000 véh/jour) (Cerema)**

Exemple de lecture du graphique précédent : si le taux de PL passe de 10 à 12%, à trafic total constant, les émissions totales de NOx sont augmentées de 1,3%.



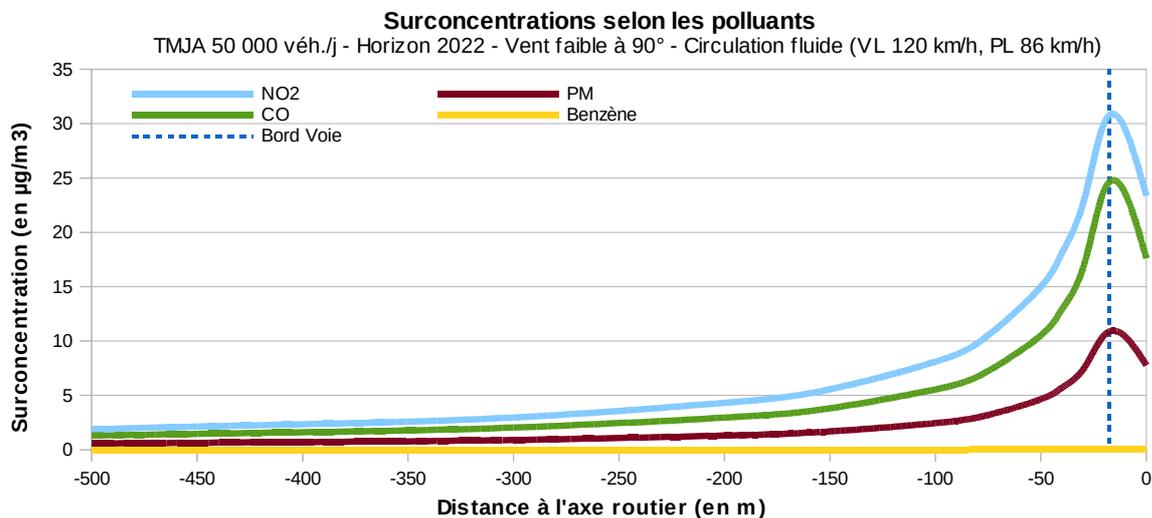
**Illustration 20: Part des émissions de NOx dues aux PL, en fonction du taux de PL (à trafic constant = 10 000 véh/jour) (Cerema)**

**Logiciel utilisé pour le calcul des émissions :** Copcete méthodologie COPERT IV

**Données :** trafic constant de 10.000 véh/j - Taux de charge des PL : 50 % - clé VUL : 23% - Parc IFSTTAR en 2020 - vitesse des VL : 110 km/h - vitesse des PL : 90 km/h

### La répartition des sources

Les aménagements sur place peuvent conduire à modifier la répartition spatiale des véhicules et donc des sources d'émissions. Ce déplacement des sources peut avoir un impact non négligeable en termes de qualité de l'air, s'il conduit à rapprocher les sources des habitations, par exemple.



**Illustration 21: Profils en travers de pollution pour un trafic fluide de 50 000 véh/j à l'horizon 2022 (Cerema)**

Ce graphique, qui est un cas-type et non représentatif de toutes les situations particulières (et notamment des conditions météorologiques diverses qui ont une influence directe et importante sur la dispersion des polluants), montre, tout de même, qu'à 100 m de l'infrastructure les concentrations sont divisées par 3 et à 200 m par 6. Au-delà de 300 m de l'infrastructure, l'influence de celle-ci sur les concentrations de polluants est quasi-nulle (concentrations de fond).

Si, du fait de la réalisation d'un aménagement, des habitations se retrouvent dans la zone d'influence de l'infrastructure en termes de pollution alors qu'elles n'y étaient pas avant aménagement, l'impact de cette modification de la répartition des sources en termes de qualité de l'air est évident.

### **Les obstacles**

La réalisation de certains aménagements sur place peut entraîner la création d'obstacles. Or, ces obstacles peuvent avoir un impact sur la qualité de l'air puisqu'ils peuvent avoir une influence directe sur la dispersion des polluants.

