



AIRPARIF
Surveillance de la Qualité de l'Air
en Ile-de-France

BOUCLAGE DE L'A86 A L'OUEST :
CAHIER DES CHARGES
RELATIF A LA MISE EN ŒUVRE
D'UN OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR

Février 2005

Etude réalisée par :

AIRPARIF Surveillance de la Qualité de l'Air en Ile-de-France
Service Etudes

7, rue Crillon 75004 Paris – Tél. : 01.44.59.47.64 – Fax : 01.44.59.47.67 www.airparif.asso.fr

Pour :

COFIROUTE

6-10 rue Troyon 92316 Sèvres cedex – Tél. : 01.41.14.70.00 – Fax : 01.46.23.07.30

Sommaire

RESUME.....	5
AVANT PROPOS	9
1. INTRODUCTION.....	10
1.1 CONTEXTE	10
1.2 DEFINITION DES OBJECTIFS	10
2. CONCEPTION D'UNE REPONSE APPROPRIEE : ELEMENTS DE STRATEGIE	11
2.1 EVOLUTION EN ILE-DE-FRANCE.....	11
2.2 NOUVEAUX OUTILS DE SURVEILLANCE	12
2.2.1 <i>Les campagnes de mesure extensives</i>	12
2.2.2 <i>La modélisation</i>	13
3. SELECTION D'INDICATEURS DE POLLUTION	15
3.1 INTRODUCTION.....	15
3.2 PRINCIPAUX POLLUANTS ATMOSPHERIQUES EMIS PAR LES TRANSPORTS ROUTIERS	15
3.2.1. <i>Composés gazeux</i>	15
3.2.2. <i>Particules</i>	16
3.2.3. <i>Polluants secondaires</i>	17
3.3 REGLEMENTATION	17
3.3.1. <i>Directives européennes</i>	17
3.3.2. <i>Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)</i>	23
3.3.3. <i>Réglementation française</i>	23
3.4 DISCUSSIONS SUR LES INDICATEURS.....	26
3.4.1. <i>Les composés non retenus : le plomb et le dioxyde de soufre</i>	26
3.4.2. <i>Les composés suivis explicitement dans le cadre de l'observatoire</i>	27
a/ Le dioxyde d'azote (NO ₂)	27
b/ Les composés de la famille des Composés Organiques Volatils (COV).....	27
c/ Le monoxyde de carbone (CO).....	27
d/ Particules et composés particulaires.....	28
3.4.3. <i>Les composés complémentaires pris en compte</i>	28
a/ L'ozone (O ₃).....	28
b/ Le dioxyde de carbone (CO ₂)	28
4. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR.....	29
4.1 PRESENTATION DU PRINCIPE	29
4.2. ETUDE D'IMPACT PAR CAMPAGNES DE MESURE	30
4.2.1 <i>Présentation</i>	30
4.2.2 <i>Caractérisation de l'impact local</i>	30
a/ Objectifs et méthodes	30
b/ Délimitation du secteur d'étude et plan d'échantillonnage	32
c/ Définition des période et durée des mesures	33

Sommaire (suite)

4.2.3	Caractérisation d'impacts micro-locaux	33
a/	Identification des zones potentielles de retombée des rejets.....	33
a.1/	les hypothèses de calculs	34
a.2/	les données d'entrée.....	34
a.3/	les sorties générées.....	38
b/	Définition des secteurs d'étude.....	45
c/	Caractéristiques des campagnes de mesure	46
c.1/	Campagnes par tubes à diffusion passive	46
c.2/	Laboratoires mobiles.....	49
d/	Définition des périodes et durée des mesures	49
4.2.4	Exploitation des résultats.....	50
4.2.5	Modalités de mise en œuvre d'une campagne de mesure par tubes à diffusion passive	50
a/	Identification des sites de mesure.....	50
b/	Autorisation.....	50
c/	Détails logistiques.....	50
4.2.6	Modalités de mise en œuvre d'une campagne de mesure par laboratoire mobile	51
4.3	SURVEILLANCE PERMANENTE PAR MODELISATION EN TEMPS REEL	51
4.3.1	Principe de fonctionnement global du système de modélisation temps réel envisagé	51
a/	Estimation temps quasi réel du trafic dans le secteur d'étude	51
a.1/	Dès la mise en œuvre des ouvrages	53
a.2/	Au bout d'une année d'exploitation	53
b/	Estimation temps quasi réel des émissions du secteur d'étude	53
b.1/	Calcul des émissions linéiques dues au trafic sur les différentes voiries du secteur d'étude :	53
b.2/	Estimation temps quasi réel des flux de polluants émis au niveau des cheminées industrielles et des unités d'extraction d'air des tunnels :	54
b.3/	Estimation des émissions des sources surfaciques :	55
c/	Estimation temps quasi réel des concentrations en polluants sur le secteur d'étude	55
d/	Validation des développements.....	55
e/	Synthèse	56
4.3.2	Transmission des résultats à Cofiroute.....	56
5.	MISE EN ŒUVRE DE L'OBSERVATOIRE DE LA QUALITE DE L'AIR	57
5.1	CALENDRIER DES TRAVAUX DU PROJET DE BOUCLAGE DE L'A86	57
5.2	PLANNING DES CAMPAGNES DE MESURE.....	57
5.2.1	Principe du planning	57
a/	Relative à l'évaluation de l'impact des ouvrages à venir	57
b/	Relative à la validation de l'observatoire à long terme	58
5.2.2	Choix des dates de réalisation.....	58
5.2.3	Résultats fournis.....	58
5.3	MISE EN ŒUVRE DE LA MODELISATION NUMERIQUE.....	58
5.3.1	Phase de conception et de développement	58
a/	Développement du système de modélisation.....	58
b/	Conception et développement de la plate-forme de présentation	60

Sommaire (suite)

5.3.2 Date de mise en service de l'observatoire par modélisation.....	60
5.3.3 Validation et actualisation du système de modélisation.....	61
a/ Suite aux campagnes de mesure ponctuelles.....	61
b/ Suite à la remise à jour du modèle de trafic.....	61
5.3.4 Résultats fournis.....	61
a/ Rapports techniques de validation.....	61
b/ Plate-forme de présentation en temps quasi réel.....	61
c/ Rapports d'observation annuels de la qualité de l'air.....	62
5.4 RAPPORTS REALISES DANS LE CADRE DU PROGRAMME DE TRAVAUX.....	62
ANNEXE 1	63
ANNEXE 2	64

Résumé

Contexte et objectifs

Une partie des engagements de l'Etat, qui accompagnent la déclaration d'utilité publique des travaux de construction du bouclage de l'A86 à l'Ouest de Paris, constitue un ensemble de mesures proposées en faveur de l'environnement. Selon ces engagements, Cofiroute, concessionnaire de l'autoroute A86, est tenue, dans la limite de ses attributions, de mettre en œuvre un observatoire de la qualité de l'air au voisinage des nouvelles infrastructures prévues dans le cadre du bouclage de l'A86 Ouest ; à savoir deux tunnels routiers permettant de relier Rueil-Malmaison (RN13) et, d'une part, Versailles-Pont Colbert (RN286) par le tunnel « Est », et d'autre part, Bailly (A12) par le tunnel « Ouest ». Cofiroute a demandé à AIRPARIF, l'organisme agréé en Ile-de-France pour le suivi de la qualité de l'air, de réaliser un cahier des charges décrivant la conception et les principes méthodologiques liés à la mise en œuvre d'un tel observatoire de la qualité de l'air.

A la vue des préconisations de l'Etat, trois objectifs distincts se détachent pour l'observatoire :

1. Evaluer l'impact de la mise en œuvre des ouvrages sur la qualité de l'air,
2. Assurer une surveillance permanente de la qualité de l'air dans le secteur des ouvrages à partir du moment de leur mise en service,
3. Générer une information régulière et accessible au public sur la qualité de l'air dans l'environnement des nouvelles infrastructures.

Les outils de surveillance

Les outils et méthodes qu'AIRPARIF propose de mettre en œuvre afin d'atteindre ces objectifs, font recours aux meilleures techniques de surveillance actuellement disponibles en s'appuyant sur l'expérience acquise d'AIRPARIF. Ainsi l'observatoire de la qualité de l'air sera fondé sur une association de campagnes de mesure ponctuelles extensives et des outils pérennes de modélisation numérique. Ces outils de modélisation sont indissociables des observations in situ qui sont entre autres utilisées pour valider et fiabiliser les résultats produits.

Les **campagnes de mesure extensives** consistent à mettre en place un nombre important de tubes à diffusion passive (appelés également échantillonneurs passifs) au sein du secteur d'étude selon un plan d'échantillonnage construit en fonction des objectifs de l'étude. Lors de l'exposition des tubes à l'air ambiant, les polluants viennent se fixer sur un support imprégné d'une substance chimique. A l'issue de la période d'exposition de deux semaines, les tubes sont retirés et analysés en laboratoire afin d'obtenir une concentration moyenne en polluant, qui correspond à la période d'exposition. L'atout majeur de cette technique de surveillance est de permettre la description spatiale précise de la pollution atmosphérique. Par contre, les variations temporelles fines, à l'échelle de l'heure, ne peuvent être caractérisées par cette technique de mesure. Pour cette raison, les campagnes extensives de surveillance incluent également des mesures à l'aide des laboratoires mobiles. Les laboratoires mobiles présentent des fonctionnalités techniques identiques à celles de stations permanentes du réseau fixe d'AIRPARIF, permettant ainsi d'appréhender l'évolution horaire des concentrations de polluants. La complémentarité des mesures par tubes à diffusion passive et par laboratoires mobiles permet de caractériser dans le temps et dans l'espace la qualité de l'air au sein du secteur d'étude et durant la période de mesure.

D'une façon générale, un système de **modélisation numérique** est un outil fondé sur la résolution d'équations physico-chimiques décrivant les processus de dispersion, de diffusion et de transformation des polluants dans l'atmosphère et qui permet ainsi d'évaluer les concentrations des polluants atmosphériques. La mise en œuvre d'un système de modélisation nécessite de disposer des données météorologiques et des informations relatives aux émissions (identifications des sources de pollution, composition des émissions, répartition spatiale, rythme d'émission,...). S'agissant de données météorologiques, le partenariat entre AIRPARIF et Météo-France assure une mise à disposition des mesures de paramètres météorologiques sur l'ensemble des stations météorologiques d'Ile-de-France, mais également des sorties du système de prévision numérique opérationnel Arpège de Météo-France. Concernant les émissions, AIRPARIF dispose d'un cadastre des émissions surfaciques (activités

tertiaires et domestiques, émissions biogéniques) et des grandes sources ponctuelles (cheminées industrielles, incinérateurs...) sur un domaine englobant l'ensemble de l'Ile-de-France. La connaissance des émissions liées aux transports routiers sont assurées par un traitement des informations obtenues via une collaboration avec la Direction Régionale de l'Équipement (DREIF) et les services de la Voirie de la Ville de Paris qui met à disposition des données de trafic en temps réel. À partir de ces données de trafic et d'un ensemble d'informations liées aux caractéristiques du parc roulant francilien, les émissions du trafic routier sont générées heure par heure en temps quasi réel par AIRPARIF sur 39 000 brins du réseau routier d'Ile-de-France. Les émissions spécifiques des extracteurs associés aux tunnels seront établies en temps réel à partir des mesures de la qualité de l'air effectuées par Cofiroute dans les tunnels et les régimes de fonctionnement des ventilateurs. Des mesures ponctuelles d'émissions dans les cheminées, réalisées par AIRPARIF, permettront de valider la pertinence de cette chaîne de calcul d'émission.

AIRPARIF dispose actuellement de plusieurs outils de modélisation, dont chacune est spécifique à une problématique donnée, que cela soit la caractérisation de l'ambiance générale de la qualité de l'air, des niveaux de pollution à proximité des axes routiers ou encore l'impact des sources ponctuelles comme les cheminées industrielles. C'est l'imbrication de ces différents types de modélisation, mise en œuvre en temps réel, qui permettra de fournir l'image complète en temps réel de la qualité de l'air au voisinage des infrastructures du projet de bouclage de l'A86 Ouest.

Enfin, il est important de préciser que tout exercice de modélisation n'est utilisable qu'à l'issue d'un travail de validation. Ce type d'outil, s'il permet de répondre à de réelles préoccupations, ne peut être utilisé seul. Il est nécessaire de le coupler à une approche de surveillance basée sur la mesure dans l'environnement (stations fixes ou campagnes de mesure extensives) afin de le fiabiliser en assurant un lien précis avec les observations conduites. C'est ce type d'approche qui est retenue dans le cadre de la mise en œuvre de l'observatoire de la qualité de l'air dont il est question ici.

Les polluants atmosphériques suivis

L'observatoire de la qualité de l'air suivra les indicateurs de pollution atmosphérique liés aux transports routiers, indicateurs réglementés pour leurs effets sanitaires et suivis par ailleurs en continu sur le dispositif permanent d'observation d'AIRPARIF. Le **dioxyde d'azote** (NO₂) est un indicateur classique de la pollution issue des moteurs thermiques et donc du trafic routier. En outre, la pollution au dioxyde d'azote reste un phénomène chronique avéré et une préoccupation majeure en Ile-de-France en situation de fond et à proximité du trafic routier. Le **benzène** est, à l'heure actuelle, le seul composé organique volatil réglementé au niveau national et européen pour ses effets sur la santé. Ce composé est essentiellement émis par les véhicules essence, de par les imbrûlés produits à la sortie de l'échappement et de par les phénomènes d'évaporation au niveau des différents organes du véhicule (réservoir, carburateur...). Le **monoxyde de carbone** (CO) est un indicateur classique de la pollution liée au trafic, mesuré quasi exclusivement à proximité des voies de circulation car les niveaux de ce polluant décroissent très rapidement avec la distance à la source. Il est essentiellement émis en phase de combustion incomplète typiquement rencontrée lorsque les moteurs fonctionnent à bas régime ou au ralenti. De par leurs niveaux actuels, notamment en proximité du trafic routier, les **particules fines** (de diamètre moyen aérodynamique inférieur à 10µm) PM10 seront également suivies par l'observatoire de la qualité de l'air. Les émissions routières des PM10, liées entre autres aux véhicules diesels, peuvent localement doubler les niveaux par rapport à la pollution de fond.

L'ozone n'est pas directement émis par le trafic routier. Formé classiquement en période estivale à partir des émissions d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils, en situation éloignée des sources de ces polluants, l'ozone présente un comportement spatial reflétant des phénomènes de pollution à grande échelle. Il n'est donc pas pertinent de mesurer spécifiquement les niveaux d'ozone à proximité des sources d'émissions du projet de bouclage de l'A86. Ce composé, dont les niveaux restent préoccupants à l'échelle de la région Ile-de-France, fera néanmoins l'objet d'un suivi plus général dans le cadre de l'observatoire, à l'aide notamment des outils de modélisation.

Parmi les autres polluants atmosphériques, on peut choisir de ne pas retenir les composés pour lesquels on sait avec certitude qu'ils sont à des niveaux bien inférieurs aux seuils réglementés. C'est en particulier le cas du plomb et du dioxyde de soufre (SO₂). Depuis l'utilisation à grande échelle de l'essence sans plomb et l'augmentation progressive du parc catalysé, les niveaux de plomb relevés sur

les sites de proximité parisiens ont très fortement diminué pour rester largement en-deçà des seuils réglementés. De même la baisse historique du taux de soufre dans les carburants routiers fait que les niveaux de SO₂ observés sur les axes de circulation les plus chargés en agglomération parisienne ne sont supérieurs que de quelques microgrammes par mètre cube à ceux rencontrés en situation éloignée du trafic. Ni le plomb ni le dioxyde de soufre ne sont donc pas aujourd'hui des indicateurs pertinents de la pollution du trafic routier.

Le fonctionnement quotidien de l'observatoire

Dans le cadre de l'observatoire de la qualité de l'air, une surveillance permanente de la qualité de l'air en temps réel par modélisation numérique sera, dans la mesure de possible, disponible dès l'ouverture du premier tronçon du projet de bouclage. Par temps quasi réel on entend un différé de l'ordre de quelques heures par rapport à l'observation du trafic dans le secteur. La mise en œuvre de ce type de surveillance par modélisation est aujourd'hui disponible grâce à l'intégration des descriptions fines des données d'émissions (et plus particulièrement du trafic local) et des paramètres météorologiques. Cette surveillance particulière permettra de disposer d'une évaluation temps quasi réel cartographiée et donc en tout point du secteur surveillé, de la qualité de l'air sur l'ensemble du secteur et plus particulièrement aux abords des infrastructures. L'observatoire par modélisation prendra nécessairement en compte la mise en service successive de trois tronçons de tunnels qui composent le projet de bouclage et donc l'ensemble des modifications du trafic routier engendré par ce projet.

L'information sur la qualité de l'air provenant des outils de modélisation sera mise à disposition du public et des autorités en temps quasi réel via une plate-forme de consultation notamment sur le site Internet d'AIRPARIF. Ainsi, il serait possible de consulter, heure par heure, les cartographies des niveaux de pollution sur l'ensemble du domaine et les cartographies des indicateurs pertinents relatifs aux zones de dépassement des valeurs réglementaires. Ces informations fournies au quotidien en temps quasi réel seront également présentées annuellement sous forme de rapport synthétique. Le rapport de l'observatoire présentera la caractérisation de l'état de la qualité de l'air au voisinage des infrastructures au cours de l'année. Il portera une attention particulière sur le positionnement des niveaux des polluants réglementés sur le domaine d'étude en regard des normes de qualité de l'air françaises et sur l'impact spécifique éventuel imputable au fonctionnement des unités d'extraction d'air.

Mais un tel dispositif de surveillance ne pourra rentrer en exploitation quotidienne qu'après une phase de validation des résultats. Cette validation sera effectuée par comparaison des résultats obtenus par modélisation avec les données mesurées lors des campagnes de mesure extensives.

Les campagnes de mesure extensives

La première campagne de mesure, réalisée **avant l'ouverture du premier tronçon des infrastructures**, a deux objectifs. Premièrement cette campagne fournira une base de données importante pour valider les résultats de la modélisation numérique. Deuxièmement, réalisée à « **l'état initial** », elle permettra de qualifier et de quantifier les niveaux de pollution rencontrés sur le domaine d'étude, avant la mise en service des tunnels. Dans la mesure où l'état initial établit une référence relative à l'état de la qualité de l'air, il se doit d'être réalisé « au plus proche » de l'ouverture des tunnels, afin notamment que cet état de référence ne soit pas biaisé par l'évolution au fil de l'eau du trafic dans le périmètre d'étude concerné. Dans le cadre général actuel où, depuis plus de 5 ans, les émissions d'oxydes d'azotes dus au trafic routier tendent à diminuer, il ne sera pas représentatif d'établir l'état initial de la qualité de l'air à une échéance trop avancée par rapport à l'ouverture du premier tronçon. Enfin, les période et durée des mesures de la campagne sont définies de façon à caractériser l'impact local sur la pollution de fond pour des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants et à s'affranchir de la variabilité existante des observations météorologiques. Ainsi, la campagne de mesure sera menée en **période hivernale pendant 6 semaines consécutives de mesure**. Pour mémoire on rappellera que, historiquement, les émissions de polluants atmosphériques urbains sont plus élevées en hiver qu'en période estivale. De même, les conditions météorologiques hivernales sont généralement moins favorables à la dispersion des émissions que celles rencontrées en période estivale.

La campagne de mesure est dimensionnée afin d'intégrer deux échelles de travail pour établir l'état de la qualité de l'air. D'une part, une **vue d'ensemble de la qualité de l'air** sera établie sur un large secteur qui comprend l'ensemble des aménagements prévus. Elle se justifie par le fait que la mise en service des deux tunnels prévus peut vraisemblablement modifier la configuration du trafic routier à l'Ouest de Paris, et donc potentiellement impliquer une évolution de la pollution de fond sur le secteur concerné. Pour mener à bien cette caractérisation d'ensemble, il est proposé de mettre en œuvre environ 50 sites de mesure provisoires à l'aide des tubes à diffusion passive repartis d'une façon homogène sur un domaine d'environ 200km² centré sur l'ensemble des infrastructures prévues. D'autre part, **une documentation fine des niveaux de pollution observés dans l'environnement immédiat des unités d'extraction** sera réalisée à l'aide d'un renforcement de la densité des sites aux plus près des extracteurs afin de permettre la quantification de leur impact sur l'environnement. Ainsi, 25 sites de mesure supplémentaires, dont deux laboratoires mobiles, seront mis en œuvre dans un rayon d'environ 1km autour de chaque extracteur, secteur correspondant à la zone d'impact potentiel des émissions des extracteurs. Pour des raisons de comparaison, l'ensemble des sites de mesure respectera les critères nationaux de surveillance édictés par l'ADEME et le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable afin de surveiller la pollution non directement influencée par de différentes sources locales d'émissions hormis les unités d'extraction du projet de bouclage.

L'ensemble des sites de mesure est instrumenté à l'aide des tubes à diffusion passive pour mesurer le dioxyde d'azote et le benzène, composés pouvant être suivis à l'aide de cette technique de mesure. En complément, les laboratoires mobiles, permettant un suivi horaire de la qualité de l'air pour les oxydes d'azotes, le monoxyde de carbone et les particules fines PM10, seront installés au voisinage de chacun des extracteurs, et notamment dans la zone d'impact potentiel maximum, de façon à permettre d'évaluer précisément l'influence de l'extracteur sur la qualité de l'air.

Après la mise en service du premier tronçon, il est proposé de réaliser **une deuxième campagne de mesure à « l'état final »**. Afin d'observer les niveaux de pollution atmosphérique représentatifs, cette campagne sera réalisée environ un an après l'ouverture du tronçon en question de façon à atteindre un nouvel état de référence stabilisé en terme notamment du trafic routier dans le domaine d'étude. Ainsi, l'analyse comparée des résultats obtenus lors de l'état initial et final, permettra d'identifier et de quantifier l'impact sur la qualité de l'air de la mise en service du premier tronçon. Pour des raisons de cohérences, l'état final est réalisé strictement selon les mêmes modalités que celles retenues pour l'état initial : les mêmes période et durée de campagne de mesure, la même implantation de sites de mesure, les mêmes polluants. Rappelons que cette deuxième campagne servira également à revalider et actualiser les résultats de la modélisation numérique notamment au plus près des unités d'extraction associées au tronçon.

Cette démarche, fondée sur deux campagnes de mesure, à l'état initial et à l'état final, sera répétée pour chacun des trois tronçons du projet de bouclage lorsqu'ils seront progressivement mis en service. L'état initial sera réalisé pendant la période hivernale précédente la mise en service d'un tronçon particulier et l'état final en période hivernale environ un an après l'ouverture du tronçon. Pour chacune des campagnes de mesure, seront réalisés la caractérisation de la qualité de l'air de fond sur l'ensemble du domaine d'étude ainsi que le suivi de la pollution atmosphérique au plus près des unités d'extraction qui fonctionnent ou qui fonctionneront suite à l'ouverture du tronçon considéré. Hormis la caractérisation de l'état de la qualité de l'air, et l'évaluation de l'impact pour les états finaux, les données provenant de chacune des campagnes de mesure seront utilisées pour actualiser et affiner les résultats issus de la modélisation numérique.

Un rapport d'étude sera réalisée suite à chacune des campagnes de mesure et mis à disposition du public. Ce rapport présentera l'analyse et l'interprétation de l'ensemble des mesures effectuées lors de la campagne.

Avant Propos

Ce document, établi par Airparif à la demande de Cofiroute, présente la méthodologie de mise en œuvre d'un observatoire de la qualité de l'air dans le cadre du projet de mise en service de nouvelles infrastructures routières liées au projet de bouclage de l'A86 à l'Ouest de Paris.

Les informations relatives aux futures infrastructures, nécessaires à la mise en œuvre de certains des exercices qui sont présentés dans ce document, ont été fournies par Cofiroute.

Un projet de cahier des charges initial, produit en novembre 2002, a fait l'objet d'amendements après sa soumission à Cofiroute et sa présentation au cours de différentes réunions publiques. Différentes hypothèses notamment relatives à la prévision et au suivi des émissions, et à la description du trafic ont également été consolidées après concertation avec les services techniques concernés.

Une deuxième version du cahier des charges, produit en septembre 2003, a été soumis au processus de validation par les services de l'Etat concernés conformément à la déclaration d'utilité publique du projet. Ce processus a permis d'améliorer le document dans son ensemble en apportant des éléments de réponse techniques notamment quant à la pertinence et au fonctionnement de l'observatoire de la qualité de l'air.

Le présent document, qui prend en compte l'ensemble des remarques et commentaires élaborés par les services de l'Etat, peut donc être considéré définitif.

1. Introduction

1.1 Contexte

L'autoroute A86 est la seconde rocade d'Ile-de-France, située à environ 10 km du boulevard périphérique parisien. La déclaration d'utilité publique des travaux de construction de l'autoroute A86 entre d'une part Rueil-Malmaison (RN13) et Versailles-Pont Colbert (RN286) et d'autre part entre Rueil-Malmaison (RN13) et Bailly (A12) permet de réaliser le maillon manquant de l'A86 à l'Ouest de Paris.

Ce « maillon » est constitué de deux ouvrages réalisés en quasi totalité en tunnel foré :

- un tunnel « Est » réservé aux voitures, de 10 km de long environ, entre Rueil-Malmaison et Versailles-Pont Colbert,
- un tunnel « Ouest » accessible à tous les véhicules, de 7.5 km de long environ, entre Rueil-Malmaison et Bailly.

Chacun de ces deux tunnels présente différents raccordements aux voies rapides de surface auxquels sont associées des unités de ventilation.

Le décret déclarant d'utilité publique l'ensemble de ces travaux a été signé puis publié au Journal Officiel en décembre 1995. Consécutivement, des engagements supplémentaires ont été pris par l'Etat. Ces engagements, qui accompagnent la déclaration d'utilité publique des travaux de construction du bouclage de l'A86 Ouest, constituent notamment un ensemble de mesures proposées en faveur de l'environnement dans le cadre de l'étude d'impact.

Au titre des engagements de l'Etat, la mise en œuvre d'un observatoire de la qualité de l'air au voisinage des tunnels est prévue. Il est notamment stipulé que cet observatoire « *permettra de vérifier le respect de la réglementation et d'évaluer l'impact de la mise en œuvre des ouvrages. Des points de mesure seront implantés, d'une part à proximité d'installations de ventilation du tunnel afin d'apprécier l'impact local et, d'autre part, en des points éloignés des zones de circulation automobile afin de mesurer l'effet global sur la « pollution de fond ». Les stations seront mises en œuvre dès le début des travaux afin de disposer d'une période de référence suffisamment longue avant la mise en service de l'ouvrage, et resteront en service pendant toute la durée de l'exploitation. Le suivi de ces mesures sera effectué par un organisme indépendant de l'exploitant agréé par le ministère de l'environnement. Ces mesures seront régulièrement publiées* ».

Cofiroute, la Compagnie financière et Industrielle des Autoroutes, est concessionnaire de l'autoroute A86 et des sections nouvelles présentées ci-dessus, qui constituent le projet de bouclage de l'A86 à l'Ouest de Paris. A ce titre, elle est tenue, dans la limite de ses attributions, de réaliser les engagements de l'Etat [source : "les engagements de l'état, mesures en faveur de l'insertion du projet" – janvier 1996].

Au vu de ces différentes considérations, Cofiroute a demandé à Airparif, l'organisme agréé en Ile-de-France pour le suivi de la qualité de l'air, de réaliser un cahier des charges décrivant la conception et les principes méthodologiques liés à la mise en œuvre d'un observatoire de la qualité de l'air tel que décrit ci-dessus.

L'ensemble des éléments justificatifs et descriptifs de cet outil de surveillance fait l'objet du présent document.

1.2 Définition des objectifs

Au vu des préconisations de l'Etat citées ci-dessus et relatives au suivi de la qualité de l'air au niveau des futurs ouvrages, trois objectifs distincts se détachent :

1. Evaluer l'impact de la mise en œuvre des ouvrages sur la qualité de l'air,
2. Assurer une surveillance permanente de la qualité de l'air dans le secteur des ouvrages à partir du moment de leur mise en service,
3. Générer une information régulière et accessible au public sur la qualité de l'air dans l'environnement des nouvelles infrastructures.

Les chapitres qui suivent présentent et justifient les outils et méthodes qu'Airparif propose de mettre en œuvre afin de les atteindre, en recourant aux meilleures techniques de surveillance disponibles et en s'appuyant sur l'expérience acquise.

2. Conception d'une réponse appropriée : éléments de stratégie

2.1 Evolution en Ile-de-France

Depuis le début des années 80, Airparif, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France, se structure de façon à répondre aux enjeux actuels et à venir liés aux phénomènes de pollution atmosphérique.

Au cours de ces 20 dernières années les objectifs de surveillance n'ont cessé d'évoluer :

✓ Parallèlement au développement d'une surveillance urbaine, les toutes premières préoccupations ont principalement concerné la surveillance des principaux sites industriels à l'aide de stations situées sous les panaches des cheminées. Progressivement, ces sites ont été amenés à disparaître, en particulier du fait d'un problème de représentativité des niveaux de pollution alors relevés. Du fait de conditions météorologiques variables et plus particulièrement de la variabilité des paramètres dispersifs (vitesse et direction des vents) les mesures relevées par ces stations, alternativement influencées ou non par les rejets des cheminées, ne permettaient pas de caractériser l'impact des sites industriels sur la qualité de l'air environnant.

✓ La stratégie de surveillance a ensuite évolué vers la caractérisation de différentes « ambiances » de pollution à l'échelle de la région :

- La pollution de fond mesurée par des stations situées hors influence directe de toute source de pollution (trafic routier, sites industriels...). Ce type de stations caractérise l'exposition inévitable de la population ;
- La pollution de proximité mesurée par des stations placées sous l'influence directe et dominante d'une source de pollution. Les stations trafic par exemple, placées à quelques mètres des axes de circulation, permettent d'apprécier ce que respirent les piétons sur un trottoir, les cyclistes ou les automobilistes dans le flux de circulation.

✓ Depuis la fin des années 90, la stratégie de surveillance mise en œuvre doit de plus en plus répondre à des demandes particulières de caractérisation de la qualité de l'air (caractérisation de la qualité de l'air à l'échelle interrégionale couvrant le Nord de la France, programme d'étude au voisinage des grandes plates-formes aéroportuaires franciliennes, étude d'impact des émissions diesel au voisinage de la gare de l'Est,...).

Si les stations fixes de mesure permettent de répondre à certains objectifs de surveillance, en revanche, les nouvelles préoccupations et objectifs associés doivent désormais faire appel à de nouveaux outils de surveillance pour être satisfaits. C'est parce qu'il est désormais nécessaire de caractériser la qualité de l'air au fil du temps et en tout point de l'espace, pour n'importe quelle taille de domaine d'étude (depuis l'échelle du quartier de ville à celle d'un ensemble de régions) mais aussi pour des échelles temporelles fines (heure par heure) et en temps réel, que le réseau de surveillance francilien développe, valide et met en œuvre des outils adaptés telles les campagnes de mesure extensives et des méthodes de modélisation numérique des niveaux de pollution.

Le développement d'outils modernes de surveillance résulte également d'une demande de plus en plus marquée relative à une capacité d'expertise : il s'agit non plus seulement de décrire les émissions et l'état de la qualité de l'air, mais aussi d'identifier a priori l'impact de telle ou telle mesure ou la responsabilité d'un émetteur particulier quant aux niveaux de pollution atmosphérique.

La nécessité de caractériser au mieux l'exposition des cibles sensibles à la pollution atmosphérique (population, végétation, bâti) est en fait le véritable moteur de ces évolutions structurelles et méthodologiques de la surveillance de la qualité de l'air, nécessité d'ailleurs très largement relayée par la grande sensibilité des franciliens à la qualité de l'air.

Les problématiques actuelles en lien avec la qualité de l'air posent des enjeux qui vont au-delà de la simple mesure ponctuelle. Une surveillance appropriée doit désormais pouvoir être exploitée a posteriori afin de connaître les conséquences environnementales, sanitaires, économiques voir culturelles induites par la pollution atmosphérique.

L'existence du réseau régional de surveillance composé d'un ensemble cohérent et pérenne de stations fixes de mesure en continue n'est pas remise en cause. Tout d'abord, il constitue la base de

la surveillance permanente quotidienne dont la pertinence et la qualité sont assurées au regard de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. Par ailleurs, il permet également d'apprécier l'évolution de la qualité de l'air en Ile-de-France sur le long terme. Enfin, si la mise en œuvre de nouveaux outils s'avère nécessaire, ces derniers ne peuvent en aucun cas remplacer les mesures permanentes et continues. Au contraire, les outils de modélisation sont indissociables des observations in situ qui sont utilisées pour valider et fiabiliser les résultats produits.

2.2 Nouveaux outils de surveillance

2.2.1 Les campagnes de mesure extensives

Cette méthode de surveillance de la qualité de l'air consiste à mettre en place un nombre important d'échantillonneurs passifs au sein d'un secteur d'étude défini. La répartition des échantillonneurs dans l'espace respecte un plan d'échantillonnage préalablement construit. Le plus souvent, le plan d'échantillonnage consiste en un maillage qui peut être régulier ou non, et dont le dimensionnement dépend de la problématique posée. Les secteurs d'études peuvent aller du quartier jusqu'à des domaines beaucoup plus vastes, de l'ordre de plusieurs centaines de kilomètres carrés.

Les échantillonneurs passifs, peu encombrants et de mise en œuvre simple, se présentent sous forme de tubes dans lesquels se trouve un support adsorbant imprégné d'une substance chimique. Lors de l'exposition des tubes à l'air ambiant, les polluants viennent se fixer sur la substance chimique, à la surface des supports adsorbants par simple diffusion passive. Il existe différents types de tube à diffusion passive en fonction des polluants. A l'issue de la période d'exposition, les échantillonneurs sont retirés et les supports adsorbants qu'ils contiennent sont extraits pour être analysés en laboratoire. Les analyses produisent in fine une concentration moyenne en polluant, qui correspond à la période d'exposition des échantillonneurs dans l'environnement. Classiquement, les durées d'exposition d'échantillonneurs passifs (ou tubes à diffusion) vont de 7 à 14 jours consécutifs.

La réalisation de telles campagnes permet à un coût moindre que celui d'une station de mesure automatique de caractériser les niveaux de pollution atmosphérique sur l'ensemble d'un secteur donné. L'atout majeur de cette technique de surveillance est de permettre la description spatiale fine de la pollution atmosphérique. Par contre, les variations temporelles fines, à l'échelle de l'heure, ne peuvent être caractérisées par cette technique de mesure. Pour cette raison, les campagnes extensives de mesure associent généralement deux types d'équipement : les échantillonneurs passifs et les laboratoires mobiles. Les laboratoires mobiles présentent des fonctionnalités de mesure identiques à celles de stations de mesure fixes automatiques, permettant ainsi d'appréhender l'évolution horaire des concentrations de polluants. Couplée à la technique de mesure par échantillonneurs passifs, la mise en œuvre de laboratoires mobiles permet de caractériser dans le temps et dans l'espace la qualité de l'air au sein d'un secteur d'étude donné et durant une période définie.

Ces dernières années, Airparif a mis en œuvre différentes études par campagnes de mesure extensives. Ces études ont notamment permis de mieux comprendre les phénomènes de pollution de grande échelle, mais aussi le comportement des polluants à des échelles beaucoup plus fines.

En 2000, une campagne extensive de mesure du dioxyde d'azote et de l'ozone menée sur le Nord de la France en partenariat avec les réseaux voisins, a permis d'améliorer les connaissances relatives à ces deux polluants à l'échelle interrégionale.

En 2001, avec trois autres capitales européennes (Rome, Dublin et Madrid) en liaison avec le laboratoire de la Commission Européenne et la Fondation italienne S. Maugeri, Airparif a participé au programme de recherche européen « LIFE Resolution », destiné à préciser la répartition dans l'espace de deux polluants, le dioxyde d'azote et le benzène. Pour ce qui concerne l'Ile-de-France, un domaine d'étude centré sur le cœur dense de l'agglomération a été identifié. Dans ce secteur, des points de mesure ont été mis en œuvre tous les 2 km. Au total 314 sites de mesure temporaires ont été instrumentés de tubes à diffusion passive notamment grâce au soutien de 120 communes.

Enfin, de 2001 à 2003, Airparif a mené, en recourant à la même technique, un programme d'étude relatif à la caractérisation de l'impact des plates-formes aéroportuaires franciliennes sur la qualité de l'air. A cette fin, plusieurs campagnes extensives impliquant l'ensemble des communes situées dans un rayon de 5 km autour des plates-formes ont été mises en œuvre conduisant à l'implantation de près de 150 points de mesure.

Airparif dispose désormais d'une expérience forte quant à la réalisation de cartographie fine de la pollution atmosphérique par la mise en œuvre de campagnes extensives de surveillance au moyen de préleveurs passifs. Cet outil de surveillance qui tend à se développer au sein des différents réseaux français de surveillance de la qualité de l'air convient particulièrement dans le cadre d'études d'impact.

2.2.2 La modélisation

D'une façon générale, un système de modélisation est un outil fondé sur la résolution d'équations physico-chimiques décrivant les processus de dispersion, de diffusion et de transformation des polluants dans l'atmosphère et qui permet ainsi de décrire les concentrations des polluants atmosphériques par la "simple" connaissance de leurs émissions et des conditions météorologiques.

La mise en œuvre d'un modèle nécessite la réunion d'un nombre important de données : il est en effet nécessaire de disposer de données topographiques et d'occupation des sols, de données météorologiques, d'informations relatives aux émissions (identifications des sources de pollution, composition des émissions, répartition spatiale, rythme d'émission,...) et de données de pollution atmosphérique.

Les besoins en données d'entrée étant définis, la précision tant spatiale que temporelle des résultats de modélisation est fonction du degré de précision de ces mêmes données d'entrée.

Depuis quelques années déjà en Ile-de-France, un soin particulier est apporté à l'acquisition et au développement d'outils de description fine des données nécessaires pour alimenter les modules de simulation numérique dont on dispose :

- ✓ Données topographiques et d'occupation des sols ;

- ✓ Données météorologiques : l'existence d'un partenariat avec Météo-France assure le réseau de surveillance d'une mise à disposition des mesures de paramètres météorologiques sur l'ensemble des stations météorologiques d'Ile-de-France, mais également des valeurs brutes issues des sorties analysées et prévues du système de prévision numérique opérationnel Arpège de Météo-France.

- ✓ Emissions : Airparif dispose d'un cadastre des émissions surfaciques (activités tertiaires et domestiques, émissions biogéniques) et des grandes sources ponctuelles (cheminées industrielles, incinérateurs...) qui concerne un domaine 300 x 300 km pour une résolution de 3 km englobant l'ensemble de l'Ile-de-France. En outre, en ce qui concerne les émissions liées aux transports routiers, dans le cadre du projet européen « Heaven » auquel Airparif a été confronté, il existe une collaboration avec la Direction Régionale de l'Équipement (DREIF) et les services de la Voirie de la Ville de Paris qui met à disposition des données de trafic en temps réel (pour environ 39 000 brins soit 90% du réseau routier d'Ile-de-France). La mise en œuvre d'un outil développé en interne permet désormais à partir de ces données de trafic et d'un ensemble d'informations liées au parc roulant francilien ainsi qu'à un certain nombre de caractéristiques des véhicules, de générer heure par heure un inventaire des émissions du trafic en temps quasi réel (une heure après la fourniture des données de trafic temps réel).

- ✓ Données de pollution atmosphérique : Airparif dispose d'un outil de modélisation appelé Pollux qui permet, à partir d'un pré-traitement de données météorologiques, d'un calcul original des concentrations d'ozone de fond et d'un cadastre d'émissions adapté à la situation locale, de fournir heure par heure, les concentrations en ozone et en oxydes d'azote à l'échelle de la région. Pour aller encore plus loin en terme de description, Airparif met également en œuvre une méthode d'assimilation de données qui permet de coupler des évaluations issues du modèle Pollux et des données de qualité de l'air mesurées par le dispositif de surveillance afin d'accéder à une description exhaustive de la qualité de l'air à l'échelle régionale. Ce type d'informations est d'un tout intérêt particulier dans le cadre d'étude à l'échelle de petits domaines, de l'ordre de quelques dizaines de kilomètres carrés par exemple.

Enfin, il est important de préciser que tout exercice de modélisation n'est utilisable qu'à l'issue d'un travail de validation. Ce type d'outil, s'il permet de répondre à de nouvelles préoccupations, ne peut être utilisé seul. Il est nécessaire de le coupler à une approche de surveillance basée sur la mesure dans l'environnement (stations fixes ou campagnes de mesure) afin de le fiabiliser en assurant un lien précis avec les observations conduites.

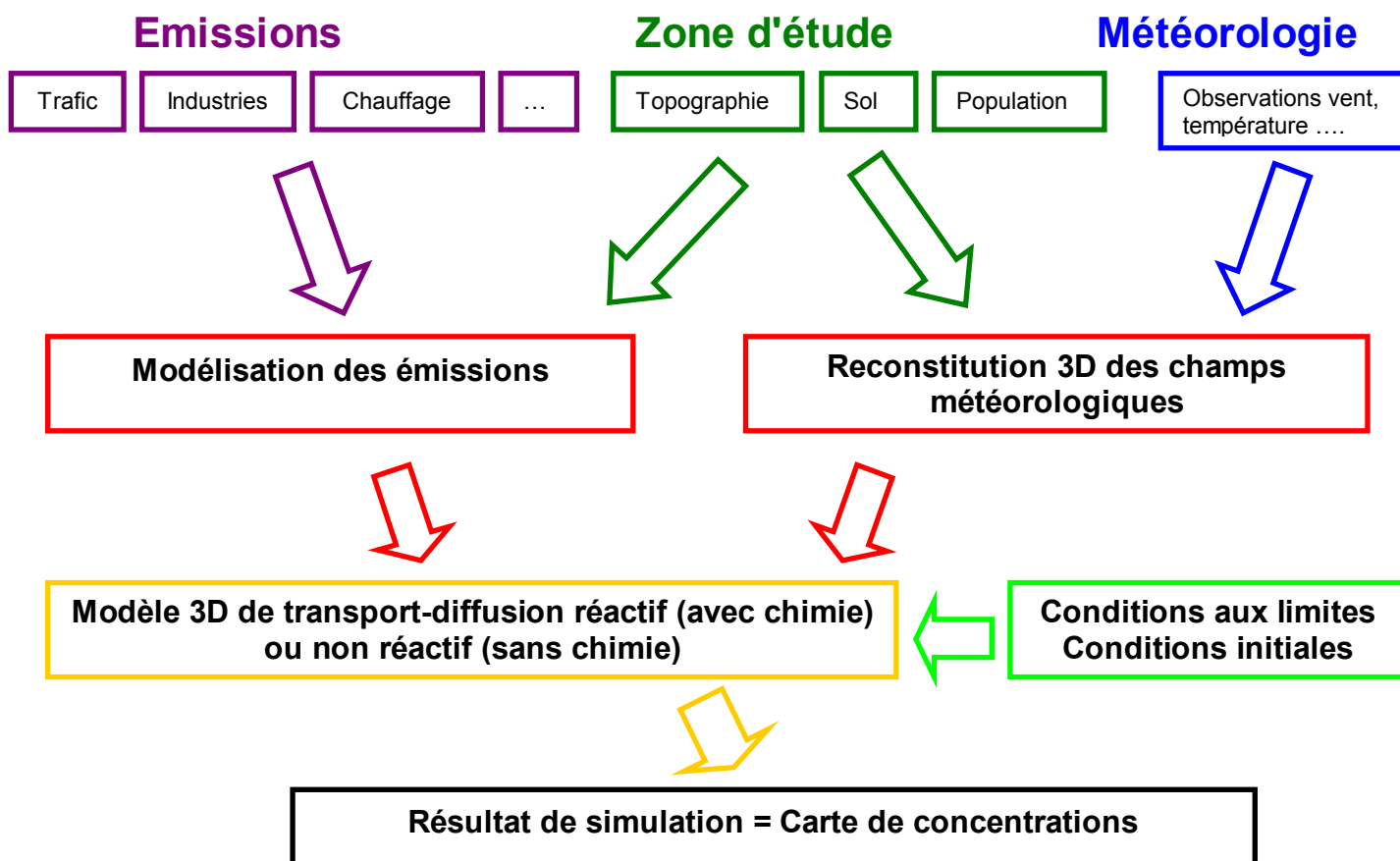


Figure 1 : Schéma récapitulatif d'un système de modélisation

Aujourd'hui, au travers des études réalisées par Airparif ayant eu recours à la modélisation, la maîtrise de l'exercice est assurée et le lien avec la réalité établi. L'ensemble des descriptions fines et adaptées (dans l'espace et dans le temps) des données d'entrée qui a pu être élaboré au cours des dernières années apporte le degré de précision nécessaire qui permet d'aboutir à des modélisations de l'évolution spatio-temporelle de la qualité de l'air validées par les observations. Il est par exemple possible de suivre, heure par heure, l'évolution des concentrations d'un certain nombre d'espèces chimiques sur l'ensemble de l'Ile-de-France grâce à des outils qui tournent quotidiennement à Airparif. La fiabilité de ces outils amène également à baser partiellement les exercices de prévision quotidienne de la qualité de l'air pour le jour et la journée du lendemain sur des résultats de modélisation. On peut les qualifier par-là même d'outils d'aide à la décision.

Aussi, au vu des données d'entrée dont on peut disposer actuellement, la mise en œuvre d'exercices de modélisation en temps réel, car lancés à partir d'estimations « temps réel » des émissions (on évoque plus particulièrement ici l'estimation « temps réel » des émissions du trafic) et d'estimations « temps réel » météorologiques (observations et prévisions Météo-France) est désormais accessible, sur des domaines d'études variés, à condition qu'elle soit validée par des observations. C'est notamment ce type d'approche que l'on se propose de retenir dans le cadre de la mise en œuvre de l'observatoire de la qualité de l'air dont il est question ici.

Suite à la présentation d'une sélection d'indicateurs pertinents détaillée dans le chapitre suivant, le quatrième et dernier chapitre de ce document est dédié à la description de l'observatoire de la qualité de l'air tel qu'envisagé par Airparif, et qui implique notamment la mise en œuvre de ces nouveaux outils.

3. Sélection d'indicateurs de pollution

3.1 Introduction

Le nombre de composés gazeux et particulaires émis par le trafic routier est très important. Il serait impossible techniquement et pratiquement de tous les mesurer. On choisit par conséquent des polluants caractéristiques de cette source d'émission. Cet ensemble de polluants constitue des indicateurs de la pollution liée au trafic. Ils sont retenus pour leur spécificité et leurs effets connus sur le milieu et la santé. Ils doivent bien évidemment être techniquement mesurables à un pas de temps correspondant aux effets connus.

On peut schématiquement définir les indicateurs de la pollution due au trafic en fonction de trois critères :

- ✓ Critère technique : Ils doivent être techniquement mesurables,
- ✓ Critère sanitaire : Leurs effets doivent être connus et/ou normés,
- ✓ Critère historique : Jugement de priorité en fonction des niveaux habituellement relevés et comparés aux normes existantes ou futures.

La liste des indicateurs de la pollution atmosphérique peut donc évoluer en fonction des nouvelles technologies et des études scientifiques.

Pour guider la sélection d'indicateurs pertinents, les points suivants présentent les principaux polluants émis par les transports routiers et les objectifs réglementaires en vigueur.

3.2 Principaux polluants atmosphériques émis par les transports routiers

De nombreuses études sur les émissions du secteur des transports routiers ont été menées à travers le monde. Il en résulte un nombre important d'ouvrages traitant de ce sujet d'une manière approfondie et détaillant avec précision l'ensemble des composés émis par le trafic.

En Ile-de-France, une étude récente a été publiée au début de l'année 2002¹. Cette étude a notamment concerné l'évaluation des émissions liées au trafic routier en Ile-de-France pour l'année 1998 sur la base :

- de données de trafic fournies par la Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France (DREIF),
- de données de composition du parc provenant d'estimations nationales corrigées localement,
- et enfin de la méthodologie européenne Copert III de calcul des émissions liées au trafic.

Les pourcentages d'émission des composés liés au trafic présentés ci-dessous sont notamment issus de cette étude.

L'objectif est ici de présenter les principaux composés émis par le secteur des transports routiers.

Parmi les polluants issus du trafic routier, il faut distinguer ceux émis sous forme gazeuse et les particules.

3.2.1. Composés gazeux

Les principaux composés gazeux émis par les véhicules sont :

- ✓ Le Monoxyde de Carbone (CO)
Il est le produit d'une combustion incomplète. Dans Paris et la Petite Couronne (dans les Départements des Hauts-Seine, de Seine-Saint-Denis et du Val-de-Marne) 69 % des émissions de CO proviennent du trafic routier (Inventaire 2000).
- ✓ Le Dioxyde de Carbone (CO₂)
Il est l'un des produits normaux d'une combustion complète (l'autre étant l'H₂O). Il est produit par l'oxydation des atomes de carbone contenus dans les carburants. Dans Paris et la Petite Couronne, 26 % des émissions de CO₂ proviennent du trafic routier (Inventaire 2000).

¹ Rapport Airparif, « Etude et évaluation des émissions de polluants atmosphériques liées au trafic routier en Ile-de-France », 2002.

- ✓ Les Oxydes d'Azote (NO et NO₂)
Ils sont formés à haute température par oxydation de l'azote de l'air. Dans Paris et la Petite Couronne, 60 % des émissions d'oxydes d'azote proviennent du trafic routier (Inventaire 2000). Il est généralement admis que les émissions d'oxydes d'azote se font majoritairement sous la forme de NO (80 à 90 %).
- ✓ Les Composés Organiques Volatils (COV)
Sous cette terminologie, on regroupe les hydrocarbures et les composés oxygénés. Ils sont issus d'une combustion incomplète et de phénomènes d'évaporation. Dans Paris et la Petite Couronne, 27 % des émissions de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) proviennent du trafic routier (Inventaire 2000).
 - * *Hydrocarbures* : alcanes, alcènes, aromatiques monocycliques (notamment le benzène et le toluène).
 - * *Composés Oxygénés* : aldéhydes, acides, cétones, éthers, ...
 - * *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)* : Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent des substances chimiques constituées de deux à huit cycles aromatiques juxtaposés. Le nombre théorique de HAP est supérieur à 1000. Ils sont classés en HAP légers (jusqu'à trois cycles) ou lourd (quatre cycles et plus) et possèdent des caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques différentes. Seuls les plus volatils, émis en moins grande quantité, sont présents dans la phase gazeuse alors que les plus lourds se retrouvent généralement adsorbés à la surface des particules.
- ✓ Le Dioxyde de Soufre (SO₂)
Il provient du soufre contenu dans les carburants (essentiellement dans le diesel). Dans Paris et la Petite Couronne, 3 % des émissions de dioxyde de soufre proviennent du trafic routier (Inventaire 2000).

3.2.2. Particules

Les particules en suspension constituent un ensemble très hétérogène et complexe de substances organiques et minérales. Elles peuvent être grossièrement partagées en trois classes selon des critères de taille, de masse et de composition (c'est d'ailleurs l'aptitude des particules à pénétrer de façon plus ou moins profonde l'arbre respiratoire humain qui est à la base du critère de taille). Plus les particules sont fines et plus elles pénétreront dans l'arbre respiratoire.

Les Particules Totales en Suspension :

C'est l'ensemble des particules (sans critères de distinction).

Les particules d'un diamètre aérodynamique moyen compris entre 2.5 µm et 10 µm (PM10) :

Il s'agit de grosses particules terrigènes et de poussières provenant des chaussées ou d'effluents industriels.

Les particules d'un diamètre aérodynamique moyen inférieur à 2.5 µm (PM2.5) :

Il s'agit de particules fines comprenant suies et acides condensés dérivés entre autres des émissions du trafic.

Notons que les particules « diesel » entrent dans cette catégorie. Leur composition et leur granulométrie ne sont pas parfaitement connues. Cependant, leur composition peut être décrite schématiquement comme un squelette de carbone recouvert d'une phase organique composée principalement d'imbrûlés provenant du carburant et du lubrifiant.

Les petites particules peuvent donc jouer un rôle de vecteur lorsque des métaux ou des composés chimiques sont adsorbés à leur surface.

On trouve ainsi des noyaux carbonés issus des processus de combustion intimement liés à des composés organiques comme certains HAP de plus de 4 cycles (benzo(a)pyrène, benzo(k)fluoranthène, benzo(b)fluoranthène, benzo(g,h,i) pérylène, benzo(a)anthracène, etc.).

On trouve également des sulfates ou des nitrates (transformations des oxydes de soufre ou d'azote) ou encore des ions métalliques (cuivre, fer, manganèse, plomb, vanadium, zinc).