# Glossaire

---

## A

- AASQA : Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
- ADMS : Atmosphéric Dispersion Modelling System
- ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maitrise de l'Énergie
- ANSES : Agence Nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement, et du travail
- ARS : Agence régionale de santé

## B

- BD CARTO® : Base de Données Cartographiques de l'IGN©
- BD ORTHO® : Base de Données Orthophoto de l'IGN©

## C

- C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> : Benzène
- CERTU : Centre d'Études sur les Réseaux, les Transports, l'Urbanisme et les constructions
- CETE : Centre d'Etude de l'Équipement
- Cerema : Centre d'études et d'expertise sur les risques l'environnement, la mobilité et l'aménagement
- CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique
- CGDD : Commissariat Général au Développement Durable
- CO : Monoxyde de carbone
- COPERT : CComputer Program to calculate Emission from Road Transport
- CORINE LAND COVER : base de données européenne d'occupation biophysique des terres
- COV : Composés Organiques Volatils
- COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthanique

## D

- DGEC : Direction Générale de l'Énergie et du Climat
- DGITM : Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
- DGPR : Direction Générale de la Prévention des Risques
- DGS : Direction Générale de la Santé
- DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

## E

- ERC : Excès de Risque Collectif
- ERI : Excès de Risque Individuel
- ERU : Excès de Risque Unitaire
- ERS : Évaluation des Risques Sanitaires
- EISPA : Étude d'Impact Sanitaire de la Pollution Atmosphérique

- F
- FURETOX : Faciliter l'Usage des REsources TOXicologiques
- G
- GES : Gaz à Effet de Serre
- H
- HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
  - HPM : Heure de Pointe du Matin
  - HPS : Heure de Pointe du Soir
- I
- IFSTTAR : Institut Français des Sciences et Technologies des Transports, de l'Aménagement et des Réseaux
  - INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques
  - INVS : INstitut de Veille Sanitaire
  - INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
  - IPLI : Inventaire Permanent du Littoral
  - IPP : Indice Pollution Population
  - IRIS : Dénomination INSEE, correspondant à la maille de base pour la diffusion de statistiques infra-communales pour les communes d'au moins 10 000 habitants et la plupart des communes entre 5 000 à 10 000 habitants. Un IRIS comprend environ 2 000 habitants.
- M
- MOP : Maîtrise d'Ouvrage Publique
- N
- NO : Monoxyde d'azote
  - NO<sub>2</sub> : Dioxyde d'azote
  - NO<sub>x</sub> : Oxydes d'azote
- O
- O<sub>3</sub> : Ozone
  - OMS : Organisation Mondiale de la Santé
- P
- Pb : Plomb
  - PDU : Plan de Déplacements Urbains
  - PL : Poids Lourds
  - PLU : Plan Local d'Urbanisme
  - PM<sub>10</sub> : Particules de diamètre inférieur à 10 µm
  - PM<sub>2,5</sub> : Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm
  - PNSE : Plan National Santé Environnement
  - PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère
  - PREPA : Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
  - PRQA : Plan Régional de la Qualité de l'Air
  - PRSE : Plan Régional Santé Environnement
- Q
- QD : Quotient de danger

## S

- SCAN 25® : Image numérique continue du territoire français au au 1 : 25 000 de l' IGN©
- SCOT : Schéma de Cohérence Territorial
- SETRA : Service d'Études sur les Transports, les Routes et leurs Aménagements
- SPOT THEMA : base de données vectorielles d'occupation des sols à l'échelle des agglomérations
- SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre
- SPF : Santé Publique France
- SRCAE : Schéma Régional Climat Air Énergie

## T

- TGAP : Taxe Générale sur les Activités Polluantes
- TMJA : Trafic Moyen Journalier Annualisé

## V

- VL : Véhicule Léger
- VTR : Valeur Toxicologique de Référence

## Z

- ZCR : Zone de Circulation Restreinte

# Bibliographie

---

## **Bibliographie**

[1] : Laura Perez, Christophe Declercq, et al., Chronic burden of near-roadway traffic pollution in 10 European cities (Aphekom network)., 2013

[2] : Santé Publique France, Impact de l'exposition chronique aux particules fines sur la mortalité en France continentale et analyse des gains de plusieurs scénarios de réduction de la pollution atmosphérique, Juin 2016

[3] : METL, MATT, Note méthodologique sur les études d'environnement dans les projets routiers « volet air », Juin 2001

[4] : METL, ADEME, Les études d'environnement dans les projets routiers « volet air ». Annexe technique à la note méthodologique sur les études d'environnement dans les projets routiers « volet air », Juin 2001

[5] : METATTM, MSSF, MEDD, Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières, Février 2005

[6] : MEEM, DGITM, Instruction du Gouvernement du 29 avril 2014 fixant les modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national ,

[7] : MEEM, DGITM, Instruction technique relative aux modalités d'élaboration des opérations d'investissement et de gestion sur le réseau routier national, modifiée le 16 septembre 2017