Selon une étude réalisée par l'industrie automobile, en considérant la composition du parc automobile en 1995, 87 % en masse des particules émises à l'échappement des véhicules proviendraient du diesel, 12 % des véhicules à essence sans catalyseur et 1 % des véhicules à essence avec catalyseur (Lucas, 1995).

L'inventaire des émissions de polluants atmosphériques établi par Airparif conduit à attribuer 31 % des particules PM10 au trafic routier pour l'année de référence 2000 dans Paris et la Petite Couronne.

3.2.3. Polluants secondaires

Une fois émis, les composés évoluent dans l'espace et dans le temps selon des mécanismes réactionnels très complexes. Certains se transforment pour aboutir à la création d'espèces comme l'ozone, le dioxyde d'azote, les aldéhydes et le nitrate de peroxy-acétyl (PAN). Les polluants primaires mis en cause sont chimiquement très réactifs, en particulier certains hydrocarbures et les oxydes d'azote. Ces réactions chimiques sont dépendantes de l'intensité lumineuse (ensoleillement) mais également de la quantité de précurseurs mis en jeu et donc notamment des émissions liées au trafic routier. Notons que les composés adsorbés à la surface des particules (cf. §3.2.2.) forment également une pollution secondaire.

3.3 Réglementation

L'objet des différents critères de la qualité de l'air est de traduire simplement l'effet de la pollution atmosphérique sur différentes cibles telles que la santé humaine, la végétation ou encore le bâti.

Différents paramètres peuvent être pris en compte pour la fixation de critères de la qualité de l'air :

- ✓ les critères de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) résultent d'une compilation mondiale de toutes les études relatives aux effets de la pollution atmosphérique, disponibles à une époque donnée (critères 1999).
- ✓ les critères de l'Union Européenne ou de certains autres pays prennent en compte des études scientifiques, des paramètres économiques et politiques (estimation des coûts pour parvenir à respecter les critères définis), un handicap climatique de certains pays par rapport à d'autres, etc. Cependant, les instances européennes s'inspirent principalement des recommandations de l'OMS, pour la fixation de certains critères.
- ✓ les valeurs réglementaires françaises résultent pour l'essentiel de la transposition en droit national des valeurs de référence des directives européennes.

3.3.1. Directives européennes

Quatre directives principales de l'Union Européenne relatives à la qualité de l'air doivent être considérées. Il s'agit de :

- ✓ la directive 96/62/CE du Conseil du 27 septembre 1996 concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant.
- ✓ la directive 1999/30/CE du 22 avril 1999 relative à la fixation de valeurs limites pour le dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote et les oxydes d'azote, les particules et le plomb dans l'air ambiant.
- ✓ la directive 2000/69/CE du 16 novembre 2000 concernant les valeurs limites pour le benzène et le monoxyde de carbone dans l'air ambiant.
- ✓ la directive 2002/3/CE du 12 février 2002 relative à l'ozone dans l'air ambiant.

La première directive définit les principes de base d'une stratégie de surveillance commune aux Etats membres. Elle pose tout un ensemble de définitions et présente en annexe une liste de polluants atmosphériques à prendre en considération dans le cadre de l'évaluation et de la gestion de la qualité de l'air ambiant.

Les deux suivantes définissent des valeurs limites et des seuils d'alerte.

Les valeurs limites correspondent à des niveaux fixés sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteints.

Ces valeurs limites sont calculées au terme d'une période donnée (année civile, année tropique ou hiver). Elles font référence à des paramètres statistiques qui, in fine, permettent un nombre de dépassements horaires ou journaliers sur la période de référence.

Les seuils d'alerte correspondent à des niveaux de concentration de polluants dans l'atmosphère au-delà desquels, une exposition de courte durée présente un risque pour la santé ou l'environnement.

Ces deux directives sont venues abroger les précédentes directives relatives à ces différents polluants. Néanmoins, pour certains d'entre eux, certaines valeurs limites subsistent de ces anciennes directives, et sont toujours en vigueur pour une durée limitée. C'est notamment le cas pour le dioxyde de soufre, les fumées noires et le dioxyde d'azote. On ne peut donc complètement omettre de les répertorier ici :

- ✓ la directive 80/779/CEE du 15 juillet 1980, modifiée en 1989 (89/427/CEE du 21 juin 1989), relative à la pollution de l'air par l'anhydride sulfureux (SO₂) et les poussières ;
- ✓ la directive 85/203/CEE du 7 mars 1985 relative à la pollution de l'air par le dioxyde d'azote.

La dernière directive citée ci-dessus et relative à l'ozone ne fixe pas de valeur limite à proprement parlé mais des valeurs cibles et des objectifs à long terme.

En outre c'est la seule directive européenne à établir un seuil d'information en plus d'un seuil d'alerte à la population en cas de pointe de pollution photochimique.

Cette récente directive, comme les deux autres, n'a pas totalement abrogé la précédente directive "ozone". Certaines valeurs guides donc, édictées par la directive 92/72/CEE du 21 septembre 1992, sont toujours en vigueur.

Les tableaux qui suivent présentent, par polluant, les normes (valeurs limites et seuils d'alerte) de l'Union Européenne d'après les directives en vigueur citées ci-dessus.

Les valeurs limites qui y figurent en italique sont les valeurs qui subsistent de précédentes directives comme il a été précisé plus haut. Les directives alors concernées sont mentionnées dans les tableaux.

Directives européennes

SO₂, NO_x, particules, plomb du 22 avril 1999

Parue au Journal Officiel des Communautés européennes du 29 juin 1999, entrée en vigueur le 19 juillet 1999

Benzène, monoxyde de carbone du 16 novembre 2000

Parue au Journal Officiel des Communautés européennes du 13 décembre 2000, entrée en vigueur le 13 décembre 2000

Ozone du 12 février 2002

Parue au Journal Officiel des Communautés européennes du 9 mars 2002, entrée en vigueur le 9 mars 2002

Dioxyde de soufre (SO₂)

A – Valeurs limites

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
1 – Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 heure	350 µg/m ³	24 fois par année civile	150 µg/m ³ à l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans par tranches égales pour atteindre 0% le 01/01/2005	1 ^{er} janvier 2005
2 – Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	125 µg/m ³	3 fois par année civile		1 ^{er} janvier 2005
3 – Valeur limite pour la protection des écosystèmes	année civile et hiver	20 µg/m ³			19 juillet 2001

	Période	Valeur	
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine (valables jusqu'en 2004)			<i>Valeurs limites toujours en vigueur d'après la directive 80/779/CEE du 15 juillet 1980</i>
<i>Percentile 50 des moyennes journalières</i>	<i>année tropique</i>	<i>80 µg/m³</i>	
<i>Percentile 98 des moyennes journalières</i>	<i>année tropique</i>	<i>250 µg/m³</i>	
<i>Percentile 50 des moyennes journalières</i>	<i>hiver</i>	<i>130 µg/m³</i>	

B – Seuil d'alerte

500 µg/m³ relevés sur 3 heures consécutives, dans des lieux représentatifs de la qualité de l'air sur au moins 100 km² ou une zone ou agglomération entière, la plus petite surface étant retenue

Fumées noires (FN)

Valeurs limites

	Période	Valeur	
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine (valables jusqu'en 2004)			<i>Valeurs limites toujours en vigueur d'après la directive 80/779/CEE du 15 juillet 1980.</i>
<i>Percentile 50 des moyennes journalières</i>	<i>année tropique</i>	<i>80 µg/m³</i>	
<i>Percentile 98 des moyennes journalières</i>	<i>année tropique</i>	<i>250 µg/m³</i>	
<i>Percentile 50 des moyennes journalières</i>	<i>hiver</i>	<i>130 µg/m³</i>	

Dioxyde d'azote (NO₂) et oxydes d'azote (NO_x)

A – Valeurs limites

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
1 – Valeur limite horaire pour la protection de la santé humaine	1 heure	200 µg/m ³ NO ₂	18 fois par année civile	50% lors de l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans par tranches égales pour atteindre 0% le 01/01/2010	1 ^{er} janvier 2010
2 – Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	année civile	40 µg/m ³ NO ₂		50% lors de l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans par tranches égales pour atteindre 0% le 01/01/2010	1 ^{er} janvier 2010
3 – Valeur limite pour la protection de la végétation	année civile	30 µg/m ³ NO _x (équiv. NO ₂)			19 juillet 2001

	Période	Valeur	
Valeur limite pour la protection de la santé humaine (valable jusqu'en 2009) <i>Percentile 98 des concentrations horaires</i>	année civile	200 µg/m ³	<i>Valeur limite toujours en vigueur d'après la directive 85/203/CEE du 27 mars 1985.</i>

B – Seuil d'alerte

400 µg/m³ relevés sur 3 heures consécutives, dans des lieux représentatifs de la qualité de l'air sur au moins 100 km² ou une zone ou agglomération entière, la plus petite surface étant retenue

Particules (PM₁₀)

Valeurs limites

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
Phase 1					
1 – Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	50 µg/m ³ PM ₁₀	35 fois par année civile	50% lors de l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans par tranches égales pour atteindre 0% le 01/01/2005	1 ^{er} janvier 2005
2 – Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	année civile	40 µg/m ³ PM ₁₀		20% lors de l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans par tranches égales pour atteindre 0% le 01/01/2005	1 ^{er} janvier 2005
Phase 2					
1 – Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 heures	50 µg/m ³ PM ₁₀	7 fois par année civile		1 ^{er} janvier 2010
2 – Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	année civile	20 µg/m ³ PM ₁₀			1 ^{er} janvier 2010

Plomb

Valeur limite

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	année civile	0,5 µg/m ³		100% lors de l'entrée en vigueur diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les ans pour atteindre 0% le 01/01/2005 ou d'ici le 1 ^{er} janvier 2010 à proximité immédiate de sources spécifiques qui sont notifiées à la Commission	1 ^{er} janvier 2005 ou le 1 ^{er} janvier 2010 à proximité de sources industrielles spécifiques... Dans ces cas, valeur limite = 1 µg/m ³ à compter du 01/01/2005

Benzène

Valeur limite

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	année civile	5 µg/m ³		5 µg/m ³ le 13 décembre 2000 diminuant le 01/01/2006 et ensuite tous les ans de 1 µg/m ³ pour atteindre 0% le 01/01/2010	1 ^{er} janvier 2010

Monoxyde de carbone (CO)

Valeur limite

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	8 heures	10 mg/m ³		6 mg/m ³ le 13 décembre 2000 diminuant le 01/01/2006 et ensuite tous les ans de 2 mg/m ³ pour atteindre 0% le 01/01/2005	1 ^{er} janvier 2005

Ozone (O₃)

A - Valeurs cibles

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
1 – Valeur cible sur 8 heures pour la protection de la santé humaine	8 heures	120 µg/m ³	25 jours par an moyenne calculée sur 3 ans		1 ^{er} janvier 2010 (*)
2 – Valeur cible pour la protection de la végétation	AOT40 mai-juillet 8h-20h	18 000 µg/m ³ moyenne calculée sur 5 ans			1 ^{er} janvier 2010 (*)

(*) 2010 sera la première année où les valeurs cibles seront évaluées, sur les 3 ou 5 années suivantes

B – Objectifs à long terme

	Période	Valeur	Nombre de dépassements autorisés	Marge de dépassement	Date où la valeur limite doit être respectée
1 – Objectif à long terme pour la protection de la santé humaine	8 heures	120 µg/m ³	aucun		année 2020
2 – Objectif à long terme pour la protection de la végétation	AOT40 mai-juillet 8h-20h	6 000 µg/m ³			année 2020

Remarque :

L'AOT40 est un indicateur qui permet de représenter les doses entraînant des pertes de rendement significatives au niveau de cibles végétales. Il traduit deux notions, qui combinées, amènent à observer des impacts sur la végétation : la notion de fortes concentrations et celle de cumul.

L'AOT 40 (*Accumulative exposure Over a Threshold of 40 ppb*) représente donc le cumul de toutes les concentrations horaires supérieures ou égales à 40 ppb (80 µg/m³), aux heures ensoleillées du jour (entre 8h et 20h, heures légales) pendant la période de végétation.

C – Valeurs guides

	Période	Valeur	
1 – Valeur guide pour la protection de la santé humaine	8 heures	110 µg/m ³	<i>Valeurs guides toujours en vigueur, d'après la directive 92/72/CEE du 21 septembre 1992</i>
2 – Valeurs guides pour la protection de la végétation	1 heure	200 µg/m ³	
	24 heures	65 µg/m ³	

D – Seuil d'information

180 µg/m³ sur une heure

E – Seuil d'alerte

240 µg/m³ sur une heure

La mise en œuvre de plans d'action à court terme est effective lorsque le seuil d'alerte est prévu ou dépassé pendant 3 heures consécutives

3.3.2. Recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

Les recommandations de l'OMS n'ont pas de valeurs réglementaires. Elles sont issues des différents travaux scientifiques relatifs aux effets de la pollution atmosphérique, disponibles à une époque donnée (critères 1999).

Le tableau ci-dessous présente donc les valeurs guides relatives à la qualité de l'air de l'Organisation Mondiale de la Santé (critères 1999)².

Polluants	Durée d'exposition						UR Vie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹
	10-15 mn	30 mn	1 heure	8 heures	24 heures	Année	
Dioxyde de soufre (SO ₂)	500				125	50	
Particules (Fumées noires)	Pas de valeur guide disponible						
Particules (PM10)	Les connaissances actuelles ne permettent pas de déterminer une concentration en dessous de laquelle aucun effet n'est observé						
Monoxyde d'azote (NO)	Pas de valeur guide disponible						
Dioxyde d'azote (NO ₂)			200			40	
Monoxyde de carbone (CO)	100 000	60 000	30 000	10 000			
Plomb						0,5	
Ozone (O ₃)				120			
Benzène							6x10 ⁻⁶

Les valeurs sont en micro grammes par mètre cube d'air.

Pour le benzène et le benzo(a)pyrène, la norme est exprimée sous forme d'un risque supplémentaire par unité de concentration pour une durée d'exposition d'une vie.

UR Vie : risque additionnel de développer un cancer (dont le type dépend du composé) au cours d'une vie (soit 70 ans), pour une population hypothétiquement exposée continuellement à une concentration de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ du composé considéré dans l'air respiré. Par exemple, une personne exposée continuellement à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène tout au long de sa vie aura $1 + 6.10^6 = 1.000006$ fois plus de probabilité de développer un cancer qu'une personne non exposée.

3.3.3. Réglementation française

Au niveau français, les valeurs limites et seuils d'information et d'alerte sont fixés par décret. Les décrets portent généralement transposition des directives européennes en vigueur.

Il existe en outre une spécificité de la réglementation française qui fixe, pour les polluants, des objectifs de qualité.

L'objectif de qualité est un niveau de concentration de polluant dans l'atmosphère, fixé sur la base de connaissances scientifiques dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs du polluant considéré pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre au cours d'une période donnée.

Le décret principal actuellement en vigueur au niveau national est le décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives n°1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et n°2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000, et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. Le décret n°2003-1085 du 12 novembre 2003 portant transposition de la directive 2002/3/CE du 12 février 2002 et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998 a fait évoluer notamment les seuils d'alerte pour l'ozone.

Les tableaux suivants présentent les différentes normes résultant de ces deux décrets.

² Rapport WHO, Guidelines for air quality, Geneva, 2000

**Décret n° 2002-213 du 15 février 2002 et
Décret n° 2003-1085 du 12 novembre 2003**

Objectifs de qualité, valeurs limites, seuils d'information et d'alerte

Dioxyde de soufre (SO₂)

	Période de référence	Valeur
<u>Objectif de qualité</u> Moyenne annuelle	Année civile	50 µg/m ³
<u>Valeurs limites</u> A – Protection de la santé humaine Percentile 99.7 des concentrations horaires	Année civile	2002 : 440 µg/m ³ 2003 : 410 µg/m ³ 2004 : 380 µg/m ³ 2005 : 350 µg/m ³
Percentile 99.2 des concentrations journalières	Année civile	125 µg/m ³
B – Protection des écosystèmes Moyenne annuelle	Année civile	20 µg/m ³
Moyenne hivernale	Hiver (01/10 au 31/03)	20 µg/m ³
<u>Seuil de recommandation et d'information</u>	1 heure	300 µg/m ³
<u>Seuil d'alerte</u>	1 heure	500 µg/m ³

Dioxyde d'azote (NO₂)

	Période de référence	Valeur
<u>Objectif de qualité</u> Moyenne annuelle	Année civile	40 µg/m ³
<u>Valeurs limites</u> Protection de la santé humaine Percentile 98 des concentrations horaires	Année civile	2001-2009 : 200 µg/m ³
Percentile 99.8 des concentrations horaires	Année civile	2001 : 290 µg/m ³ 2002 : 280 µg/m ³ 2003 : 270 µg/m ³ 2004 : 260 µg/m ³ 2005 : 250 µg/m ³ 2006 : 240 µg/m ³ 2007 : 230 µg/m ³ 2008 : 220 µg/m ³ 2009 : 210 µg/m ³ 2010 : 200 µg/m ³
Moyenne annuelle	Année civile	2001 : 58 µg/m ³ 2002 : 56 µg/m ³ 2003 : 54 µg/m ³ 2004 : 52 µg/m ³ 2005 : 50 µg/m ³ 2006 : 48 µg/m ³ 2007 : 46 µg/m ³ 2008 : 44 µg/m ³ 2009 : 42 µg/m ³ 2010 : 40 µg/m ³
<u>Seuil de recommandation et d'information</u>	1 heure	200 µg/m ³
<u>Seuil d'alerte</u>	1 heure	● 400 µg/m ³ ● 200 µg/m ³ le jour J si le seuil d'information a été déclenché à J-1 et risque de l'être à J+1

Oxydes d'azote (NOx)

	Période de référence	Valeur
<i>Valeur limite</i> Protection de la végétation Moyenne annuelle	Année civile	30 µg/m ³ NOx (équivalent NO ₂)

Particules (PM10)

	Période de référence	Valeur
<i>Objectif de qualité</i> Moyenne annuelle	Année civile	30 µg/m ³
<i>Valeurs limites</i> Protection de la santé humaine Percentile 90.4 des concentrations journalières	Année civile	2001 : 70 µg/m ³ 2002 : 65 µg/m ³ 2003 : 60 µg/m ³ 2004 : 55 µg/m ³ 2005 : 50 µg/m ³
Moyenne annuelle	Année civile	2001 : 48 µg/m ³ 2002 : 46 µg/m ³ 2003 : 44 µg/m ³ 2004 : 42 µg/m ³ 2005 : 40 µg/m ³

Ozone (O₃)

	Période de référence	Valeur
<i>Objectifs de qualité</i> Protection de la santé humaine Moyenne sur 8 heures	8 heures	110 µg/m ³
Protection de la végétation Moyenne horaire Moyenne journalière	1 heure 24 heures	200 µg/m ³ 65 µg/m ³
<i>Seuil de recommandation et d'information</i>	1 heure	180 µg/m ³
<i>Seuils d'alerte : pour la mise en œuvre progressive de mesures d'urgences</i>	3 heures 3 heures 1 heure	240 µg/m ³ 300 µg/m ³ 360 µg/m ³

Monoxyde de carbone (CO)

	Période de référence	Valeur
<i>Valeur limite</i> Protection de la santé humaine Moyenne sur 8 heures	8 heures	10 mg/m ³

Plomb (Pb)

	Période de référence	Valeur
<u>Objectif de qualité</u> Moyenne annuelle	Année civile	0,25 µg/m ³
<u>Valeur limite</u> Protection de la santé humaine Moyenne annuelle	Année civile	2001 : 0,8 µg/m ³ 2005 : 0,5 µg/m ³

Benzène

	Période de référence	Valeur
<u>Objectif de qualité</u> Moyenne annuelle	Année civile	2 µg/m ³
<u>Valeur limite</u> Protection de la santé humaine Moyenne annuelle	Année civile	2001-2005 : 10 µg/m ³ 2006 : 9 µg/m ³ 2007 : 8 µg/m ³ 2008 : 7 µg/m ³ 2009 : 6 µg/m ³ 2010 : 5 µg/m ³

3.4 Discussions sur les indicateurs

3.4.1. Les composés non retenus : le plomb et le dioxyde de soufre.

Parmi les indicateurs de pollution liée aux transports routiers, on peut choisir de ne pas retenir les composés pour lesquels on sait avec certitude qu'ils sont à des niveaux bien inférieurs aux valeurs limites fixées par les directives européennes actuelles ou futures. Cela nécessite donc de disposer d'une base de résultats de mesure sur plusieurs années pour établir des tendances fiables. C'est en particulier le cas du plomb et du dioxyde de soufre.

Depuis l'utilisation à grande échelle de l'essence sans plomb et l'augmentation progressive du parc catalysé, les niveaux annuels relevés sur les sites de proximité parisiens ont très fortement diminué. Ainsi, même si l'on assiste, avec la mise en place des nouvelles directives et du dernier décret français (décret du 15 février 2002) à une sévèrisation des normes relatives au plomb (objectif de qualité fixé à 0,25 µg/m³ en moyenne annuelle, et valeur limite fixée à 0,8 µg/m³ puis à 0,5 µg/m³ aux échéances respectives 2001 et 2005 en moyenne annuelle), les niveaux relevés sur les sites trafic parisiens restent en-deçà de ces chiffres depuis plusieurs années déjà, en marquant en outre une baisse notable. La situation vis-à-vis du plomb est bien illustrée à travers la station trafic de la place Victor Basch à Paris dans le 14^{ème} arrondissement, la station la plus chargée parmi les trois sites de mesures de plomb du réseau d'Airparif. Les niveaux en plomb à ce site ont été divisés par plus d'un facteur 10 en une décennie, passant de 0,4 µg/m³ en 1993 à 0,03 µg/m³ en 2003. Ils atteignent donc un niveau qui est actuellement 90% inférieur à l'objectif de qualité.

Le plomb n'est donc plus aujourd'hui un indicateur pertinent de la pollution automobile.

De manière semblable, le dioxyde de soufre ne constitue pas, de nos jours, un indicateur pertinent de la pollution automobile. Comme déjà évoqué, seulement 3% des émissions de dioxyde de soufre proviennent du trafic routier dans Paris et la petite couronne (inventaire 2000). Cela s'explique en partie par la diminution du taux de soufre de 0,2% à 0,05% dans le gazole appliquée au 1^{er} octobre

1996. D'ailleurs, les niveaux en SO₂ sur la station trafic du boulevard périphérique de la porte d'Auteuil ont diminuée de 66% de 1996 à 2003, passant de 48 µg/m³ à 16 µg/m³. Les teneurs pour cette station, et pour l'ensemble des huit sites de mesures de ce polluant, sont actuellement au moins 70% inférieurs aux objectifs de qualité et aux valeurs limites fixées par la réglementation, que ce soit en terme de moyenne annuelle ou de niveaux journaliers et horaires.

A ce jour, et au vu des éléments d'information fournis dans les paragraphes précédents, les connaissances scientifiques relatives aux émissions des polluants du trafic ainsi que leurs effets connus sur le milieu environnemental nous conduisent, compte tenu des réglementations en vigueur et futures, à privilégier la surveillance des composés gazeux et particulaires présentés ci-après.

3.4.2. Les composés suivis explicitement dans le cadre de l'observatoire

a/ Le dioxyde d'azote (NO₂)

C'est un indicateur classique de la pollution d'origine automobile. Il est mesuré sur de nombreux sites du réseau Airparif depuis plusieurs années. Toute mesure pourra donc être non seulement comparée aux normes européennes et nationales, mais également aux résultats de mesure des sites Airparif. En outre, la pollution au dioxyde d'azote reste un phénomène chronique avéré et une préoccupation majeure en Ile-de-France. Airparif a ainsi pu évaluer dans le cadre d'une étude récente³ à près de 4 millions le nombre de Franciliens exposés en permanence à un non-respect de l'objectif de qualité pour ce polluant.

b/ Les composés de la famille des Composés Organiques Volatils (COV)

Les hydrocarbures aromatiques monocycliques (HAM) et en particulier le benzène, le toluène, l'éthylbenzène, les xylènes (m+p xylène, o xylène) et le 1,2,4 triméthylbenzène constituent une famille importante des composés organiques volatils (COV) présents dans les atmosphères urbaines. En ville, ce sont essentiellement les véhicules essence qui sont responsables des niveaux de contamination de l'air, de par les imbrûlés produits à la sortie de l'échappement et de par les phénomènes d'évaporation au niveau des différents organes du véhicule (réservoir, carburateur...).

Les composés plus communément nommés BTEX (Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes) constituent un ensemble de polluants qui sont de bons indicateurs de la pollution urbaine, précisément liée au trafic routier.

En particulier, le benzène, dont les effets sanitaires et notamment le caractère cancérigène sont bien connus, fait partie des composés réglementés par la récente directive européenne du 16 novembre 2000. Il illustre parfaitement l'évolution des choix des indicateurs en fonction des connaissances techniques, scientifiques et réglementaires.

Les BTEX sont en outre mesurés sur plusieurs sites implantés en agglomération parisienne (mesures automatiques au pas de temps horaire et mesures manuelles quotidiennes). Toute mesure pourra par conséquent être comparée à des résultats existants.

c/ Le monoxyde de carbone (CO)

C'est un indicateur classique de la pollution liée au trafic, mesuré quasi exclusivement à proximité des voies de circulation car les niveaux de ce polluant décroissent très rapidement avec la distance à la source. En Ile-de-France, le monoxyde de carbone est mesuré sur plusieurs axes de circulation présentant des caractéristiques de trafic différentes. Les niveaux de CO sont en recul depuis plusieurs années. En 2002, aucun dépassement de la valeur limite n'a été observé sur les sites "trafic" du réseau francilien pourtant très fortement influencés par les émissions du trafic routier.

S'il semble donc moins problématique que d'autres polluants notamment au regard des normes en vigueur, on ne peut s'affranchir totalement de son suivi dans le cadre de cette étude car c'est un polluant réglementé.

³ Rapport Airparif, « LIFE RESOLUTION : bilan final des résultats obtenus en Ile-de-France », février 2002.

d/ Particules et composés particulaires

Si l'on considère les résultats de mesures de PM10 dont Airparif dispose en plusieurs points de l'agglomération parisienne, et notamment à proximité du trafic, il apparaît que la mesure des PM10 est une priorité.

La mesure des PM2,5 est une technique plus récente qui se développe au sein du réseau d'Airparif. Ce nouvel indicateur, tout comme les PM10, présente un suivi de grand intérêt. Cependant il n'existe pas encore de valeur de référence pour ce polluant spécifique.

3.4.3. Les composés complémentaires pris en compte

Hormis les polluants précédents qui seront suivis directement à l'aide, entre autres, des mesures dans l'air ambiant, d'autres composés seront également pris en compte dans le cadre de l'observatoire à travers les outils de surveillance les plus adaptées au caractère spécifique du polluant.

a/ L'ozone (O₃)

L'ozone n'est pas directement émis dans l'atmosphère par des sources d'émissions classiques. Ce polluant secondaire résulte de la transformation photo-chimique de l'oxygène en présence d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils. L'ozone est ainsi formé, selon l'intensité lumineuse et la température, classiquement en période estivale. Les niveaux d'ozone les plus importants sont observés éloignés des sources de ses précurseurs et notamment du trafic routier. Ainsi, les niveaux en ozone se caractérisent par une variation spatiale faible par rapport aux autres polluants, les épisodes de pollution à l'ozone ayant des portées géographiques à grande échelle (régionale, interrégionale voire continentale). L'ozone n'est donc pas un traceur direct des émissions routières et son suivi local sur le terrain dans le cadre de l'observatoire au plus près des infrastructures routières à venir n'est pas pertinent.

Toutefois, l'ozone ainsi que l'influence éventuelle indirecte du projet de bouclage de l'A86 à Ouest sur les niveaux régionaux de ce polluant, seront considérés dans le cadre de l'ensemble des travaux de l'observatoire. Les éléments d'informations portant sur son comportement seront disponibles à travers le réseau permanent d'Airparif et des outils de modélisation numérique existants et prévus. L'information sur les niveaux d'ozone rencontrés sur le secteur de l'observatoire et plus largement de la région sera bien évidemment disponible à travers le site Internet d'Airparif.

b/ Le dioxyde de carbone (CO₂)

Le dioxyde de carbone n'est pas réglementé pour ses effets directs sur la santé et ne fait pas partie des composés surveillés par Airparif en tant qu'organisme agréé de la surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France. Le dioxyde de carbone est problématique à une autre échelle (nationale, continentale et globale) car il intervient directement dans la problématique d'accroissement de l'effet de serre. Ainsi, seules des mesures dans l'air ambiant de dioxyde de carbone conduites dans des environnements particulièrement reculés, représentatifs de l'atmosphère globale, sont pertinentes pour ce polluant.

A l'échelle du projet de le bouclage de l'A86 et plus largement en Ile-de-France, la quantification des émissions de CO₂ à travers le cadastre d'émissions d'Airparif est l'outil la plus appropriée pour évaluer, aux échelles géographiques adéquates, l'influence de ce composé sur l'atmosphère terrestre. C'est donc à travers ces axes d'étude que le CO₂ sera traité dans le cadre de l'observatoire.

4. Principe de fonctionnement de l'observatoire de la qualité de l'air

Ce chapitre a pour objectif de décrire le principe de fonctionnement d'un observatoire de la qualité de l'air adapté dans le cas général de la mise en service d'un tunnel routier équipé d'unités de ventilation (air frais et/ou extraction). Cependant, le projet du bouclage de l'A86 à l'Ouest de Paris est composé, dans son ensemble, de la mise en service successive de trois tronçons de tunnels sur le même secteur géographique. Ainsi l'observatoire mis en œuvre dans le cadre de ce projet, tout en étant fondé sur le principe général présenté ci-dessous, se doit de prendre en compte les trois mises en services successives. Le chapitre 5 du présent cahier des charges détaillera l'application pratique du principe de l'observatoire pour le cas spécifique que représente l'ouverture progressive du bouclage de l'A86 à l'Ouest de Paris.

4.1 Présentation du principe

Pour répondre aux objectifs fixés et présentés précédemment, il est proposé de mettre en œuvre les deux outils de surveillance d'ores et déjà présentés.

Pour évaluer l'impact de la mise en service des ouvrages sur la qualité de l'air, la réalisation d'un état initial (avant mise en service) et d'un état final (après mise en service) par campagnes de mesure est l'approche retenue. Telles que décrites dans ce qui suit, les campagnes de mesure à réaliser intégreront les deux types d'équipement complémentaires déjà présentés plus haut, à savoir la mise en œuvre de laboratoires mobiles et le prélèvement par échantillonneurs passifs.

L'objectif premier de l'observatoire vise bien évidemment à caractériser l'état de la qualité de l'air au voisinage de l'infrastructure concernée et son impact sur la population potentiellement exposée. Néanmoins, comment rendre compte, à partir d'un à deux points de mesure isolés, par exemple de stations fixes automatiques, de la qualité de l'air sur tout un domaine soumis à l'influence de sources de rejets des polluants atmosphériques (les unités d'extraction d'air des ouvrages, le trafic de surface...) et sur lequel se répartit la population locale, et donc par extension comment rendre compte d'une caractérisation de l'exposition de cette même population aux niveaux de pollution rencontrés ? Une évaluation simplement menée à partir de résultats de mesure obtenus sur deux sites fixes automatiques serait limitée, compte tenu en particulier de la complexité en terme d'émissions de l'infrastructure mise en œuvre.

En outre, la configuration, le dimensionnement dans l'espace des ouvrages prévus (il s'agit de plusieurs kilomètres du Nord au Sud comme d'Est en Ouest) pose une problématique spatiale de répartition des niveaux de polluants. La mise en œuvre de campagnes ponctuelles, qui permet d'appréhender la variation spatiale de la qualité de l'air, répond alors pleinement à l'objectif visé. Enfin, à l'image des motivations qui ont conduit Airparif à réduire fortement le nombre de sites de mesure dits "industriels" franciliens (cf. §2.1), l'implantation d'un site de mesure fixe dans l'environnement immédiat d'un des extracteurs d'air, si bien argumentée soit-elle (zone de retombée des rejets identifiée d'après les situations météorologiques les plus souvent observées), peut amener à ne pas identifier une situation de pollution donnée dans le cas où celle-ci par exemple, serait la conséquence d'une situation météorologique différente de celles plus classiquement observées ayant conduit à l'implantation du site en un point particulier.

Parallèlement, Airparif propose la mise en œuvre d'une surveillance permanente de la qualité de l'air par modélisation en temps réel. Cette surveillance particulière permettra de remplir trois objectifs distincts :

- disposer d'une évaluation temps quasi réel cartographiée et donc en tout point du secteur surveillé, de la qualité de l'air aux abords des infrastructures,
- permettre aux autorités, au public et à l'exploitant des ouvrages de vérifier le respect des normes de qualité de l'air,
- disposer d'un vecteur d'information qui présente de façon attractive l'information pour le public (plate forme de consultation installée sur borne de consultation de type navigateur web et sur le site Internet d'Airparif).

Par temps quasi réel on entend un différé de l'ordre de quelques heures par rapport à l'observation du trafic dans le secteur.

La mise en œuvre de ce type de surveillance permettra d'atteindre ces objectifs notamment grâce à l'intégration des descriptions fines des données d'émissions (et plus particulièrement du trafic local), des paramètres météorologiques influents, et des données de pollution aux limites du domaine d'étude (pollution importée).

Un tel dispositif ne pourra rentrer en exploitation quotidienne qu'après une phase de validation des résultats. Cette validation sera effectuée par comparaison des résultats obtenus en temps quasi réel avec les données mesurées lors des campagnes de mesure extensives correspondant à la réalisation des états initial et final de la qualité de l'air.

De façon à fiabiliser le système mis en place au cours du temps, la répétition de campagnes de mesure dans le secteur d'étude est à envisager. La fréquence de ces campagnes sera à définir ultérieurement, notamment sur la base des premières observations faites.

4.2. Etude d'impact par campagnes de mesure

4.2.1 Présentation

Les investigations dont il est question ici s'organisent en deux phases principales :

- La réalisation d'un état initial de la qualité de l'air. Cette première phase permet de qualifier et de quantifier les niveaux de pollution rencontrés sur un ou plusieurs secteurs d'étude définis, avant la mise en service des tunnels,
- La réalisation d'un état final de la qualité de l'air. L'état final est réalisé strictement selon les mêmes modalités que celles retenues pour l'état initial (périodes et durées de campagne de mesure, secteurs d'étude, implantation de sites de mesure...), après la mise en service des infrastructures concernées.

Dans la mesure où l'état initial établit une référence relative à l'état de la qualité de l'air, il se doit d'être réalisé « au plus proche » de l'ouverture des tunnels, afin notamment que cet état de référence ne soit pas biaisé par l'évolution naturelle du trafic dans le périmètre d'étude concerné. Il est proposé de réaliser l'état final un an après l'ouverture des infrastructures afin d'atteindre un nouvel état de référence stabilisé dans le domaine d'étude.

Ainsi, l'analyse comparée des résultats obtenus lors de l'état initial et final, devra permettre d'identifier, voire de quantifier, l'impact sur la qualité de l'air locale, de la mise en service des nouvelles infrastructures routières que représente l'aménagement de l'A86 Ouest tel que décrit dans le projet.

Pour chaque état, Airparif propose :

- d'une part, d'élaborer une vue d'ensemble de la qualité de l'air sur un large secteur qui comprend l'ensemble des aménagements prévus. Il s'agit ici d'essayer de caractériser un impact local, en étudiant plus particulièrement la pollution de fond ;
- d'autre part, d'évaluer les impacts micro-locaux potentiellement les plus importants associés au projet en s'intéressant aux différents extracteurs d'air prévus, et à leur environnement immédiat.

4.2.2 Caractérisation de l'impact local

a/ Objectifs et méthodes

La caractérisation d'un impact dit "local" doit permettre de rendre compte de l'influence, sur la qualité de l'air d'un secteur géographique donné, de la mise en service des tunnels Ouest et Est correspondant au projet de bouclage de l'A86 Ouest.

Cette caractérisation ne concerne ici que la pollution dite de fond. Elle se justifie par le fait que la mise en service des deux tunnels prévus peut vraisemblablement modifier la configuration du trafic local, et donc potentiellement impliquer une évolution de la pollution de fond sur le secteur concerné.

L'objectif est donc d'évaluer un impact sur la qualité de l'air d'un large secteur qui serait dû à un changement de la configuration du trafic dans le secteur, en outre combiné aux rejets issus des cinq unités d'extraction identifiées.

En réalisant cette caractérisation au cours d'un état initial puis d'un état final, on pourra observer si la mise en service de l'ensemble des nouvelles infrastructures prévues modifie les niveaux de pollution de fond locaux déjà fortement influencés par de nombreux axes routiers et autoroutiers existants (A12, A13, N286,...). Il est important néanmoins de garder à l'esprit que l'évaluation de la contribution spécifique de l'infrastructure reste un exercice difficile considérant sa taille, la taille du domaine d'étude et les délais s'écoulant entre état initial et état final.

Pour mener à bien cette caractérisation, il est proposé de réaliser une campagne de mesure par tubes à diffusion passive. Les polluants concernés seront le dioxyde d'azote (NO₂) et les BTEX (cf. § 3.4.1.). Le suivi de ces polluants nécessite d'avoir recours à deux types de tube à diffusion : le premier spécifique au piégeage du NO₂, et le second approprié aux mesures de BTEX. Ni le monoxyde de carbone ni les composés particulaires ne peuvent être suivis par cette méthode.

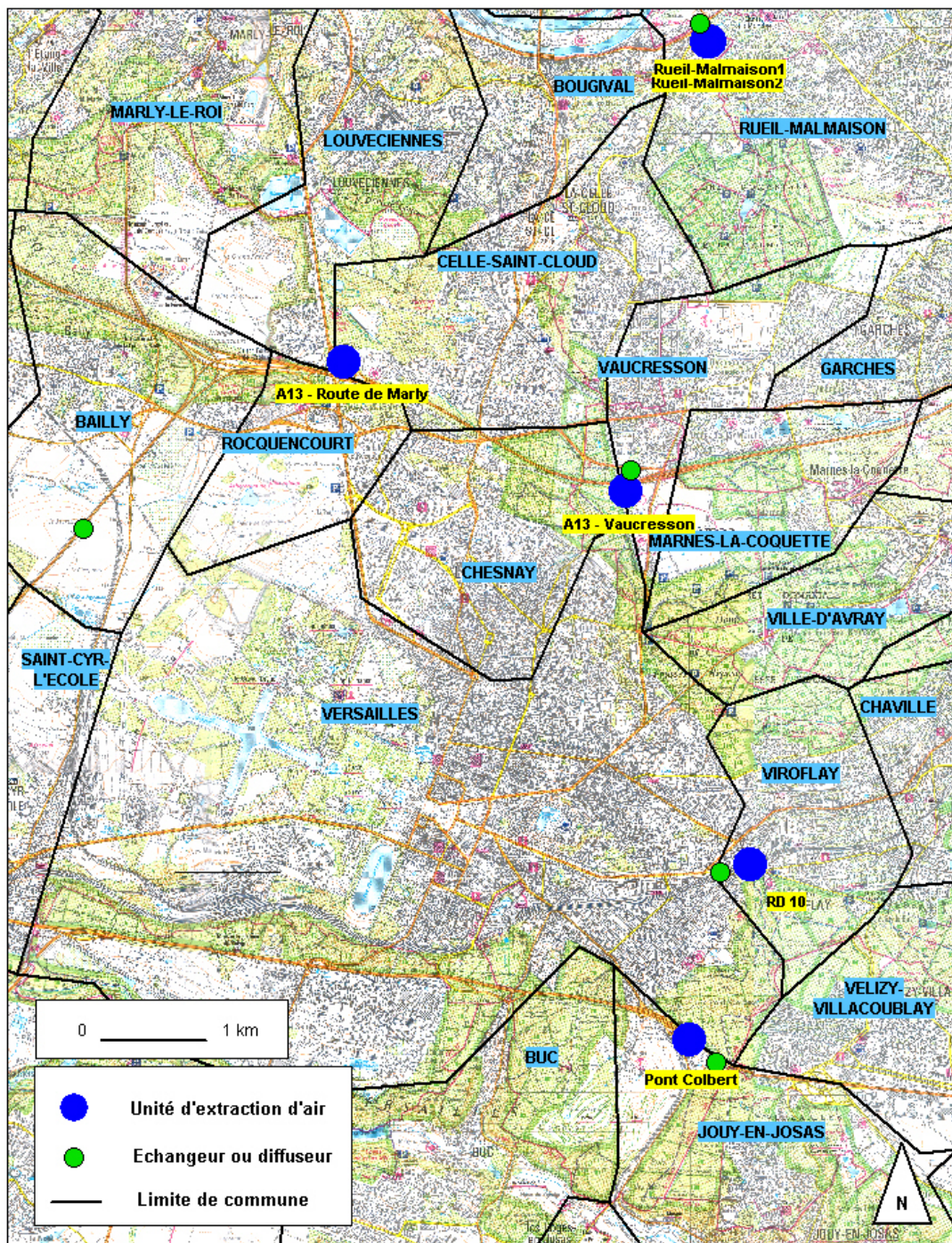


Figure 2 : Secteur géographique concerné par les ouvrages du projet

On rappelle que cette méthode de mesure permet d'instrumenter un nombre important de sites et autorise la comparaison d'un site à un autre en donnant une idée de la répartition géographique de la pollution. Elle délivre une information moyenne relative à la qualité de l'air sur un temps d'exposition relativement long (typiquement 2 semaines), et par conséquent elle ne permet pas de connaître les fluctuations quotidiennes de la pollution ni les niveaux de pointe. Le principe de mesure des échantillonneurs passifs est décrit de manière plus approfondie en Annexe 1.

b/ Délimitation du secteur d'étude et plan d'échantillonnage

Le secteur d'étude est défini comme étant la partie de l'Ouest parisien qui serait a priori la plus touchée en terme de la pollution de fond par les modifications du trafic engendrées par les nouvelles infrastructures. Afin de ne pas diluer l'évaluation de l'impact du projet routier dans l'ambiance générale de l'agglomération parisienne, ce secteur est limitée géographiquement à l'étendue des axes de circulation locaux les plus liés aux infrastructures prévues. Ainsi, le domaine retenu, composé d'une aire rectangulaire de 16x12 km de côté et centré sur les infrastructures à venir, permet de surveiller la qualité de l'air de fond sur le secteur directement influencé par la mise en œuvre du projet de bouclage.

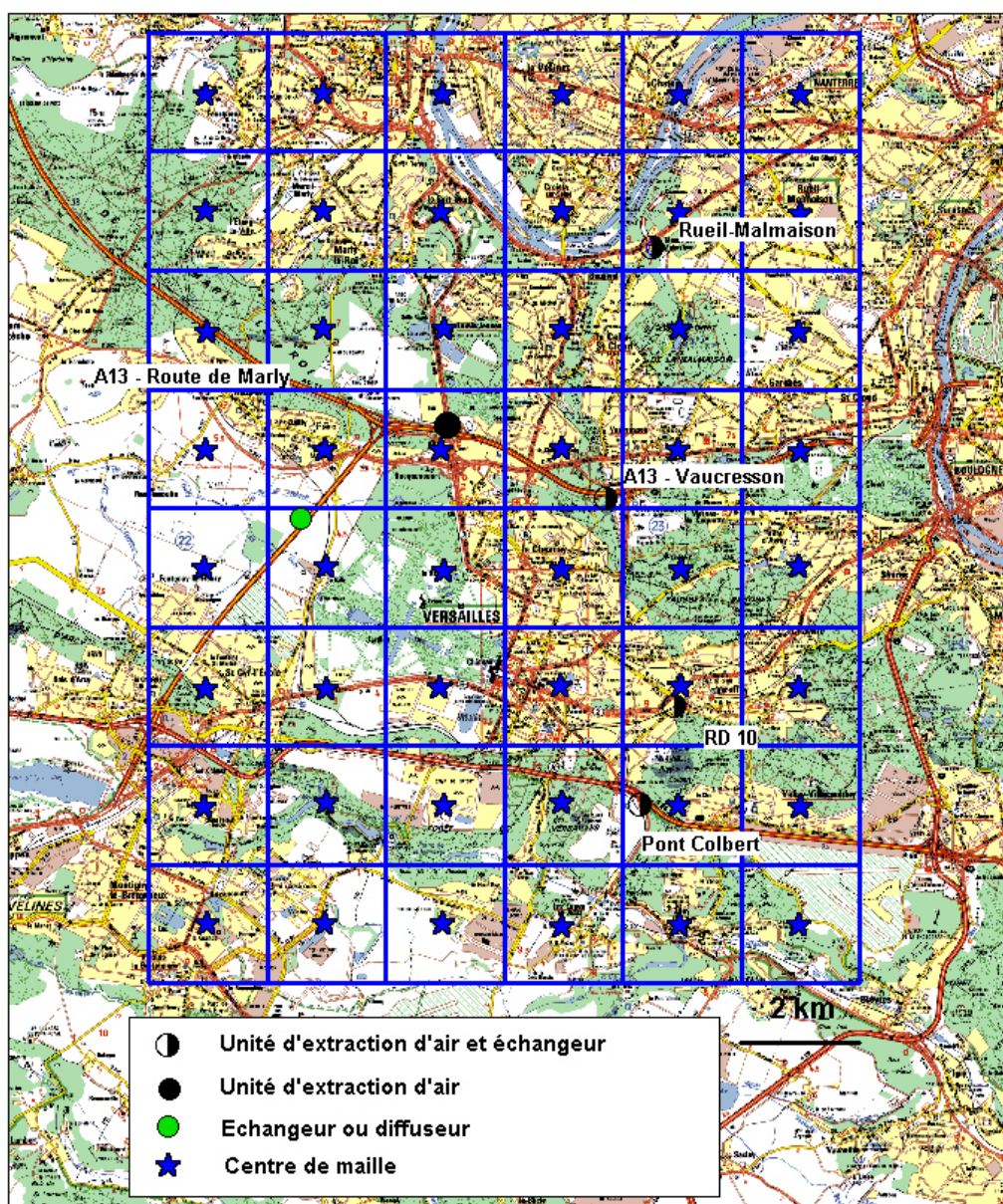


Figure 3 : Secteur d'étude et plan d'échantillonnage associés à la caractérisation de l'impact local

Le plan d'échantillonnage défini se présente sous la forme d'un maillage régulier, au pas de 2 km. Chacune des mailles est affectée d'un site temporaire de mesure instrumenté de tubes à diffusion, qui se trouve idéalement au centre de celle-ci. En pratique, c'est rarement le cas. La recherche de sites, satisfaisant aux critères nationaux édictés par l'ADEME et le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable⁴, tente alors au mieux de s'en rapprocher. Une attention particulière sera portée sur le choix de l'emplacement précis des sites en favorisant, dans la mesure du possible selon l'objectif de l'étude, l'implantation de ces derniers au sein de lieux sensibles (crèches, écoles, établissements sanitaires...).

Pour la configuration d'échantillonnage retenue, on comptabilise 48 sites temporaires. Les modalités de recherche et de mise en œuvre des sites temporaires sont décrites dans le paragraphe 4.2.5. La carte suivante montre le secteur d'étude et le plan d'échantillonnage.

c/ Définition des période et durée des mesures

Période et durée des mesures doivent être définies de façon à prendre en compte deux critères pertinents. Il est en effet recommandé de :

- ◆ Caractériser l'impact local sur la pollution de fond pour des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants ;
- ◆ S'affranchir de la variabilité existante des observations météorologiques.

Afin de répondre à ces deux critères, la campagne de mesure sera menée en période hivernale et concernera plusieurs séries de mesure consécutives, d'une durée de 2 semaines chacune. Airparif préconise la mise en œuvre de 3 séries de mesure, ce qui représente 6 semaines consécutives de mesure. Pour mémoire on rappellera que, historiquement, les émissions de polluants atmosphériques urbains sont plus élevées en hiver qu'en période estivale. De même les conditions météorologiques hivernales sont généralement moins favorables à la dispersion des émissions que celles rencontrées en période estivale. Ainsi les niveaux hivernaux de pollution atmosphérique sont classiquement les plus élevés rencontrés au cours d'une année. L'analyse des niveaux élevés obtenus à l'aide d'une campagne de mesure hivernale faciliterait le travail d'évaluation d'impact des infrastructures à venir.

L'objectif de la campagne n'est donc pas de mesurer des niveaux représentatifs de l'année. Néanmoins, si les conditions météorologiques le permettent, une estimation des niveaux rencontrés à l'échelle annuelle pourrait être réalisée. Cette estimation serait effectuée à l'aide d'une fonction de transfert qui prend en compte la différence des conditions météorologiques et des facteurs environnementaux rencontrés lors des séries de mesures par rapport à la situation annuelle.

Les dates exactes de réalisation des campagnes de mesure seront à définir de concert avec Cofiroute et les communes concernées par le plan d'échantillonnage. En effet, l'ensemble de la démarche dépend de l'avancée des travaux menés, une étude d'impact se déroulant en deux phases : un état initial et un état final, tous deux réalisés selon le même protocole (mêmes sites de mesure, mêmes polluants suivis, même période de l'année et même durée des séries de mesure).

4.2.3 Caractérisation d'impacts micro-locaux

a/ Identification des zones potentielles de retombée des rejets

L'objectif principal de cette partie est d'identifier les zones d'impact micro-locaux associées aux émetteurs les plus pertinents en terme de suivi de la qualité de l'air. Pour identifier les zones de retombée des rejets issus des six extracteurs d'air prévus, Airparif a réalisé des travaux de modélisation locale à l'aide d'un logiciel de simulation de la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles⁵ selon des formulations gaussiennes. Rappelons que les simulations de type "gaussien", si elles caractérisent le transport et la dispersion des polluants, ne permettent pas de prendre en compte des interactions chimiques. Ces simulations s'appliquent donc aux polluants "stables" ou faiblement réactifs.

⁴ Document ADEME, Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air, juin 2002, référence 4307.

⁵ Rapport ARIA Technologies : Note de principe et notice d'utilisation du logiciel ARIA Impact V1.3, janvier 2003.

Le principe de la modélisation est de reconstituer une ou plusieurs années de fonctionnement de la ou des source(s) considérée(s), en utilisant :

- des chroniques météorologiques réelles représentatives du site,
- la topographie locale,
- les données d'émissions,
- la pollution de fond ambiante locale existante.

Les simulations réalisées permettent d'obtenir l'impact de polluants au sol.

Dans les travaux menés ici, l'objectif visé est simplement de caractériser spatialement les zones de retombée des rejets de polluants atmosphériques ; il s'agit donc d'en définir l'orientation et l'étendue, essentiellement pour identifier ultérieurement de façon adéquate des périmètres de surveillance particuliers.

Une échelle d'intensité de l'impact permet de définir l'amplitude relative de l'impact des rejets des extracteurs sur l'environnement.

a.1/ les hypothèses de calculs

L'objectif n'est pas de faire une présentation technique des différents modules de calcul qui constituent le logiciel utilisé, mais simplement de faire une liste des hypothèses de travail qui sont à la base de l'ensemble des calculs de dispersion réalisés.

Les hypothèses de calcul du modèle sont donc les suivantes :

- la turbulence est homogène dans les basses couches de l'atmosphère,
- la densité des polluants est voisine de celle de l'air,
- la composante verticale du vent est négligeable devant la composante horizontale,
- le régime permanent est instantanément atteint.

a.2/ les données d'entrée

- La topographie locale :

Utilisation d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) d'une résolution de 200 m sur une fenêtre d'étude de 24 km de côté (point sud-ouest : X= 574.8 km – Y= 2414.8 km [en Lambert II]).

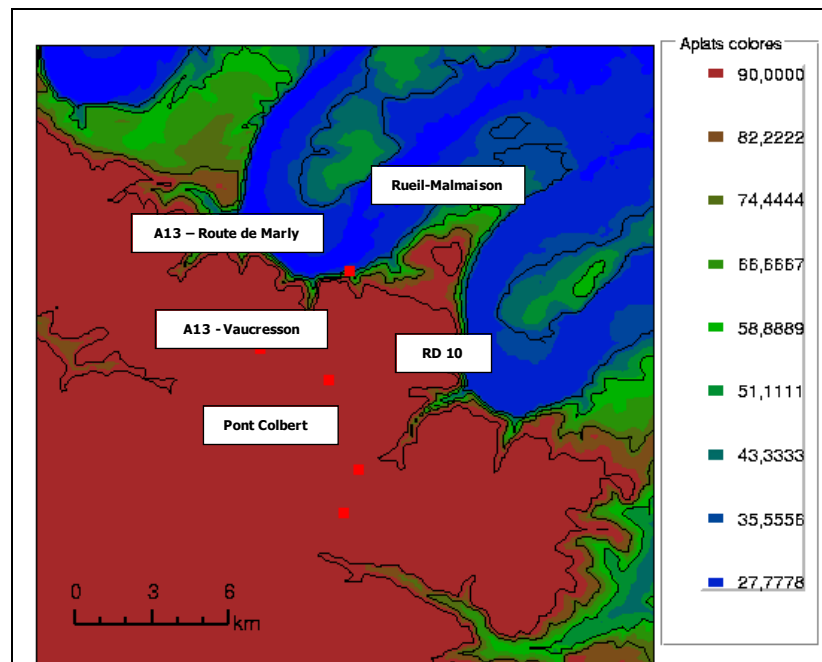


Figure 4 : Relief (altitude en mètre) sur un domaine de 24 x 24 km englobant les unités d'extraction du projet

- Les données météorologiques :

La station Météo-France de référence retenue pour l'étude est la station de Trappes. Le relief étant peu marqué dans cette région, les données météorologiques disponibles sont représentatives du domaine étudié. Les calculs sont effectués à partir d'une chronique météorologique d'une durée d'un an, au pas de temps horaire, relativement récente (données du 01/06/2001 au 31/05/2002) et représentative des conditions météorologiques prédominantes. Les paramètres d'intérêt utilisés sont : vitesse (VV) et direction (DV) du vent, température et nébulosité.