[8] : Premier Ministre, Circulaire relative à la concertation applicable aux projets de travaux, d'aménagements et d'ouvrages de l'État et des collectivités territoriales, 5 octobre 2004

[9] : CETU, Les guides- "Dossier pilote des tunnels, document n°5 : Environnement" juillet 2011 (document en cours d'actualisation),

[10] : MSS, Arrêté du 13 mars 2018 modifiant l'arrêté du 20 août 2014 relatif aux recommandations sanitaires en vue de prévenir les effets de la pollution de l'air sur la santé, pris en application de l'article R. 221-4 du code de l'environnement

[11] : Santé Publique France, Évaluation quantitative d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine en France : bilan des études locales et retours des parties prenantes, 2016

[12] : LCSQA, Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air , 2015

[13] : INERIS, Guide d'échantillonnage des plantes potagères dans le cadre des diagnostics environnementaux, 2007

[14] : Ministère de l'Équipement, Circulaire 97-110 du 12 décembre 1997 relative à la prise en compte du bruit dans la construction de routes nouvelles ou l'aménagement de routes existantes du réseau national,

- [15] : Cerema, DTecITM, Etude sur les parcs roulants routiers français - Inventaire, comparaison et impact sur les courbes d'émission, 2016
- [16] : IFSTTAR, Méthode d'estimation des parcs automobiles et de l'impact de mesures de restriction d'accès sur les émissions de polluants. Projet ZA-Parc, Septembre 2014 (révision octobre 2015)
- [17] : Michelot N., Carrega P., Rouil L., Panorama de la modélisation de la dispersion atmosphérique, Pollution atmosphérique -Numéro spécial -Mars 2015
- [18] : InVS, Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, Mai 2000
- [19] : INERIS, Evaluation des risques sanitaires dans les études d'impact des ICPE - substances chimiques, 2013
- [20] : INERIS, Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires. Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées, 2013
- [21] : DGPR-Bureau du sol et du sous-sol, Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués, Avril 2017
- [22] : HCSP, Evaluation des risques sanitaires dans les analyses de zone ; utilité, lignes méthodologiques et interprétation, 2010
- [23] : InVS, AFSSET, Estimation de l'impact sanitaire d'une pollution environnementale et évaluation quantitative des risques sanitaires. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2007
- [24] : ANSES, Sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières. Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective, Juillet 2012
- [25] : CERTU/CETE Lyon, Polluants à étudier dans le volet "air et santé" des études d'impact des infrastructures routières - Analyse de la liste des polluants proposés par l'ANSES sur la base de critères complémentaires techniques et opérationnels tels que la robustesse des données d'entrée, les conditions de mise en oeuvre, 2013
- [26] : Cerema, Rapport- Révision de la note méthodologique air et santé. Polluants à prendre en compte dans les ERS - Mise à jour du rapport de juin 2013, 2018
- [27] : ANSES, Note relative à une "demande d'appui scientifique et technique concernant le projet de révision de la note méthodologique de 2005 relative au volet "air et santé" des études d'impact des projets d'infrastructures routières", Juillet 2018
- [28] : DGS, Note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307, 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, du 31 octobre 2014
- [29] : InVS, Variables humaines d'exposition (VHE) disponibles en France pour les évaluations quantitatives des risques sanitaires (EQRS), 2013
- [30] : INERIS, Paramètres d'exposition de l'Homme du logiciel MODUL'ERS, 2015
- [31] : US-EPA, Exposure Factor Handbook, 2011
- [32] : Cour Administrative d'Appel de Nancy, Arrêt n°11NC01593 , du 7 février 2013
- [33] : MEEM, Instruction du Gouvernement du 16 juin 2014 relative à l'évaluation des projets de transport (NOR : DEVTT1407546J),

[34] : Commissariat général à la stratégie et à la prospective, L'évaluation socioéconomique des investissements publics. Rapport de la mission présidée par Emile Quinet, Septembre 2013

[35] : ADEME, Rapport "qualité de l'air et émissions polluantes des chantiers du BTP", 2017

[36] : CGDD, Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC, 2018

[37] : Conseil Général des Ponts et Chaussées, Etablissement du bilan des grands projets d'infrastructure prévu par l'article 14 de la loi d'orientation sur le transport intérieur (LOTI), Rapport du groupe de travail présidé par Bernard Seligman, septembre 2002, 150 p., rapport n° 2001-0183-01

[38] : MELT, Circulaire du 15 décembre 1992 relative à la conduite des grands projets nationaux d'infrastructures, 15 décembre 1992

[39] : SETRA, La pollution des sols et des végétaux à proximité des routes - Les éléments traces métalliques (ETM), décembre 2004