Les figures 5 et 6 montrent les roses de vent de la station de Trappes obtenues sur la période considérée, pour l'ensemble des vents d'une part et par classe de vitesses (vents forts : $VV > 4$ m/s ; modérés : $2 < VV \leq 4$ m/s ; et faibles : $VV \leq 2$ m/s) d'autre part.

Sur l'ensemble de la période, il se dégage un secteur dominant des vents : les vents de secteur Sud-Ouest qui représentent 41% des observations. Les secteurs Nord-Ouest et Nord-Est concernent chacun 20% des observations, le secteur Sud-Est restant quant à lui le moins représenté avec environ 12% des vents. On comptabilise enfin 6% de vent nul.

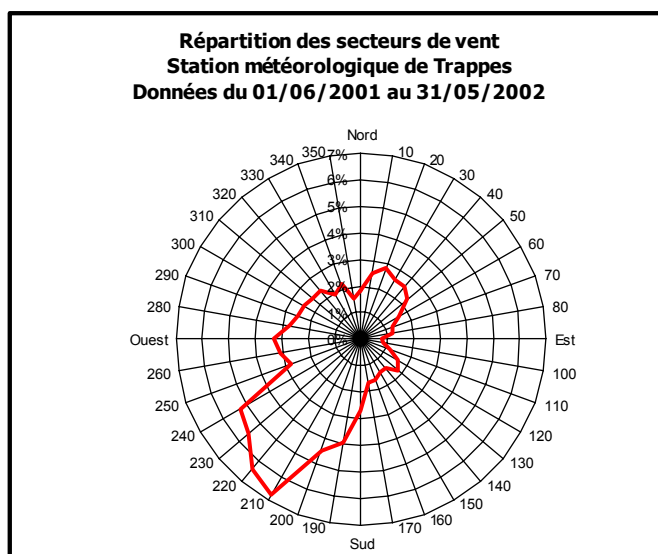


Figure 5 : Rose de vent de la station météorologique de Trappes du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002 pour l'ensemble des vents [source : Météo-France]

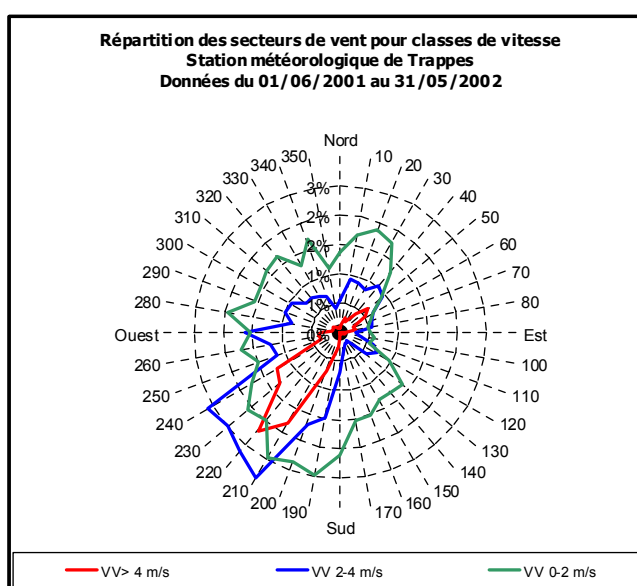


Figure 6 : Rose de vent de la station météorologique de Trappes du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002 par trois classes de vitesse de vent [source : Météo-France]

La répartition par classe de vitesses montre en outre que les vents modérés à forts sont majoritairement des vents de secteur sud-ouest.

On soulignera enfin que les observations faites sur cette période de mesure particulière concordent tout à fait avec les observations météorologiques faites au cours des années précédentes. L'annexe 2 présente une comparaison des vents observés du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002 à celles rencontrées sur trois années consécutives à la station météorologique de Trappes.

- La configuration des émissions :

1. – Caractéristiques des unités de ventilation - extraction

Six unités sont considérées : quatre concernent le tunnel Est (l'unité de Rueil-Malmaison 1, l'unité A13-Vaucresson, l'unité de la RD10 et l'unité Pont Colbert) et deux autres le tunnel Ouest (l'unité de Rueil-Malmaison 2 et celle de A13-Route de Marly).

Selon les informations fournies par Cofiroute, les calculs sont réalisés pour une hauteur de cheminée égale à 10 mètres et pour une vitesse d'éjection des gaz de 10m/s. Pour les illustrations, les résultats des deux cheminées de Rueil-Malmaison seront présentés sur un unique graphique.

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des six cheminées.

Site	Position X de la cheminée (m)	Position Y de la cheminée (m)	Diamètre de cheminée (m)
Rueil-Malmaison	586 980	2 430 044	2
	586 960	2 430 044	4
A13 - Vaucresson	586 166	2 425 825	3
A13 – Route de Marly	583 500	2 427 045	2
Pont Colbert	586 743	2 420 655	4
RD 10	587 336	2 422 309	2

Tableau 1 : Caractéristiques des six unités d'extraction

2. – Données d'émissions et modulations temporelles

Les données fournies correspondent à des estimations d'émissions communiquées par Cofiroute pour les calculs de dispersion atmosphérique. Ces estimations, qui tiennent compte des dernières prévisions officielles concernant l'évolution des émissions du parc de véhicules, correspondent aux prévisions de trafic à l'horizon 2010 (définies dans le dossier d'études préalables de 1994) majorées de 40% pour le tunnel Est et de 25% pour le tunnel Ouest⁶. Ce trafic, défini comme le scénario majorant en cas de « hyperpointe », correspond à la capacité maximale de l'ouvrage (4400 véhicules/heure) pour le segment entre l'A13 - Vaucresson et Pont Colbert mais ne correspond pas forcément à la capacité maximale de l'ouvrage sur les autres segments.

Cheminée "Rueil-Malmaison – tunnel Ouest"

Période	temps (s)	débit (m3/s)	CO (kg/h)	NOx(kg/h)
0-7 h	25200	0	0.00	0.00
7-9 h	7200	146.4	5.52	4.67
9-17 h	28800	27.6	0.57	0.72
17-20 h	10800	0	0.00	0.00
20-21 h	3600	27.6	0.57	0.72
21-24 h	10800	0	0.00	0.00

Tableau 2(a) : Prévisions d'émissions pour la cheminée du tunnel Ouest à Rueil-Malmaison

⁶ Rapport CETU : Données de base pour le calcul des émissions de polluants des véhicules automobiles en tunnel, 2002

Cheminée "Rueil-Malmaison – tunnel Est"

<i>Période</i>	<i>temps (s)</i>	<i>débit (m3/s)</i>	<i>CO (kg/h)</i>	<i>NOx(kg/h)</i>
0-7 h	25200	65.22	1.37	0.49
7-9 h	7200	205.78	35.14	13.15
9-17 h	28800	126.44	8.55	3.05
17-20 h	10800	144.56	12.56	5.18
20-21 h	3600	126.44	8.55	3.05
21-24 h	10800	65.22	1.37	0.49

Tableau 2(b) : Prévisions d'émissions pour la cheminée du tunnel Est à Rueil-Malmaison

Cheminée "A13 – Vaucresson"

<i>Période</i>	<i>temps (s)</i>	<i>débit (m3/s)</i>	<i>CO (kg/h)</i>	<i>NOx(kg/h)</i>
0-7 h	25200	0	0	0
7-9 h	7200	97.68	7.11	1.92
9-17 h	28800	0	0	0
17-20 h	10800	0	0	0
20-21 h	3600	0	0	0
21-24 h	10800	0	0	0

Tableau 2(c) : Prévisions d'émissions pour la cheminée A13 – Vaucresson

Cheminée "A13 – Route de Marly"

<i>Période</i>	<i>temps (s)</i>	<i>débit (m3/s)</i>	<i>CO (kg/h)</i>	<i>NOx(kg/h)</i>
0-7 h	25200	0	0	0
7-9 h	7200	197	10.32	5.35
9-17 h	28800	204.7	7.29	5.5
17-20 h	10800	264.8	11.89	5.57
20-21 h	3600	204.7	7.29	5.5
21-24 h	10800	0	0	0

Tableau 2(d) : Prévisions d'émissions pour la cheminée A13 – Route de Marly

Cheminée "Pont Colbert"

<i>Période</i>	<i>temps (s)</i>	<i>débit (m3/s)</i>	<i>CO (kg/h)</i>	<i>NOx(kg/h)</i>
0-7 h	25200	72.98	2.17	0.51
7-9 h	7200	253.76	27.9	6.74
9-17 h	28800	148.07	12.49	2.97
17-20 h	10800	185.48	21.23	5.11
20-21 h	3600	148.07	12.49	2.97
21-24 h	10800	72.98	2.17	0.51

Tableau 2(e) : Prévisions d'émissions pour la cheminée Pont Colbert

Cheminée "RD 10"

<i>Période</i>	<i>temps (s)</i>	<i>débit (m3/s)</i>	<i>CO (kg/h)</i>	<i>NOx(kg/h)</i>
0-7 h	25200	0	0	0
7-9 h	7200	0	0	0
9-17 h	28800	0	0	0
17-20 h	10800	0	0	0
20-21 h	3600	0	0	0
21-24 h	10800	0	0	0

Tableau 2(f) : Prévisions d'émissions pour la cheminée RD10

Notons que, même dans le cas « hyperpointe », l'unité de ventilation - extraction de la RD10 ne fonctionne jamais selon les estimations d'émissions du CETU.

Trois types de modulation temporelle sont appliqués aux données d'émission :

- un profil de modulation horaire qui se déduit des données fournies par tranche horaire.
- un profil de modulation journalière (définition d'un facteur multiplicatif par jour [lundi, mardi, ... dimanche] à appliquer au jour en question par rapport une moyenne journalière d'émission journalière).
- un profil de modulation mensuelle (définition d'un facteur multiplicatif par mois [janvier, février, ... décembre] à appliquer au mois considéré par rapport à une moyenne d'émission mensuelle).

S'il existe un profil de modulation horaire par cheminée (du fait des différents régimes de fonctionnement des extracteurs présentés dans les tableaux précédents), les modulations hebdomadaire et mensuelle sont les mêmes pour les quatre cheminées considérées.

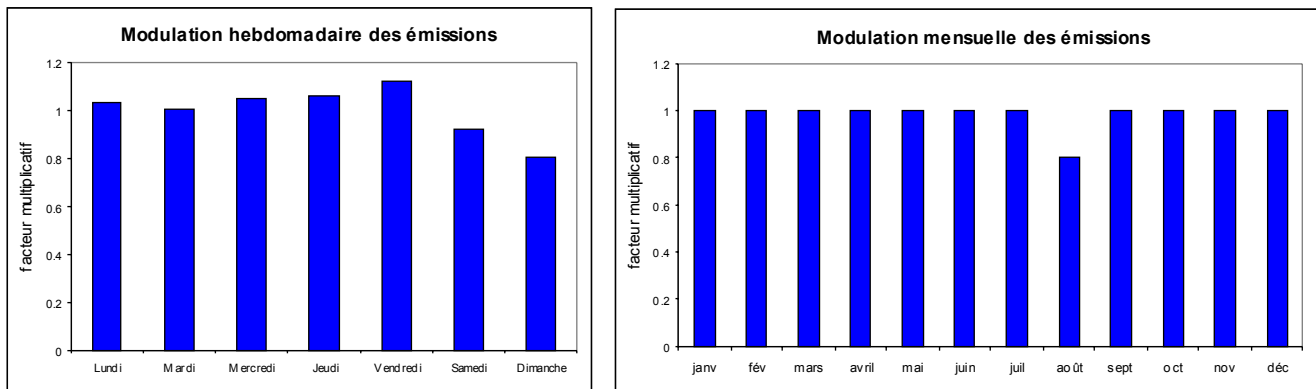


Figure 7 : Les profils hebdomadaire et mensuel des émissions retenus

Le profil hebdomadaire correspond aux observations du trafic qui peuvent être faites sur un mois de septembre, représentatif au plan mensuel des modulations de trafic.

Pour le profil mensuel, le seul élément pris en considération ici, est une baisse de trafic et donc des émissions liées, au cours du mois d'août.

a.3/ les sorties générées

Cinq domaines de simulation sont considérés (cf. figure 8), sachant que les deux cheminées de Rueil-Malmaison sont présentées sur un unique domaine. Les domaines retenus sont centrés sur les cheminées, font 6 km de côté et ont une résolution de 50 mètres.

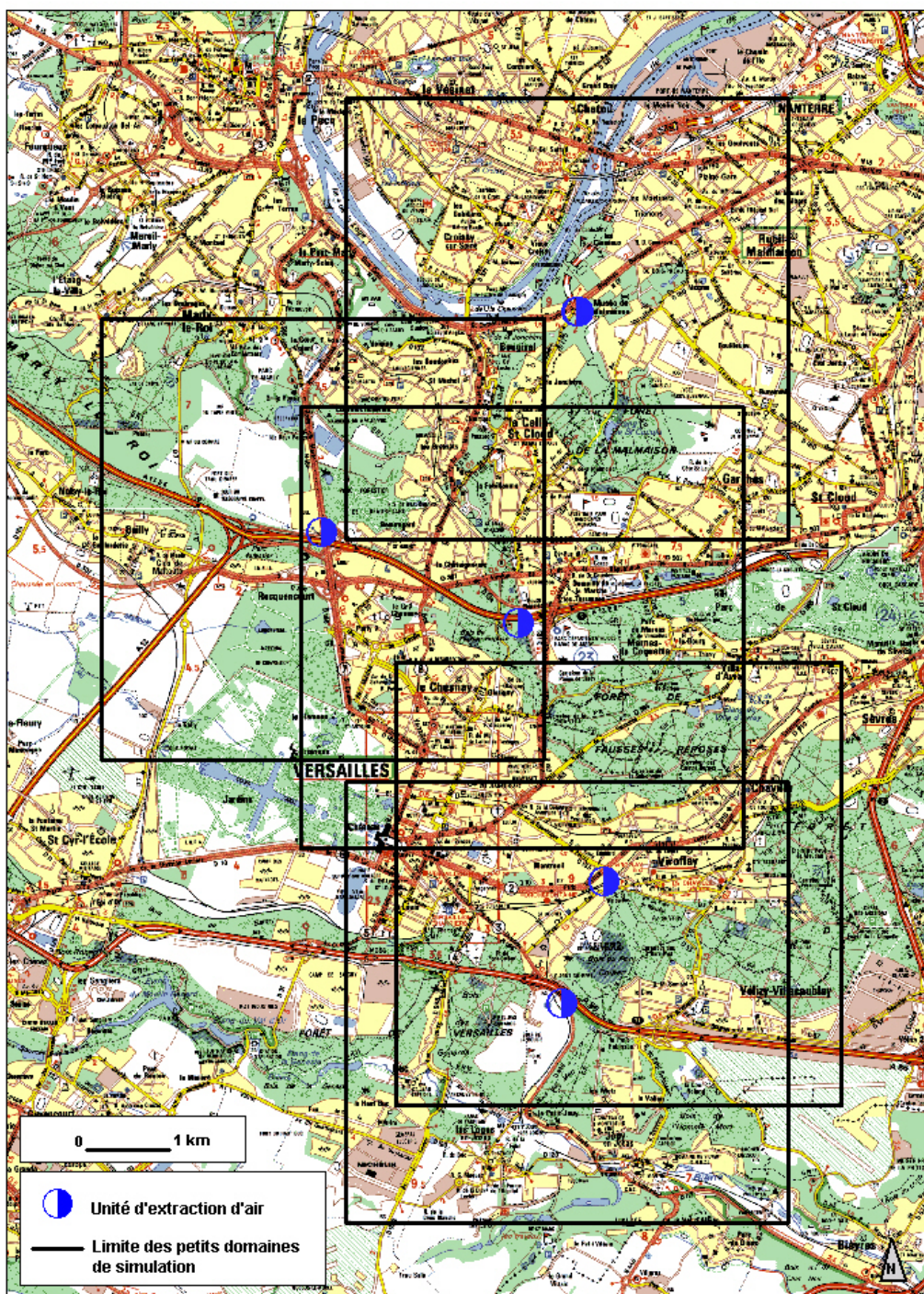
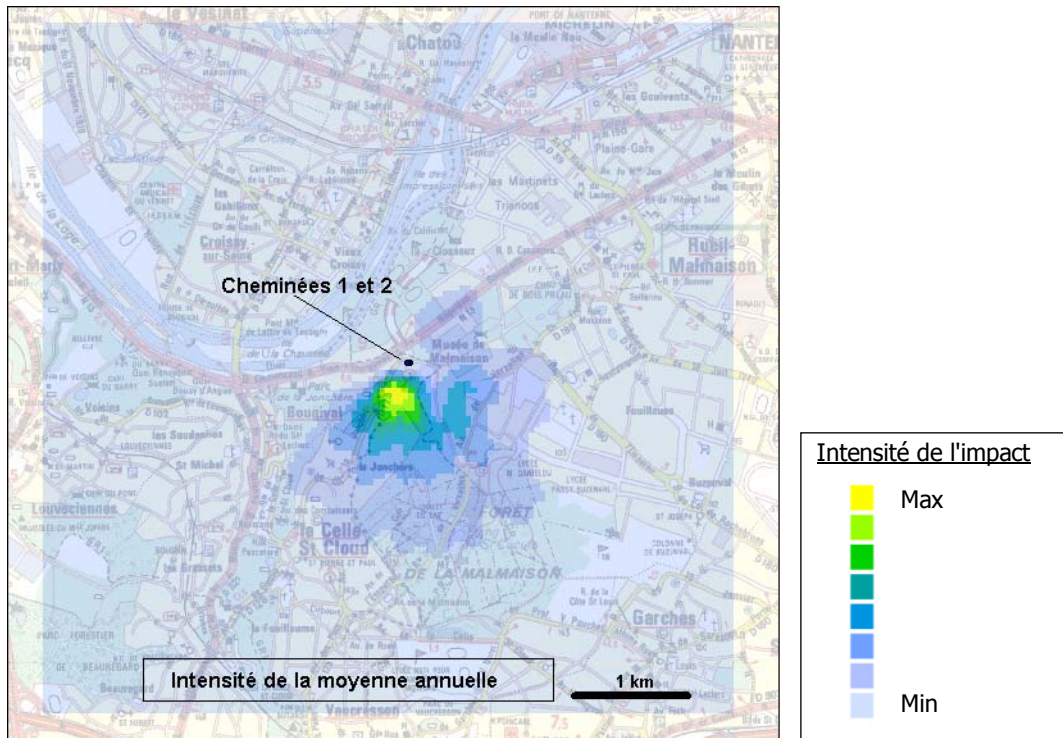


Figure 8 : Localisation des cinq domaines de simulation

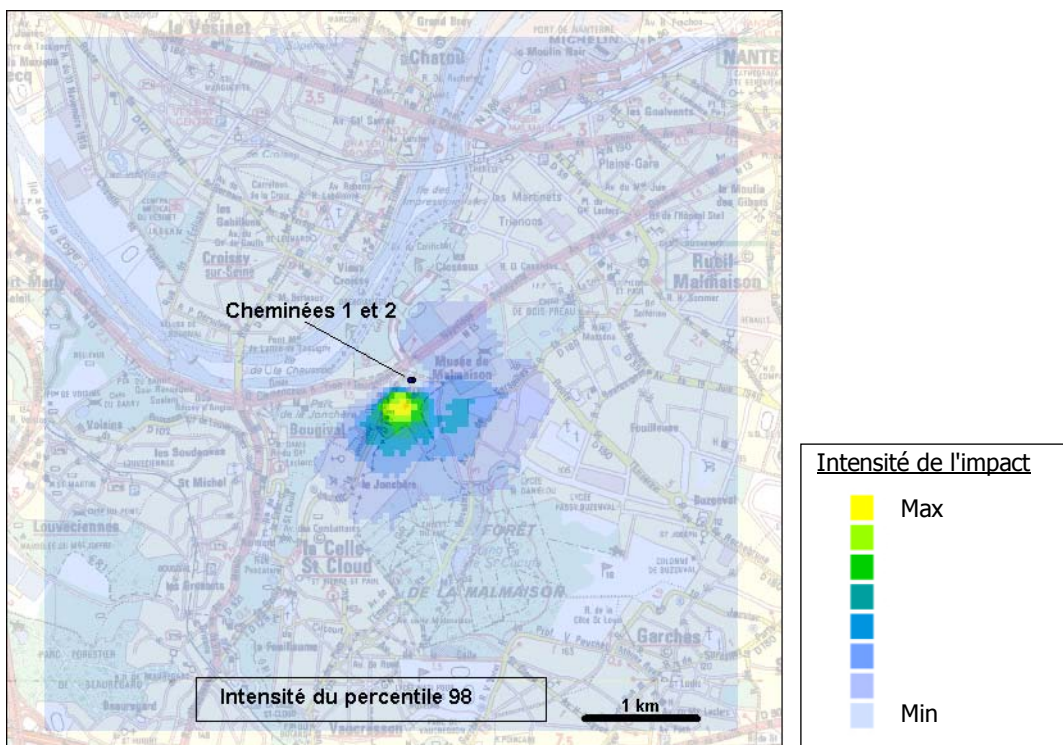
Pour chaque domaine, deux simulations de l'impact potentiel sont générées : l'une pour caractériser l'intensité de la concentration moyenne calculée sur l'ensemble de la période considérée, l'autre pour caractériser l'intensité du percentile 98 (valeur dépassée 2% du temps) également calculé sur l'ensemble de la période, et qui donne une idée de la répartition des retombées pour des conditions très défavorables de dispersion conduisant aux concentrations les plus importantes.

Les simulations sont fondées sur les modulations temporelles des émissions d'oxydes d'azote, choisis ici comme "polluant représentatif". Les oxydes d'azote sont en effet relativement stables et pertinents à considérer. Les observations faites à partir des résultats obtenus s'appliquent aux autres polluants "stables".

Cheminées "Rueil-Malmaison"



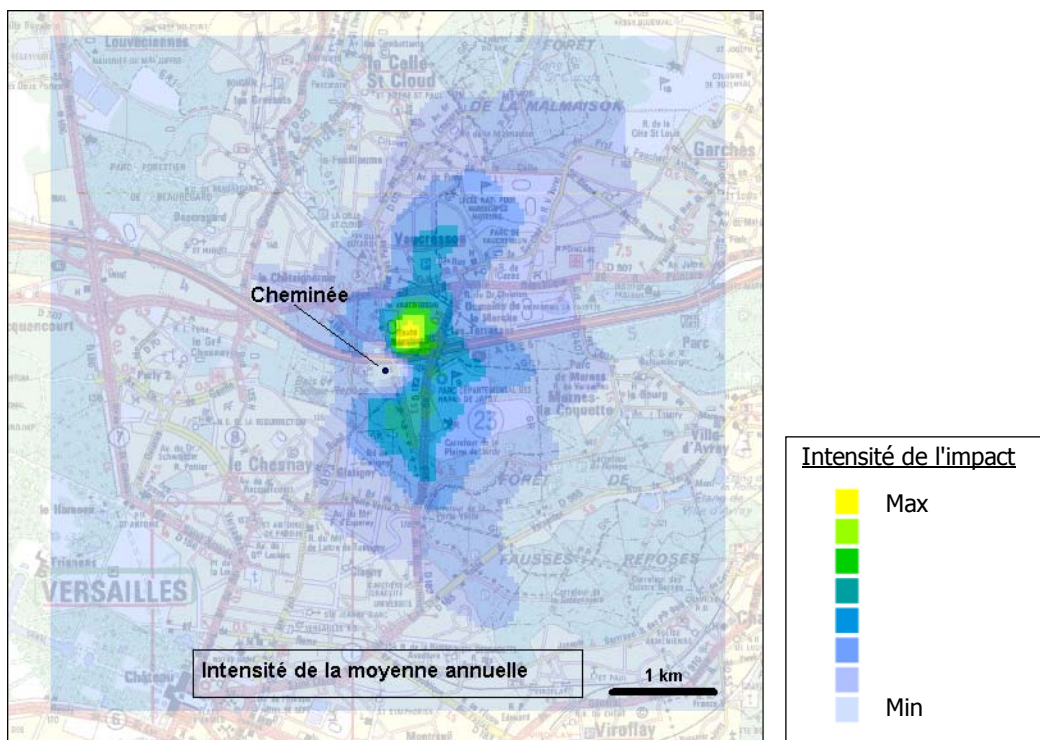
La moyenne peut être considérée comme représentative de la situation chronique de pollution à l'échelle annuelle.



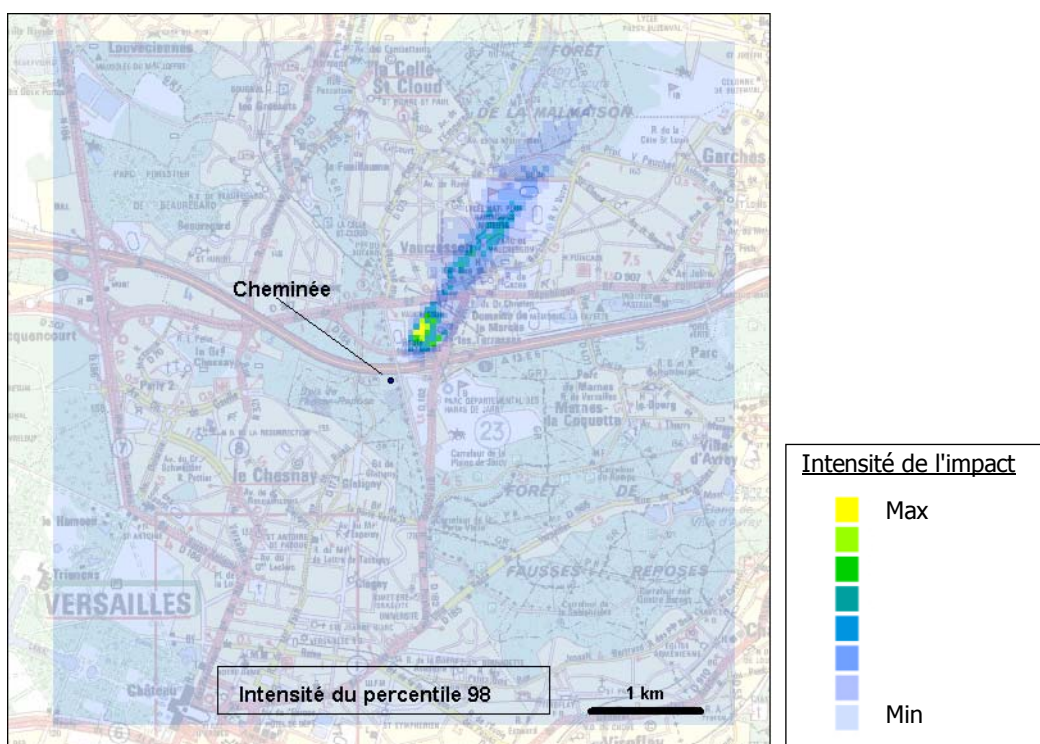
Le percentile 98, qui s'attache en première approche à décrire les phénomènes de pollution les plus aigus, représente la valeur dépassée pendant seulement 2% du temps, donc proche des maximums.

Figure 9(a) : Zones d'intensité d'impact autour des cheminées à Rueil-Malmaison

Cheminées "A13 - Vaucresson"



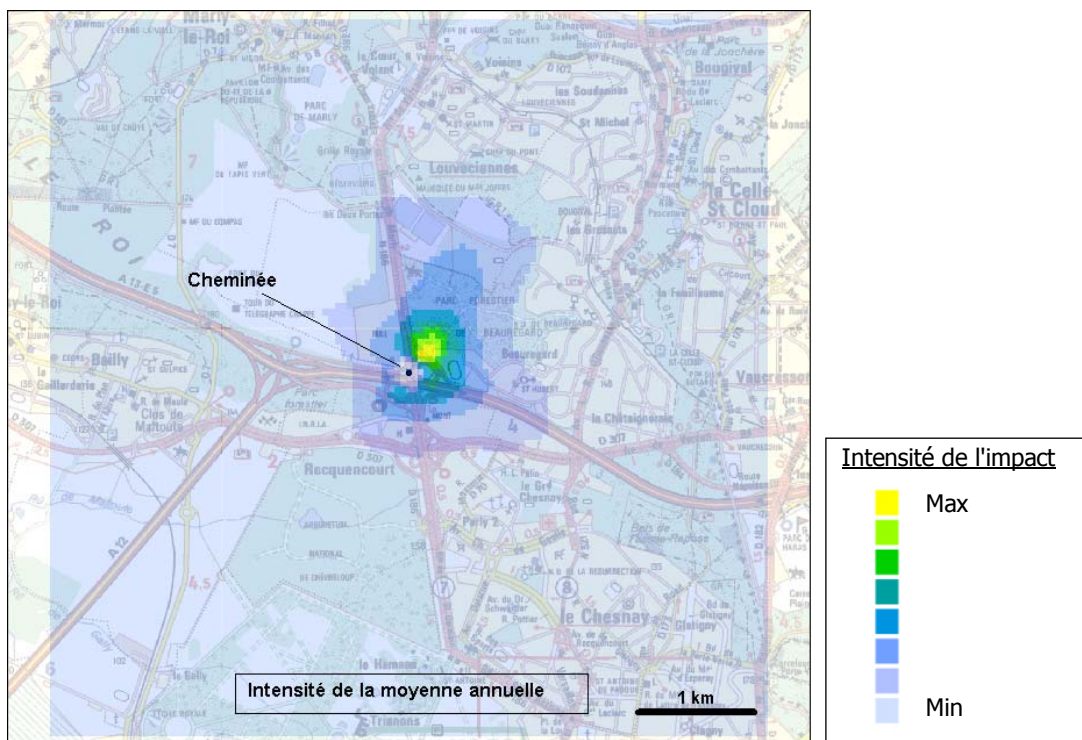
La moyenne peut être considérée comme représentative de la situation chronique de pollution à l'échelle annuelle.



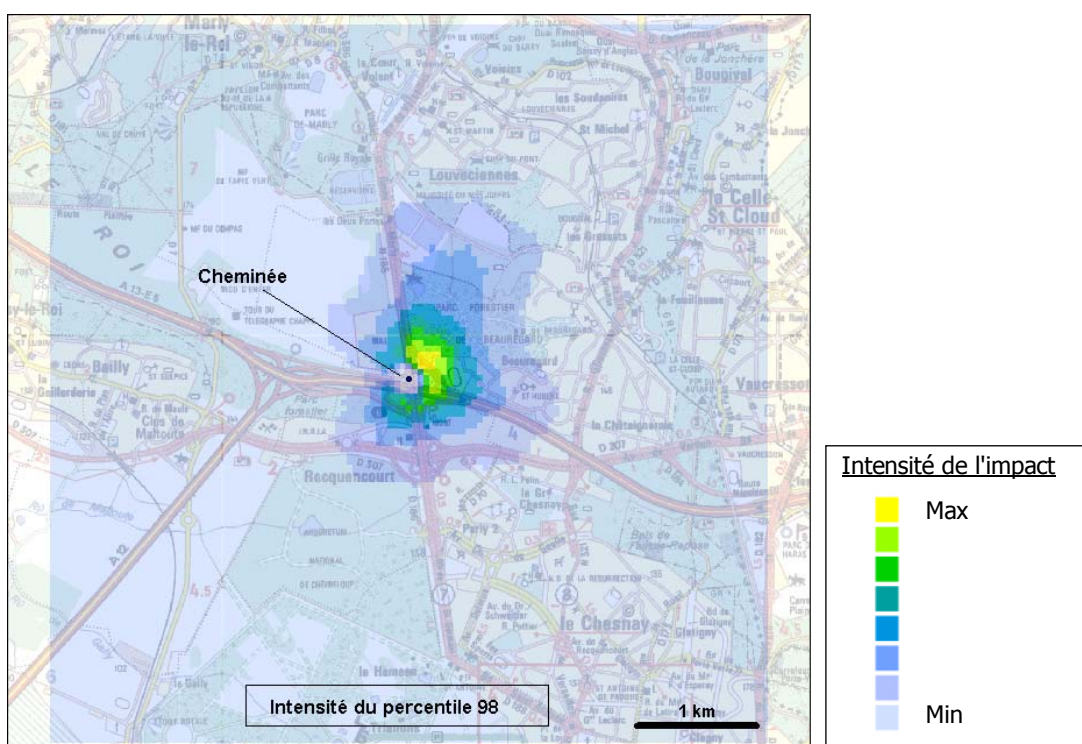
Le percentile 98, qui s'attache en première approche à décrire les phénomènes de pollution les plus aigus, représente la valeur dépassée pendant seulement 2% du temps, donc proche des maximums.

Figure 9(b) : Zones d'intensité d'impact autour de la cheminée A13 – Vaucresson

Cheminée "A13 – Route de Marly"



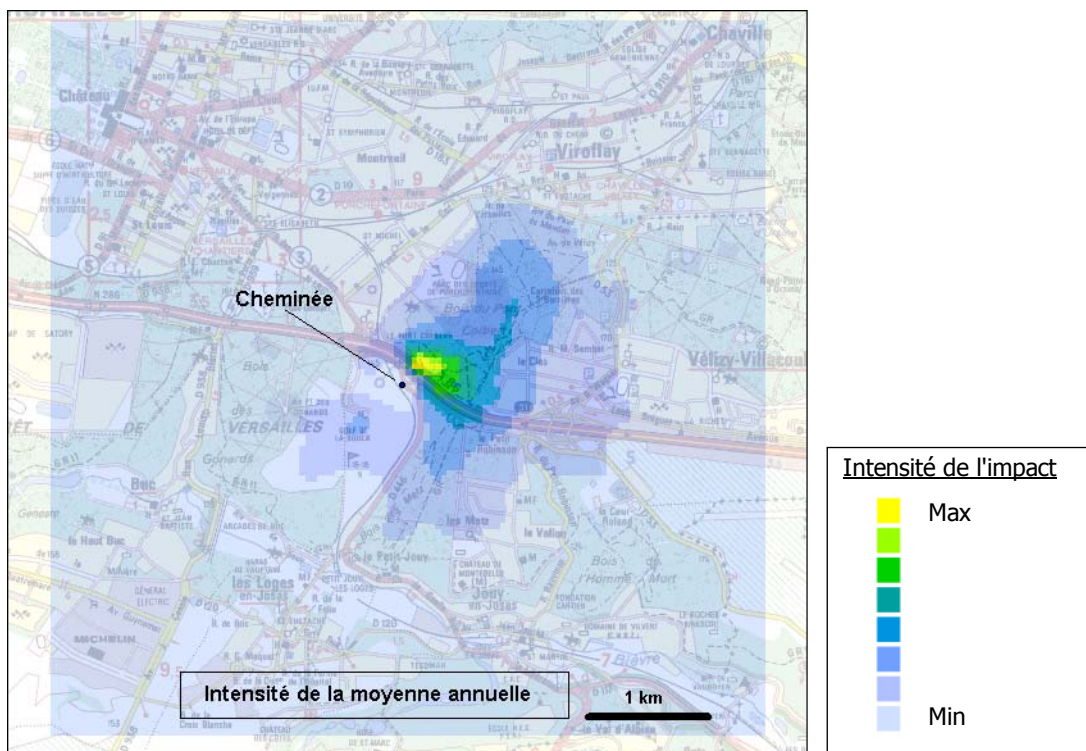
La moyenne peut être considérée comme représentative de la situation chronique de pollution à l'échelle annuelle.



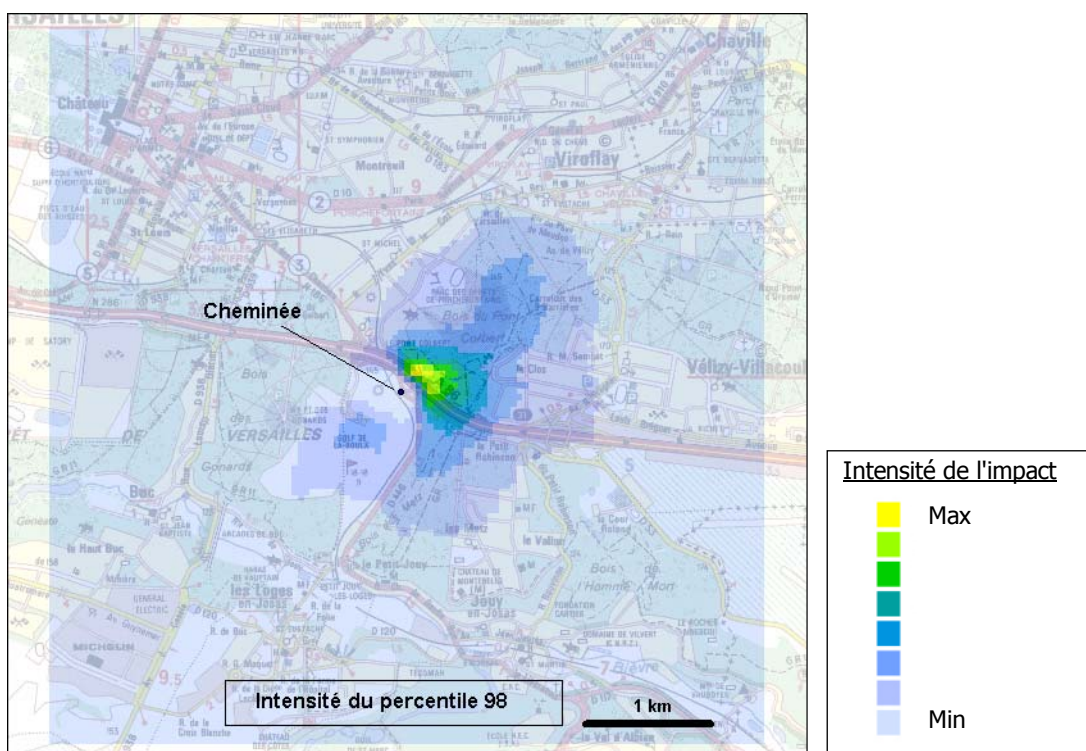
Le percentile 98, qui s'attache en première approche à décrire les phénomènes de pollution les plus aigus, représente la valeur dépassée pendant seulement 2% du temps, donc proche des maximums.

Figure 9(c) : Zones d'intensité d'impact autour de la cheminée A13 – Route de Marly

Cheminée "Pont Colbert"



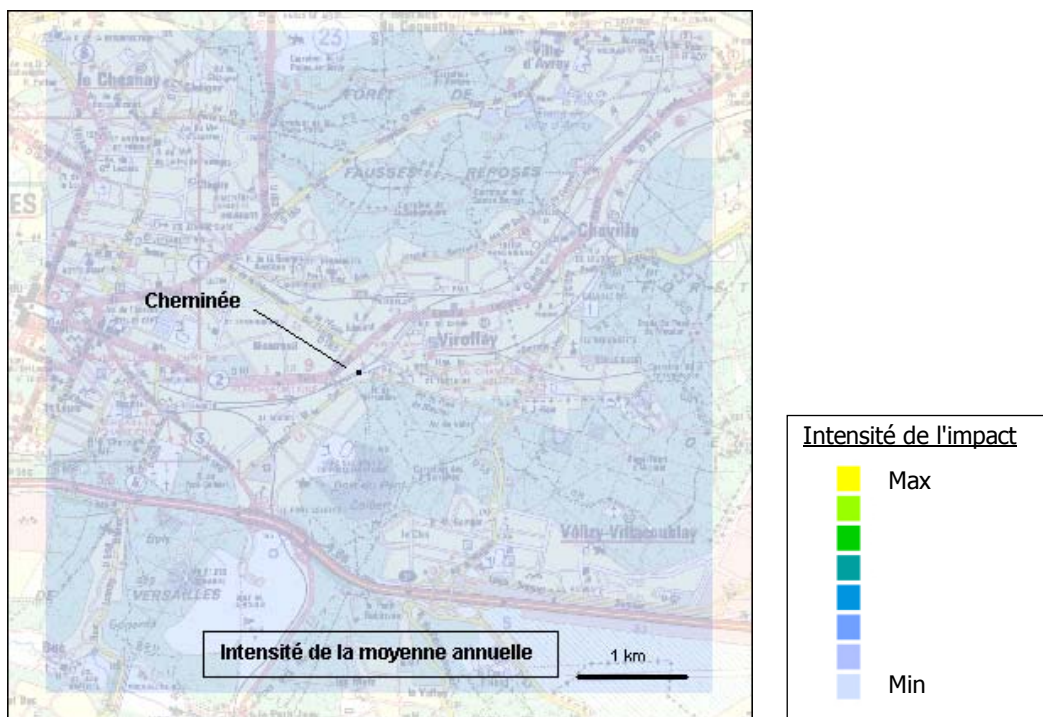
La moyenne peut être considérée comme représentative de la situation chronique de pollution à l'échelle annuelle.



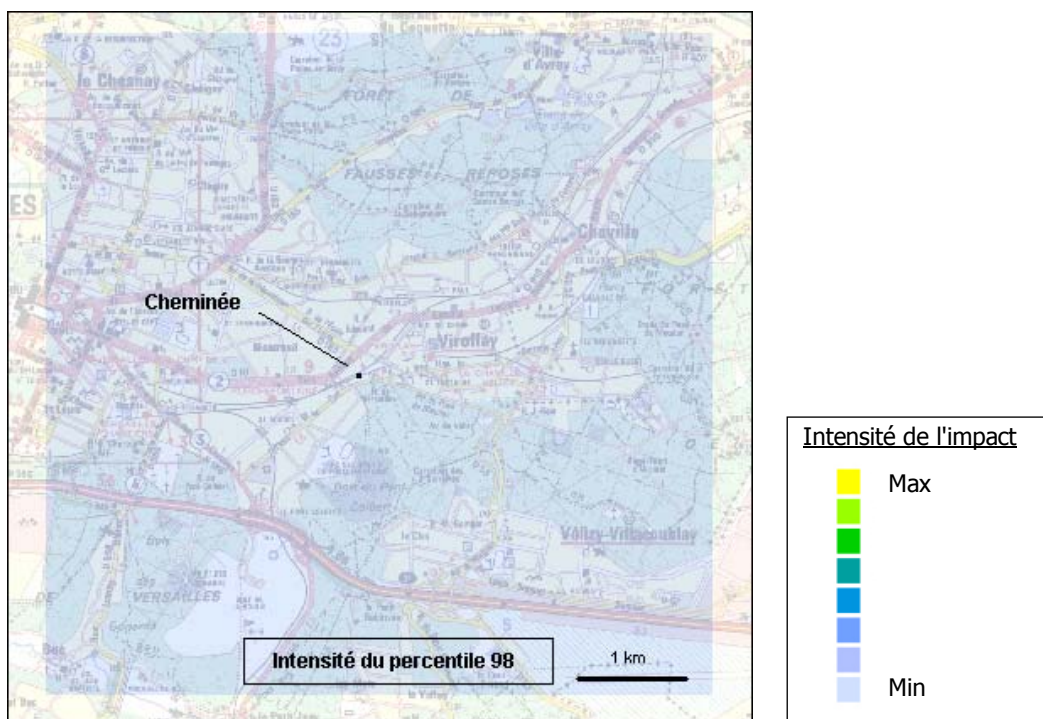
Le percentile 98, qui s'attache en première approche à décrire les phénomènes de pollution les plus aigus, représente la valeur dépassée pendant seulement 2% du temps, donc proche des maximums.

Figure 9(d) : Zones d'intensité d'impact autour de la cheminée Pont Colbert

Cheminée "RD10"



La moyenne peut être considérée comme représentative de la situation chronique de pollution à l'échelle annuelle.



Le percentile 98, qui s'attache en première approche à décrire les phénomènes de pollution les plus aigus, représente la valeur dépassée pendant seulement 2% du temps, donc proche des maximums.

N.B. Sur la base des informations fournies par l'exploitant (cf. Tableau 2(f)), aucune émission ne concerne la cheminée « RD10 »

Figure 9(e) : Zones d'intensité d'impact autour de la cheminée RD10

Principales observations :

- ◆ On rappelle que les différentes cartes réalisées ici, figurant les zones de retombée des rejets issus des cheminées dont il est question, ne nous intéressent qu'en terme de répartition spatiale. Ainsi, si les échelles de couleurs qui figurent l'intensité de l'impact sont identiques d'une simulation à une autre, elles ne le seraient pas en terme de concentration : pour une même échelle de couleurs, la gamme de concentrations associées serait donc différente d'une carte à une autre.
- ◆ Selon les estimations d'émissions, l'unité de ventilation - extraction de la "RD10" ne fonctionnerait jamais et donc cette cheminée n'aurait pas d'impact sur la qualité de l'air avoisinant.
- ◆ Concernant les cheminées de "A13-Route de Marly", "A13-Vaucresson" et "Pont-Colbert", les calculs de dispersion effectués amènent à observer les retombées des rejets sous les vents majoritairement observés au cours de la chronique météorologique retenue. Les différents panaches résultant de l'activité de chacune de ces trois cheminées se situent donc au nord-est de chacune d'elles. Les zones de retombées des rejets issus de la cheminée "A13-Vaucresson" simulées sont néanmoins assez différentes des deux autres configurations ("A13-Route de Marly" et "Pont-Colbert"). Ces différences sont dues, selon toute vraisemblance, au rythme d'émission des rejets très particulier qui caractérise cette cheminée (cf. § 4.2.3.a.2).
- ◆ Les retombées des rejets issus des cheminées de Rueil-Malmaison présentent quant à elles une répartition spatiale notamment différente. En effet, l'essentiel des retombées se situe dans un secteur au sud-ouest des cheminées.
L'explication de ce phénomène particulier, déjà constaté lors des études précédentes⁷, relève d'une combinaison de deux phénomènes. D'une part, les observations météorologiques montrent que les vents faibles, défavorables à la dispersion, se répartissent de façon plutôt homogène quant à leur secteur d'origine, contrairement aux vents modérés à forts, favorables à la dispersion, qui eux concernent majoritairement le secteur sud-ouest (cf. les figures 5 et 6). D'autre part, les cheminées de Rueil-Malmaison se situent dans le contrebas du relief existant avec l'ensemble du secteur sud des cheminées présentant des altitudes plus élevées.

L'existence de vents peu dispersifs répartis de façon plutôt homogène entre les différents secteurs combinée au relief existant au sud des extracteurs de Rueil-Malmaison, conduit à observer, d'après les résultats de modélisation, l'essentiel des retombées et notamment celles d'intensité maximale, au sud-ouest des cheminées.

Cela a été confirmé à l'aide de la mise en œuvre d'un modèle de simulation plus fin encore⁸ qui prend explicitement en compte l'influence de la topographie sur les champs de vents et donc sur la dispersion des rejets atmosphériques. Ainsi, à condition dispersive égale, les retombées au sud-ouest des cheminées de Rueil-Malmaison évaluées par vents de nord-est sont largement supérieures à celles évaluées au nord-est des cheminées par vents de sud-ouest.

- ◆ Enfin, on peut également observer des différences au niveau des zones de retombées entre les cartes des niveaux moyens et celles des niveaux se rapprochant des maxima (P98). Cela s'explique à nouveau du fait des conditions météorologiques : dans le cas des niveaux moyens, c'est une météorologie "moyenne" de la période d'étude qui est considérée ; dans le cas des niveaux maximum, ce sont les paramètres météorologiques qui ont conduit à les observer qui sont pris en compte et qui correspondent à des conditions de dispersion défavorables particulières, différentes des conditions moyennes.

b/ Définition des secteurs d'étude

Une surveillance exhaustive des différentes unités d'extraction implique la mise en place des campagnes de mesure sur chacun des cinq secteurs d'étude présentés ci-dessus au fur et à mesure selon le calendrier de la mise en service successive de trois tronçons de tunnels prévue dans le cadre du projet. Il s'agit donc de mettre en place des campagnes de mesure (état initial et état final) sur les cinq secteurs d'étude qui permettent d'évaluer l'impact micro-local éventuel du fonctionnement des

⁷ Rapport ARIA Technologies (Réf. ARIA/97.049b) : Bouclage A86, Etude de la dispersion des rejets atmosphériques de stations d'extraction d'air, Site de Rueil-Malmaison, Dossier APOA, 1997.

⁸ Rapport EDF (Réf. HE-33/97/003) : Notice d'utilisation du Code MERCURE - Version 3.2, 1997.

différentes cheminées tout en respectant leur mise en service. Le planning de ces campagnes de mesure spécifiques au voisinage immédiat de chacun des cheminées est présenté au chapitre 5 du présent cahier des charges.

c/ Caractéristiques des campagnes de mesure

Pour chacun des cinq secteurs d'étude Airparif propose de mettre en place la méthodologie de surveillance suivante :

- Mise en œuvre de campagnes par tubes à diffusion passive (NO₂ et BTEX),
- Mise en œuvre de laboratoires mobiles (analyseurs automatiques de NO_x, CO et particules fines PM₁₀). Signalons que la mesure des BTEX au moyen d'un analyseur automatique disposé dans un laboratoire mobile pose des problèmes techniques de fonctionnement de l'analyseur. Ainsi un tube à diffusion BTEX sera également installé au niveau des laboratoires mobiles. Cela est approprié vis-à-vis de la réglementation sur le benzène qui concerne uniquement la moyenne annuelle.

c.1/ Campagnes par tubes à diffusion passive

Les cinq secteurs d'étude sont des domaines de 2 km de côté, centrés sur les unités d'extraction à venir. Les plans d'échantillonnage définis se présentent sous la forme de maillage régulier, au pas de 400 m. Chacune des mailles est affectée d'un site temporaire de mesure (tubes à diffusion) qui se trouve idéalement au centre de celle-ci. En pratique, c'est rarement le cas. La recherche de sites tente alors au mieux de s'en rapprocher. De plus, l'implantation des sites de mesures au sein de lieux sensibles (crèches, écoles, établissements sanitaires...) sera favorisée, tout en respectant le plan d'échantillonnage qui se doit de renseigner la répartition spatiale de la qualité de l'air aux environs des unités d'extractions.

Pour les configurations d'échantillonnage retenues ici, on comptabilise 25 sites temporaires pour chaque secteur d'étude.

Les modalités de recherche et de mise en œuvre des sites temporaires sont décrites dans le paragraphe 4.2.5.

Les cartes suivantes montrent les secteurs d'étude et les plans d'échantillonnage.

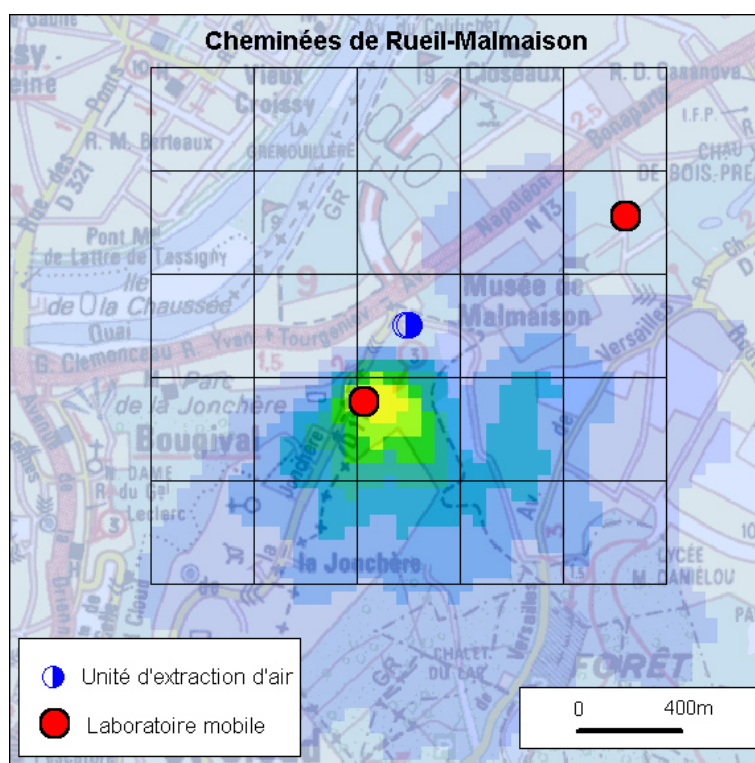


Figure 10(a) : Plan d'échantillonnage de l'étude micro-locale pour les cheminées à Rueil-Malmaison

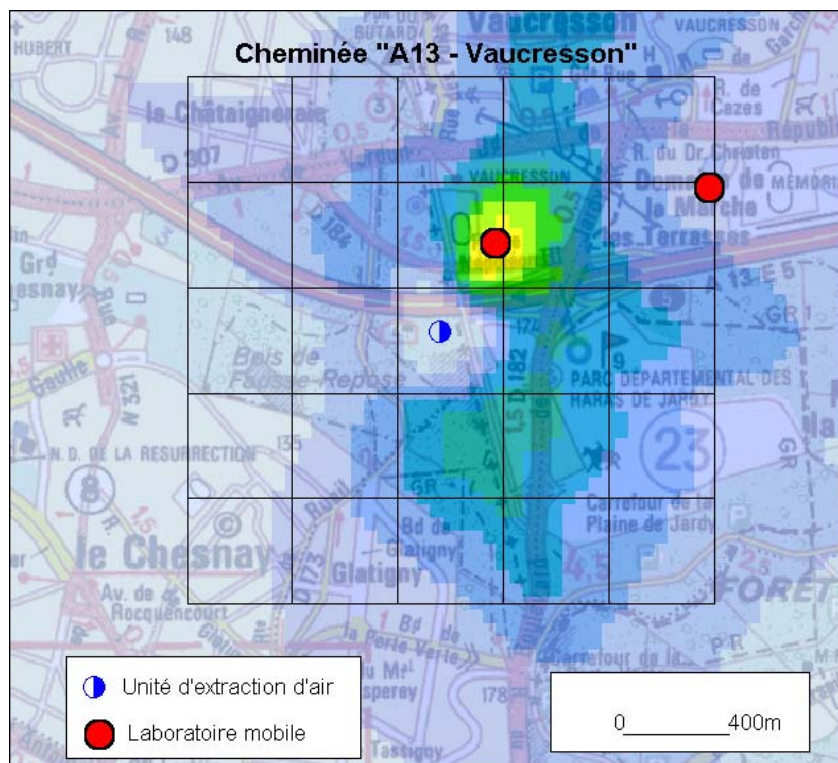


Figure 10(b) : Plan d'échantillonnage de l'étude micro-locale pour la cheminée A13 - Vaucresson

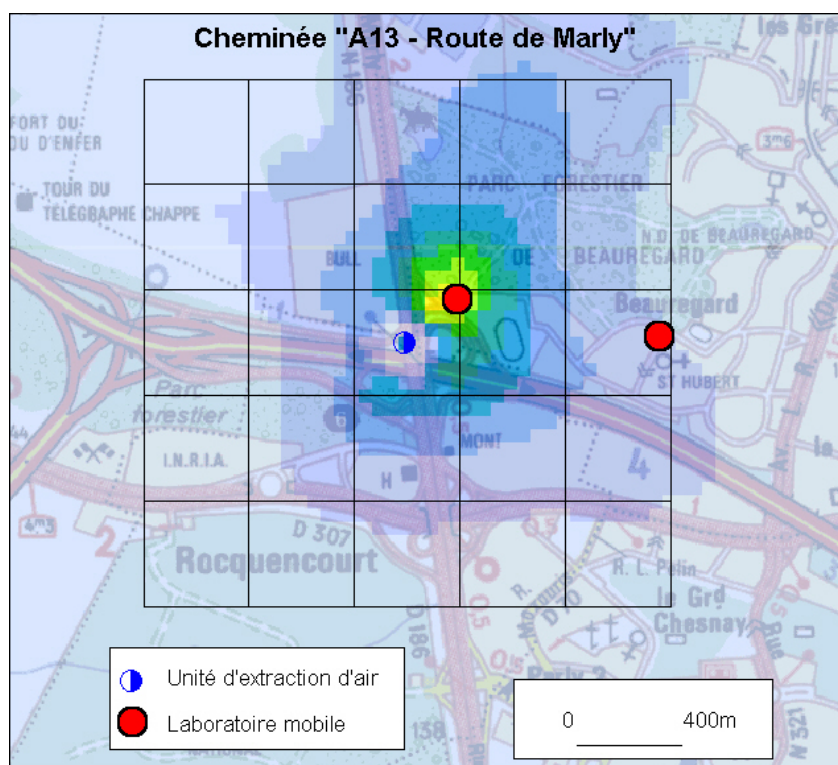


Figure 10(c) : Plan d'échantillonnage de l'étude micro-locale pour la cheminée A13 – Route de Marly

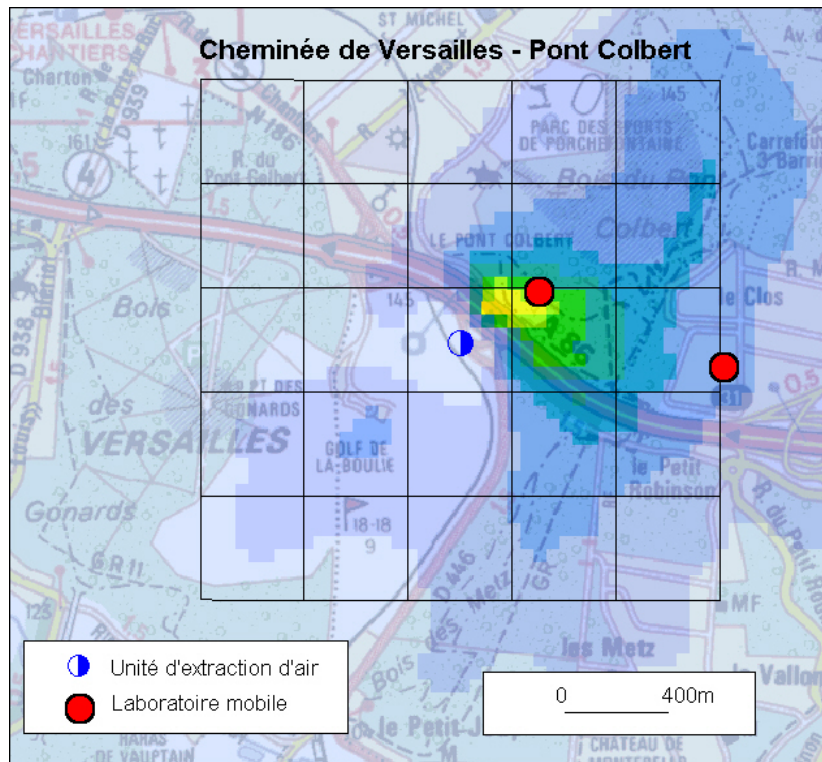


Figure 10(d) : Plan d'échantillonnage de l'étude micro-locale pour la cheminée Pont Colbert

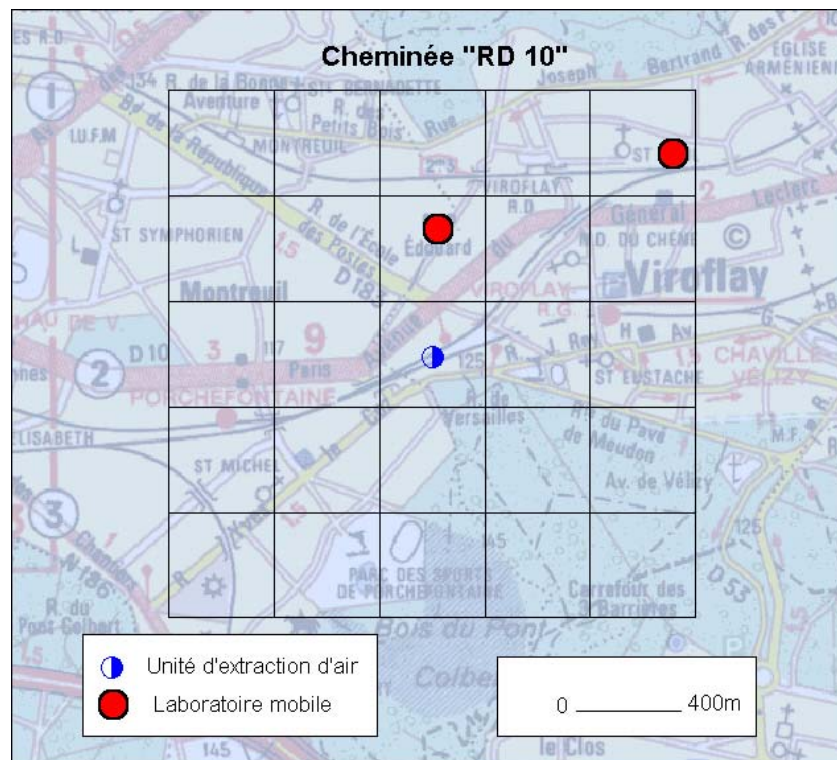


Figure 10(e) : Plan d'échantillonnage de l'étude micro-locale pour la cheminée RD10

c.2/ Laboratoires mobiles

En plus des campagnes par tubes à diffusion passive, Airparif préconise de mener, sur les mêmes périodes, des campagnes de mesure à l'aide de laboratoires mobiles, qui autorisent le suivi des concentrations au pas de temps horaire, 24 heures sur 24. Cela permet donc une analyse temporelle fine des résultats en fonction des conditions météorologiques.

Deux laboratoires mobiles seront installés dans chacun des périmètres d'étude.

Sur les cartes précédentes figurent les localisations des différents laboratoires mobiles. Ces emplacements sont pour le moment purement indicatifs et n'ont rien de définitif. On s'attachera en fait à définir les localisations de façon à répondre aux préoccupations présentées ci-dessous dans chacun des deux cas. Les emplacements retenus ici répondent à ces préoccupations, mais sont loin d'être les seuls. Seules les visites de terrains seront déterminantes quant à ces localisations.

Le principe général du choix de la localisation des deux laboratoires mobiles est le suivant : le premier laboratoire mobile serait situé dans la zone où l'intensité de l'impact de l'unité d'extraction en question est potentiellement maximale selon les résultats des simulations. Mais ce site pourrait également être influencé par d'autres émissions locales importantes comme le trafic routier. Donc le second laboratoire serait situé hors de la zone d'impact de l'unité d'extraction d'air, mais devrait également rester soumis à l'influence des mêmes émissions locales que le premier site. Ainsi, l'écart entre les concentrations relevés par les deux laboratoires mobiles pourrait être imputé à l'influence seule du fonctionnement de l'unité d'extraction en question.

Afin de mieux apprécier l'application sur le terrain de ce principe, prenons par exemple le cas de l'unité de Pont-Colbert, pour lequel :

- ◆ un premier laboratoire mobile sera situé dans la zone de retombée des rejets identifiée via les simulations menées, là où l'intensité de l'impact est maximale. Compte tenu de la configuration propre à ce site et des observations météorologiques dont on dispose (vents dominants de secteur sud-ouest), les mesures réalisées par ce laboratoire seront vraisemblablement à la fois influencées par les rejets de la cheminée mais également par les émissions du trafic de l'autoroute A86.
- ◆ un second sera situé hors de la zone d'impact des rejets liés au fonctionnement de l'unité d'extraction d'air, mais restera soumis à l'influence des émissions liées au trafic de l'autoroute A86, selon une configuration identique à celle du premier laboratoire mobile, c'est à dire à une distance identique de l'axe autoroutier. De cette façon, s'il existe une différence entre les niveaux relevés par le premier laboratoire et ceux mesurés par le second, elle pourrait vraisemblablement être imputée aux rejets de la cheminée.

Pour le cas des cheminées de Rueil-Malmaison, compte tenu des observations faites à l'issu des simulations de retombées des rejets réalisées, une étude approfondie ultérieure sur les conditions météorologiques potentiellement rencontrées lors des campagnes de mesure pourrait amener à reconfigurer l'implantation des sites.

Etant donné que, selon les prévisions d'émissions, l'extracteur de RD10 ne fonctionnerait jamais, le choix de l'implantation finale des laboratoires mobiles à voisinage de cet extracteur sera fondé sur la simulation d'un impact « hypothétique » résultant d'un flux d'émissions constant et fictif et des conditions météorologiques historiquement rencontrées lors de la période de mesure.

Les modalités de recherche et de mise en œuvre de laboratoires mobiles sont décrites dans le paragraphe 4.2.6.

d/ Définition des périodes et durée des mesures

Période et durée des mesures des campagnes visant la quantification de l'impact à l'échelle micro-local seront rigoureusement identiques à celles retenues pour les états initial et final à l'échelle local.

Au total, pour chacun des secteurs d'étude concernés dans le cadre de la caractérisation d'impacts micro-locaux, environ 25 sites temporaires seront nécessaires.

4.2.4 Exploitation des résultats

A l'issue de chacune des campagnes de mesure réalisées pour l'état initial ou l'état final, analyses et interprétations seront menées à partir des paramètres d'intérêt : observations météorologiques, résultats de mesure et cartographies associées. Les conclusions de la campagne seront exposées sous la forme d'un rapport d'étude qui comprendra :

- Un bilan des conditions météorologiques (secteur et vitesse de vent, température) observées pendant la campagne de mesure ;
- Des commentaires et des cartographies des niveaux de pollution de fond obtenus à l'aide des tubes à diffusion passive à l'échelle locale et micro-locale, la quantification de l'impact éventuel des unités d'extraction dans le cas d'un état final ;
- Une analyse fine des niveaux horaires de pollution obtenus à l'aide des laboratoires mobiles en fonction des secteurs de vent, la quantification de l'impact éventuelle à l'échelle micro-locale des unités d'extraction dans le cas d'un état final ;
- Si les conditions météorologiques le permettent, une estimation du positionnement des niveaux moyens des polluants réglementés relevés sur le domaine d'étude en regard des normes de qualité de l'air françaises.

En outre, les données issues des campagnes de mesure, dans le cadre de l'état initial et de l'état final, seront également utilisées pour valider les exercices de modélisation décrits au point 4.3 suivant.

4.2.5 Modalités de mise en œuvre d'une campagne de mesure par tubes à diffusion passive

a/ Identification des sites de mesure

Une attention toute particulière doit être portée à la sélection de sites. Leur nombre important exige une bonne reproductibilité de la représentativité des points de mesure afin de permettre des comparaisons fiables sur le plan spatial. Le choix des sites de mesure doit être effectué par un personnel compétent et habitué à cette technique de mesure. Ce travail d'identification se décompose en trois étapes :

- ♦ recherche de site sur carte au sein de chacune des mailles retenues.
- ♦ visite de terrain afin de vérifier le respect des critères nationaux⁹ concernant les sites temporaires à retenir (sites de fond).
- ♦ élaboration d'une fiche de validation par site : description de la localisation précise accompagnée d'éléments photographiques.

b/ Autorisation

Préalablement à la mise en œuvre des campagnes de mesure, une autorisation de mise en place de l'ensemble des sites répertoriés devra être reçue de la part des communes concernées.

Sans autorisation, la mise en œuvre de mesures n'est pas possible.

c/ Détails logistiques

Les tubes à diffusion sont disposés à l'intérieur d'un boîtier de protection lui-même fixé sur un support dans l'environnement (poteau électrique,...). Ils sont exposés à l'air ambiant pendant 14 jours consécutifs, au cours desquels le(s) polluant(s) mesuré(s) se fixe(nt) sur une cartouche adsorbante entourée d'une membrane poreuse. Une analyse ultérieure en laboratoire de la cartouche permet de déterminer la concentration moyenne du polluant mesurée au cours de la période d'exposition (cf. Annexe 1).

La mise en œuvre de campagnes implique :

- ♦ plusieurs déplacements pour la pose et le retrait des séries de tubes à diffusion passive. Une série de mesure correspond à deux semaines d'exposition des tubes à diffusion. La mise en œuvre sur le

⁹ Document ADEME : Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air, juin 2002, référence 4307

terrain des campagnes de mesure est assurée par du personnel extérieur formé pour ces manipulations spécifiques par Airparif.

♦ la commande, le conditionnement et l'envoi des tubes à diffusion pour l'analyse.

La fourniture du matériel de mesure et les analyses sont assurées soit par le laboratoire de chimie d'Airparif, soit par un laboratoire extérieur, selon le polluant considéré.

Si les manipulations restent simples, elles nécessitent néanmoins un minimum de règles d'assurance qualité : position et orientation des tubes, conditions de conservation avant et après usage, étiquetage précis, délais d'analyse.

Enfin, il est impératif que l'ensemble des tubes d'une même campagne soit installé le même jour et dans les plus courts délais afin de disposer d'une durée d'exposition identique pour chaque site.

4.2.6 Modalités de mise en œuvre d'une campagne de mesure par laboratoire mobile

L'emplacement d'un laboratoire mobile est validé par Airparif sur la base d'une visite de terrain réalisée avec les services de la commune concernée par l'installation du laboratoire.

La mise en service d'un laboratoire mobile implique :

- ♦ le suivi du bon fonctionnement du matériel, des déplacements et maintenances, des frais de pièces détachées si nécessaire ;
- ♦ une alimentation électrique 220V - 20A monophasé (compteur 9 kW) ;
- ♦ une ligne téléphonique RTC avec joncteur en bout de câble, numéro en liste rouge, ceci afin de télé transmettre les données au poste central informatique d'Airparif.

4.3 Surveillance permanente par modélisation en temps réel

Cette partie présente le principe de mise en place d'un observatoire permanent de la qualité de l'air aux abords des tunnels A86 par modélisation en temps réel telle que présentée au point 3.1.

4.3.1 Principe de fonctionnement global du système de modélisation temps réel envisagé

Le système de modélisation envisagé repose sur la mise en œuvre d'une chaîne de calcul temps quasi réel allant du trafic aux concentrations en polluants en passant par l'estimation des émissions sur le secteur d'étude retenu précédemment défini. La chaîne de calcul comporte trois étapes majeures :

- l'estimation temps quasi réel du trafic dans le secteur d'étude
- l'estimation temps quasi réel des émissions dues à ce trafic sur les différentes voiries du secteur d'étude ainsi qu'au niveau des unités d'extraction d'air
- l'estimation temps quasi réel des concentrations en polluants sur le secteur d'étude sur la base des émissions précédemment calculées et des autres émissions du secteur d'étude, des conditions météorologiques observées ou prévues et des concentrations en polluants aux limites du domaine.

Le fonctionnement de chacune des étapes de modélisation est détaillé ci-après.

a/ Estimation temps quasi réel du trafic dans le secteur d'étude

Airparif dispose d'un modèle de simulation spatiale du trafic en temps réel développé spécifiquement dans le cadre du projet européen « HEAVEN » (*for a Healthier Environment through the Abatement of Vehicles Emissions and Noise*) par la SETEC pour le compte de la DREIF (Direction Régionale de l'Équipement d'Ile-de-France). Ce modèle permet, à partir des données recueillies en temps réel par un certain nombre de postes de comptages sélectionnés (659 à ce jour), de fournir, au pas de temps horaire, les données de débits et vitesses les plus réalistes possibles sur chacun des arcs (il y en a plus de 39000) du modèle routier Ile-de-France de la DREIF (référence 2000). Cette estimation du trafic au niveau régional est actuellement obtenue avec un différé de l'ordre de 40 minutes par rapport à la fin de l'heure considérée. Pour cela, le modèle sélectionne, en fonction du type de jour et de l'heure, une des 258 situations de trafic construites au préalable à partir des matrices

origine/destination de référence, cette situation étant censée représenter de manière relativement satisfaisante le trafic de ce type d'heure, puis ajuste la description de manière plus précise par un algorithme de calage automatique lors de la phase d'affectation en prenant en compte les trafics observés par les 659 points de comptages en temps réel. La figure 11 présente le mode de fonctionnement actuel du modèle.

A l'horizon d'ouverture des infrastructures du projet A86 Ouest, outre les modifications du réseau physique (tunnels et échangeurs), il est à prévoir des modifications du trafic et de la demande sur les voies du secteur d'étude par des phénomènes de transfert ou de report d'itinéraires et/ou de trafic induit. Des études réalisées à l'initiative de Cofiroute ont permis d'estimer l'impact sur le trafic que devrait avoir l'ouverture des infrastructures du projet A86 Ouest.

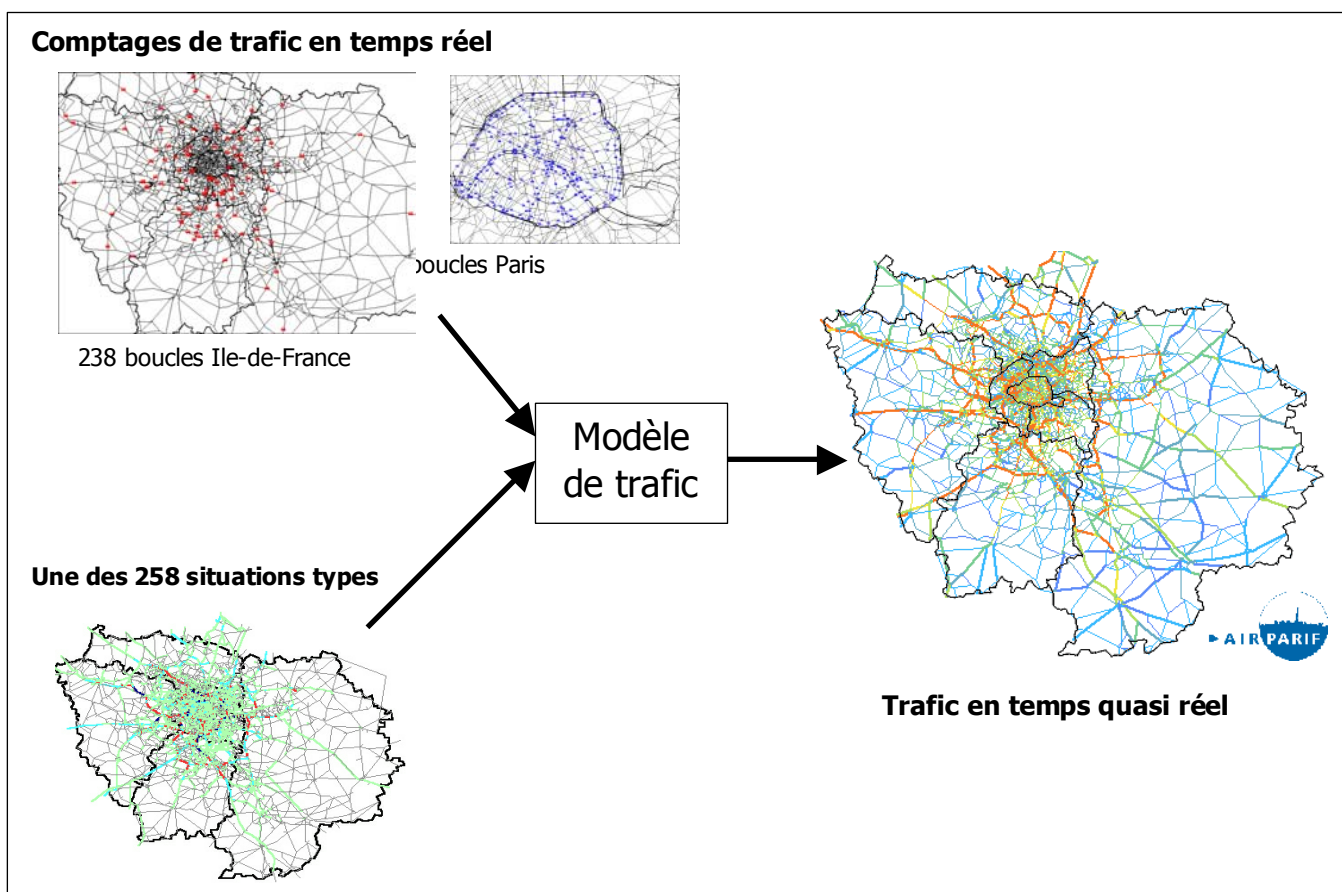


Figure 11 : Schéma de fonctionnement du modèle de trafic en temps réel

Afin de reconstituer fidèlement en temps quasi réel le trafic dans le secteur d'étude, des modifications devront être apportées au système de modélisation du trafic actuellement utilisé à Airparif. Dans sa forme actuelle, le système est en effet dimensionné sur la base des infrastructures du réseau 2000 et des comportements de déplacements associés (calage des affectations types sur les matrices Origine/Destination). Il ne pourra donc pas s'adapter dynamiquement à une modification d'infrastructures impliquant des modifications dans le réseau et dans les matrices Origine/Destination au niveau du secteur d'étude.

Des adaptations importantes du système dans la zone d'étude sont donc à prévoir et cela bien avant la mise en service des infrastructures. Ces adaptations du système nécessiteront notamment de faire appel au concepteur initial du système, à savoir la SETEC. La DREIF/DIT se propose quant à elle d'intervenir, dans le cadre du présent projet, en tant qu'assistance à maîtrise d'ouvrage auprès d'Airparif. Elle fournira de plus toutes les données nécessaires à la SETEC pour son travail d'actualisation/adaptation du modèle. Le travail de re-définition des situations de référence « a priori », à savoir être capable pour chaque type d'heure retenue (258) de bâtir une matrice de demande s'appuiera sur les études prospectives de trafic réalisées à la demande de Cofiroute qui

devront à cette occasion être transmises en intégralité à Airparif (qui transmettra le cas échéant les informations à la SETEC et à la DREIF/DIT).

Dans la mesure où ce travail d'adaptation serait réalisé avant la mise en service des infrastructures, Airparif propose une démarche en deux phases dont l'objectif final est d'actualiser le système de modélisation en intégrant les nouvelles infrastructures tout en prenant en compte les observations de nouveaux points de comptage situés sur les principaux axes du secteur d'étude, notamment aux abords des échangeurs et dans les tunnels.

a.1/ Dès la mise en œuvre des ouvrages

Dans un premier temps, le système de modélisation du trafic modifié pour prendre en compte le fonctionnement des nouvelles infrastructures et donc des modifications du réseau et des matrices origine/destination au niveau du secteur d'étude sera fondé sur les résultats des études prospectives de trafic réalisées à la demande de Cofiroute dans le cadre ce projet.

On complète par ailleurs l'alimentation temps réel du module de trafic d'une part avec des données de comptages supplémentaires situés dans le secteur et gérés par le SIER et d'autre part avec les données en temps réel des nouvelles stations/boucles de comptage qui seront implantées par le concessionnaire sur les ouvrages selon un cahier des charges spécifique établi par le SIER et dont la transmission en temps quasi réel vers Airparif de façon directe ou via le SIER devra être prise en charge par Cofiroute.

Cette méthodologie sera disponible dès la mise en service des ouvrages sous réserve de la mise en place de nouveaux capteurs et d'un système de transfert des données de comptages en temps quasi réel vers Airparif.

a.2/ Au bout d'une année d'exploitation

A terme il s'agit de recalibrer le système de modélisation à partir de l'exploitation des données de comptages recueillies sur les principaux axes du secteur d'étude, notamment aux abords des échangeurs et dans les tunnels. Cela permettra de respecter plus précisément les modifications de trafic réellement observées depuis l'ouverture des infrastructures et non plus les modifications prévues selon les études réalisées.

Le travail de recalage de cette deuxième phase, qui ne sera en outre envisageable qu'après un an, depuis la mise en service de l'ensemble des nouvelles infrastructures, le temps de disposer d'un historique de données de comptages suffisamment conséquent pour permettre le travail de recalage, sera réalisée par le sous-traitant SETEC en accord avec la DREIF/DIT et Airparif. Elle garantit une fiabilité certaine de reconstitution des flux de véhicules au niveau local et au niveau d'ensemble.

b/ Estimation temps quasi réel des émissions du secteur d'étude

Trois grands types de sources contribuent aux émissions du secteur d'étude :

- le trafic routier tout d'abord au niveau des voiries à l'air libre qui peuvent être considérées comme des sources linéiques
- les sources industrielles et les unités d'extraction des tunnels qui peuvent être considérées comme des sources ponctuelles
- les sources issues des activités tertiaires et domestiques et les émissions biogéniques qui peuvent être considérées comme des sources diffuses surfaciques.

Nous passons en revue tour à tour dans ce qui suit le mode de calcul temps quasi réel de ces différentes contributions.

b.1/ Calcul des émissions linéiques dues au trafic sur les différentes voiries du secteur d'étude :

Un modèle temps quasi réel d'émissions développé à Airparif permet de produire, au pas de temps horaire, une évaluation des émissions des principaux polluants (NO_x, CO, particules, CO₂, COVNM, et benzène) pour chacun des axes de trafic pris en compte dans le système de modélisation du trafic. Ce calcul des émissions dues au trafic routier est effectué sur chaque axe de trafic du réseau de la région Ile-de-France en moins de 30 minutes à partir du croisement des estimations de trafic (débits et vitesses moyennes) avec la composition du parc automobile roulant et les facteurs d'émissions

unitaires des véhicules (selon la méthodologie européenne Copert III). La figure 12 présente le mode de fonctionnement actuel du modèle.

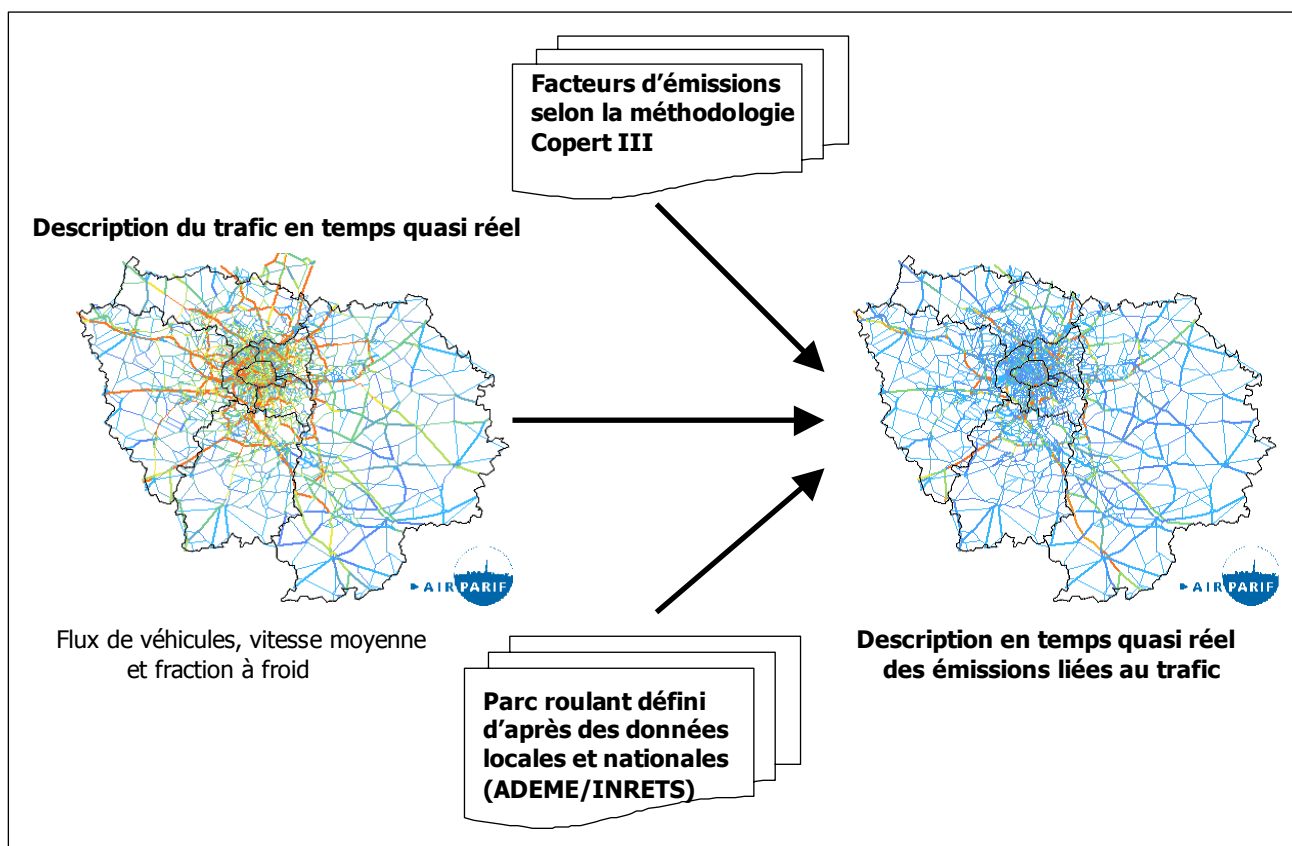


Figure 12 : Schéma de fonctionnement de l'évaluation des émissions routières en temps réel

b.2/ Estimation temps quasi réel des flux de polluants émis au niveau des cheminées industrielles et des unités d'extraction d'air des tunnels :

Les flux de polluants émis au niveau des cheminées industrielles du secteur d'étude seront estimés au pas de temps horaire à partir de profils de modulation temporelle qui auront été fournis par les industriels concernés ou qui seront basés sur des profils par défaut en fonction du type d'activité concerné.

En ce qui concerne les unités d'extraction des tunnels de l'A86 Ouest, l'idée est de mettre en place un système de transfert temps quasi réel vers Airparif des données de flux d'émissions (en g/h) pour les polluants NO_x, CO et particules fines (PM₁₀) des différentes unités d'extraction. En effet, les mesures en continu de concentrations de ces composés seront réalisées par Cofiroute à l'intérieur des tunnels. Les données de concentration pourront être couplées à la connaissance des débits des ventilateurs et des diamètres des cheminées afin de déduire les flux d'émissions lors des période de fonctionnement des cheminées. Un système de transfert de ces informations en temps quasi réel vers Airparif sera développé, ainsi permettant l'évaluation des flux d'émissions.

Afin de valider la démarche concernant l'évaluation des flux d'émissions, des mesures d'émissions ponctuelles seront également réalisées directement dans les cheminées d'extraction. En effet, ces mesures d'émissions devraient permettre de confirmer la cohérence du calcul d'émissions qui sert à alimenter la modélisation numérique en temps quasi réel.

Les mesures d'émissions, qui pourront être réalisées dès la mise en service de l'ouvrage, seront effectuées pendant une période assez longue (de l'ordre d'un mois) pour juger de la fiabilité du calcul d'émissions. Les mesures concerneront le monoxyde et le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, les particules fines (PM₁₀) et le benzène. Le choix de la (des) cheminée(s) à suivre sera défini en collaboration avec Cofiroute et les communes concernées.

Les modalités de mise en œuvre des mesures d'émissions implique la mise à disposition des éléments techniques suivants pour chacune des cheminées :

- ◆ la mise en place dans la paroi de la cheminée, lors de la construction de l'unité d'extraction, de deux brides, sur lesquelles les cannes de prélèvement seront fixées. La localisation exacte des brides (hauteur par rapport au sol, disposition horizontale, ...) sera arrêtée sur la base des éléments techniques lors d'une réunion entre Airparif et Cofiroute avant la construction de l'unité ;
- ◆ une dalle en béton à la base de la cheminée sur laquelle l'armoire contenant les analyseurs ;
- ◆ une alimentation électrique 220V - 20A monophasé (compteur 9 kW) ;
- ◆ une ligne téléphonique RTC avec joncteur en bout de câble, numéro en liste rouge, ceci afin de télé transmettre les données d'émissions au poste central informatique d'Airparif.

De façon à fiabiliser le système d'évaluation d'émission mis en place, la répétition des mesures d'émissions est à envisager. La fréquence de ces mesures serait à définir ultérieurement, notamment sur la base des premières observations faites.

b.3/ Estimation des émissions des sources surfaciques :

Les émissions des sources surfaciques (activités tertiaires et domestiques, émissions biogéniques) seront déduites du cadastre des émissions géré par Airparif au niveau de la région Ile-de-France. Ce recensement des émissions surfaciques porte principalement sur les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les particules fines (PM10), le dioxyde de carbone, et les composés organiques volatils dont le benzène : NO_x, CO, particules, CO₂, COVNM et benzène.

c/ Estimation temps quasi réel des concentrations en polluants sur le secteur d'étude

La modélisation de la qualité de l'air à échelle locale sera réalisée sur le domaine de 16x12 km de côté (tel que défini pour les campagnes de mesure), à l'aide d'un logiciel de simulation de la dispersion des polluants atmosphériques permettant de traiter à la fois les polluants issus de sources ponctuelles (grandes sources industrielles et dans notre cas, les unités d'extraction des tunnels) et les polluants issus de sources linéiques (cas des émissions du trafic sur les voiries du secteur d'étude) ou diffuses (émissions liées aux activités tertiaires et domestiques, émissions biogéniques...). La modélisation numérique étant un domaine technique en évolution quasi continue, il n'est pas à ce stade possible d'identifier précisément le logiciel qui sera mis en œuvre au moment de l'ouverture du premier tronçon des tunnels à venir. Ainsi le logiciel utilisé pourra être celui déjà mis en œuvre dans le cadre du présent cahier des charges pour caractériser les zones potentielles de retombée des rejets ou tout autre logiciel ayant des performances équivalentes ou supérieures qui viendrait à être utilisé au sein d'Airparif. Les caractéristiques et précisions techniques du logiciel seront fournies via les rapports techniques de validation de la modélisation numérique (cf. §4.3.1.b et §5.3.4.a).

Le principe du modèle sera de fournir, au pas de temps horaire, une évaluation temps quasi réel de la qualité de l'air sur le secteur d'étude avec une résolution de l'ordre de 200 mètres. Les polluants qui seront pris en considération seront les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, le benzène et les particules fines (PM10).

L'évaluation horaire de la qualité de l'air par simulation utilisera les données d'émissions calculées ou estimées à l'aide des méthodologies présentées au paragraphe B précédent, les données météorologiques (vitesse, direction du vent, température, nébulosité) observées sur la station Météo-France de Trappes et des données de pollution aux limites du domaine (pollution importée). Les concentrations importées dans le domaine seront calculées à partir des techniques d'assimilation de données utilisées par le système de modélisation à l'échelle régionale d'Airparif (système Pollux). En fonction de la direction du vent, les concentrations estimées dans les mailles Pollux (de résolution 3 km) situées en amont du secteur d'étude fourniront une évaluation de la pollution importée dans le domaine.

d/ Validation des développements

Un tel dispositif ne pourra rentrer en exploitation quotidienne qu'après une phase de validation des résultats. Cette validation sera effectuée par comparaison des résultats obtenus en temps quasi réel avec les données mesurées lors des campagnes de mesure extensives correspondant à la réalisation

des états initial et final de la qualité de l'air. La comparaison des mesures de CO, de NOx et des particules fines (PM10) effectuées au pas de temps horaire à l'aide des laboratoires mobiles avec les résultats issus de modélisation dans les mailles proches des sites d'implantation des laboratoires mobiles, permettra de juger de la cohérence de la variabilité temporelle des phénomènes de pollution modélisés. La modélisation des concentrations en benzène portera au minimum sur des moyennes 15 jours afin d'être comparable avec les résultats des campagnes de mesure par tubes passifs dont la durée d'exposition est de 15 jours. La comparaison des cartographies des concentrations en NO₂ et benzène moyennées sur la période des campagnes de mesure (15 jours) avec les cartographies issues de modélisation et moyennées sur la même période permettra de valider la cohérence de la variabilité spatiale du dispositif de modélisation mis en œuvre.

De façon à fiabiliser le système mis en place au cours du temps, la répétition de campagnes de mesure dans le secteur d'étude est peut-être à envisager. La fréquence de ces campagnes serait à définir ultérieurement, notamment sur la base des premières observations faites.

e/ Synthèse

L'observatoire permanent de la qualité de l'air aux abords des tunnels de l'A86 est basé sur la mise en place de modélisation en temps réelle. Cette modélisation demande une phase de développement importante nécessaire à l'association de modèles complémentaires. Les outils de modélisation, dont disposent Airparif, permettent de décrire les émissions et les concentrations engendrées à la fois par le trafic sur les différentes voies du secteur d'étude, les extracteurs d'air des tunnels de l'A86 et les sources surfaciques (activités tertiaires et domestiques...). Les concentrations de polluants importés sur le domaine d'étude seront aussi considérées. En parallèle, des campagnes de mesure extensives seront menées, elle sont complémentaires à la phase de développement de la modélisation. En effet, les résultats issus du choix des modèles sous-jacents utilisés et de l'association de ces derniers seront validés par comparaison avec les observations relevées lors des campagnes de mesure extensives. Au final, une description de la qualité de l'air sera disponible à travers l'observatoire permanent et concernera les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, les particules fines (PM10) et le benzène.

4.3.2 Transmission des résultats à Cofiroute

L'ensemble des résultats de simulation (cartographies des concentrations pour les indicateurs pertinents, indicateurs relatifs aux zones de dépassement des valeurs réglementaires...) sera mis à disposition de Cofiroute au pas de temps quasi réel avec un différé de l'ordre de quelques heures par rapport aux données observées de trafic.

Une plate forme de consultation de ces données (de type navigateur Web) sera par ailleurs installée sur le site Internet d'Airparif.

5. Mise en œuvre de l'observatoire de la qualité de l'air

Le principe de fonctionnement de l'observatoire de la qualité de l'air exposé au chapitre précédent doit être adapté aux spécificités du projet de bouclage de l'A86 et notamment à la mise en service progressive des ouvrages. En effet, la mise en œuvre sur le terrain de l'observatoire dépend du calendrier du projet et plus particulièrement de l'ouverture successive des trois tronçons de tunnels que comprend ce projet.

5.1 Calendrier des travaux du projet de bouclage de l'A86

Les deux premières mises en service concernent le tunnel Est du projet. Le premier tronçon, appelé VL1, relie Rueil-Malmaison au nord et l'autoroute A13 à Vaucresson. A l'heure actuelle, selon le concessionnaire de l'A86, cette première partie du projet sera mis en service en 2007.

Le deuxième tronçon, appelé VL2, prolonge le premier vers le sud en reliant l'autoroute A13 à Vaucresson et l'A86 à Versailles au raccordement du Pont Colbert. Ce deuxième tronçon est prévu pour ouverture environ deux ans après la mise en service du premier.

Le troisième tronçon, appelé TT, concerne le tunnel ouest. Il relie Rueil-Malmaison au nord avec l'autoroute A12 sur la commune de Bailly. Ce tunnel serait mis en service environ deux ans après l'ouverture du deuxième tronçon VL2.

Comme les tunnels eux-mêmes, les six unités d'extraction d'air seront également mises en service au fur et à mesure que les différents tronçons seront finalisés. C'est donc ce calendrier de mise en service des différents ouvrages qui permet de déterminer le calendrier des campagnes de mesure. La partie (a) du tableau 3 présente schématiquement le calendrier du projet et les différentes mises en service des ouvrages.

5.2 Planning des campagnes de mesure

5.2.1 Principe du planning

a/ Relative à l'évaluation de l'impact des ouvrages à venir

Dans la mesure où l'évaluation de l'impact potentiel de chacune des trois mises en service représente l'un des objectifs de l'observatoire, il est nécessaire de réaliser deux campagnes de mesure, avant et après l'ouverture, pour chacun des trois ouvrages (VL1, VL2 et TT) du projet. Le calendrier des études à réaliser, qui correspondent à l'état initial et à l'état final d'un ouvrage, doit respecter les critères suivants :

- Dans la mesure où l'état initial établit une référence relative à l'état de la qualité de l'air afin d'étudier la seule influence potentielle du nouvel ouvrage, il se doit d'être réalisé au plus proche de son ouverture, afin notamment que cet état de référence ne soit pas biaisé par l'évolution naturelle du trafic dans le périmètre d'étude concerné (renouvellement du parc circulant, évolution des déplacements en Ile-de-France...). En pratique un état initial sera réalisé au plus près de l'ouverture effective de l'infrastructure, c'est-à-dire quelques mois en période hivernale avant celle-ci ;
- Il est proposé de réaliser l'état final un an après l'ouverture de l'ouvrage considéré afin d'atteindre un nouvel état de référence stabilisé dans le domaine d'étude. L'état final d'une infrastructure sera donc réalisé en période hivernale au moins un an après sa mise en service.

Selon ces critères, l'échelonnement de deux ans entre deux mises en service successives convient à réaliser simultanément l'état final associé à la première mise en service et l'état initial associé à la seconde. La partie (b) du tableau 3 montre chronologiquement la réalisation de différentes campagnes de mesure ainsi que les objectifs associés et les secteurs d'études concernés.

Prenons la période entre la mise en service de VL2 et celle de TT par exemple. Dans ce cas, la campagne de mesure préconisée pour la période hivernale qui précède l'ouverture de TT, servirait

comme état final de VL2 et état initial pour TT. Cette campagne permettrait d'étudier à la fois l'impact du projet sur le grand domaine ainsi que les impacts à l'échelle micro-locale à voisinage des unités d'extraction d'air en fonctionnement.

b/ Relative à la validation de l'observatoire à long terme

Au-delà de l'évaluation de l'impact des ouvrages sur la qualité de l'air, de façon à s'assurer de la validité des résultats du système de modélisation, la répétition de campagnes de mesure dans le secteur d'étude est à envisager. La fréquence de ces campagnes serait à définir ultérieurement, notamment sur la base des premières observations faites. Leur objectif porterait sur la fourniture d'informations permettant la validation de l'observatoire par modélisation suite aux évolutions significatives des émissions du secteur et notamment aux évolutions du parc roulant francilien.

De par leur objectif restreint, le protocole de ces campagnes futures (notamment en terme du nombre de sites de mesure) ne serait pas nécessairement aussi exhaustif que celui des campagnes de mesure permettant l'évaluation précise de l'impact des ouvrages. Elles seront cependant mises en œuvre en période hivernale pendant six semaines de mesure.

5.2.2 Choix des dates de réalisation

Au sein de la période hivernale considérée, les dates exactes de réalisation de chacune des campagnes présentées précédemment (caractérisation d'un impact local sur un vaste domaine et caractérisation d'impacts micro-locaux au niveau de différents secteurs d'étude particuliers) seront à définir de concert avec Cofiroute et les communes concernées. Pour mémoire, on rappellera que les deux phases, l'état initial et l'état final, associées au même tronçon sont toutes deux réalisées selon le même protocole (mêmes sites de mesure, mêmes implantations des laboratoires mobiles, mêmes polluants suivis, même période de l'année et même durée des séries de mesure).

5.2.3 Résultats fournis

Pour chacune des campagnes de mesure, un rapport d'étude sera fourni par Airparif en trois exemplaires à Cofiroute dans un délai maximal de trois mois suivant la réception à Airparif des analyses en laboratoire pour les mesures par tubes à diffusion passive. Ce rapport, également accessible au public et téléchargeable à partir du site Internet d'Airparif, comprendra les analyses et les interprétations des données de la campagne, comme précédemment explicité (cf. §4.2.4).

5.3 Mise en œuvre de la modélisation numérique

La partie (c) du tableau 3 présente une ébauche des étapes majeures quant à la mise en œuvre de l'observatoire par modélisation numérique. Celles-ci concernent essentiellement des travaux de conception et de développement ainsi que les différentes phases de calibrage du modèle au fur et à mesure que le projet avance.

5.3.1 Phase de conception et de développement

a/ Développement du système de modélisation

Des travaux de développement importants doivent être engagés avant la mise en service du premier tronçon du projet. Ces travaux concernent le développement d'un système de modélisation spécifique pour l'ensemble du domaine d'étude qui permettra de combiner plusieurs sources d'information concernant la pollution atmosphérique (la pollution de fond, la pollution à proximité des axes routiers, la pollution engendrée par les installations industrielles et par les différentes unités d'extraction d'air...) afin de produire les cartographies de la qualité de l'air les plus réalistes.

(a) Chronologie et caractéristiques des mises en service du projet de bouclage de l'A86 Ouest

		-----TUNNEL EST-----		-----TUNNEL OUEST-----		
		Ouverture VL1	Ouverture VL2	Ouverture TT		
		↓ ←	environ deux ans	→ ↓ ←	environ deux ans	→ ↓
Unités d'extraction en service		Rueil-Malmaison (est) A13 Vaucresson	Rueil-Malmaison (est) A13 Vaucresson RD10 Pont Colbert	Rueil-Malmaison (est) A13 Vaucresson RD10 Pont Colbert Rueil-Malmaison (ouest) A13 Route de Marly		

(b) Chronologie et caractéristiques des campagnes de mesure

Période de mesure de la campagne	Période hivernale précédant l'ouverture VL1	Période hivernale précédant l'ouverture VL2	Période hivernale précédant l'ouverture TT	Période hivernale au moins un an après l'ouverture TT
Objectif(s) de la campagne	Etat initial avant l'ouverture VL1	Etat final associé à VL1 Etat initial avant l'ouverture VL2	Etat final associé à VL2 Etat initial avant l'ouverture TT	Etat final associé à TT
Secteurs d'étude	Campagnes locales et micro-locales	Campagnes locales et micro-locales	Campagnes locales et micro-locales	Campagnes locales et micro-locales

(c) Chronologie des travaux liés à l'observatoire par modélisation numérique

Début du fonctionnement de l'observatoire par modélisation

↓				
Travaux de modélisation à réaliser	Adaptation du réseau (prise en compte des modifications d'infrastructure,...) et développement des nouvelles situations de référence prenant en compte les données des études prospectives du trafic conduites par Cofiroute. Développement d'une modélisation en temps quasi réel sur le secteur d'étude et d'une plate-forme de présentation Calibrage du modèle sur les résultats de la campagne de mesure réalisée avant l'ouverture VL1	Intégration des données temps quasi réel observés dans le secteur sur les nouveaux boucles de comptages dans le modèle de trafic Calibrage du modèle sur les résultats de la campagne de mesure réalisée après l'ouverture VL1	Intégration des données temps quasi réel observés dans le secteur sur les nouveaux boucles de comptages dans le modèle de trafic Calibrage du modèle sur les résultats de la campagne de mesure réalisée après l'ouverture VL2	Intégration des données temps quasi réel observés dans le secteur sur les nouveaux boucles de comptages dans le modèle de trafic Calibrage du modèle sur les résultats de la campagne de mesure réalisée après l'ouverture TT Calage final des 258 situations de référence du modèle de trafic sur les comptages observés

Tableau 3 : Schéma du déroulement chronologique des mises en service successives, des campagnes de mesure et des travaux de modélisation

La modélisation numérique étant un domaine technique en évolution quasi continue, il n'est pas à ce stade possible d'identifier précisément le(s) logiciel(s) qui sera(ont) mis en œuvre au moment de l'ouverture du premier tronçon des tunnels à venir. Ainsi le système de modélisation développé utilisé pourra incorporer le logiciel déjà mis en œuvre dans le cadre du présent cahier des charges pour caractériser les zones potentielles de retombée des rejets ou tout autre logiciel ayant des performances équivalentes ou supérieures qui viendrait à être utilisé au sein d'Airparif. Les caractéristiques et précisions techniques du système de modélisation sera fournis via les rapports techniques portant sur sa validation et calibrage éventuel (cf. §5.3.4.a).

Hormis le développement architectural propre au système de modélisation, cela implique des collaborations externes étroites avec des organismes divers concernant certains aspects techniques dont Airparif n'aura pas la responsabilité directe et notamment :

- La mise en place et l'intégration de nouvelles boucles de comptage du trafic dans le secteur d'étude (cf. §4.3.1.a) afin de décrire correctement le trafic routier, et donc les émissions routières en surface ;
- La mise en place des mesures des polluants au sein du tunnel (cf. §4.3.1.b). Ces mesures, combinées avec les caractéristiques du fonctionnement des unités d'extraction, permettront d'évaluer les émissions spécifiques de chacune des cheminées. Un module de transfert en temps quasi réel vers les ordinateurs d'Airparif de ces informations sera nécessairement développé.

Pour mémoire, on rappellera qu'il est proposé par Airparif de réaliser ponctuellement des mesures d'émissions au sein même des unités d'extraction afin de valider les émissions évaluées indirectement à partir des mesures de polluants au sein du tunnel.

b/ Conception et développement de la plate-forme de présentation

Une plate-forme de présentation des résultats (de type site Internet) sera conçue en collaboration avec Cofiroute. Cette plate-forme, s'inspirant des fonctionnalités d'ores et déjà disponibles sur le site Internet d'Airparif, présentera les cartographies de la qualité de l'air sur le secteur d'étude en temps quasi réel ainsi que les rapports des résultats historiques de l'observatoire. Le contenu précis du site Internet dédié à l'observatoire de la qualité de l'air est détaillé au paragraphe 5.3.4. Airparif assurera le développement informatique de la plate-forme de présentation.

5.3.2 Date de mise en service de l'observatoire par modélisation

Dans la mesure du possible, l'observatoire par modélisation sera en mesure de fonctionner le jour même où le premier tronçon VL1 sera mis en service. Ainsi, à cette échéance, le public pourra consulter en temps quasi réel les informations concernant la qualité de l'air sur le grand domaine d'étude et plus particulièrement celles aux environs immédiats des ouvrages à venir.

Pour mémoire, on rappellera que le modèle numérique servant d'observatoire de la qualité de l'air en temps quasi réel dès la mise en service du premier tronçon aura été auparavant validé sur la base des campagnes de mesure effectuées en période hivernale précédant l'ouverture de l'infrastructure. Dès l'ouverture de l'infrastructure, des boucles de comptage du trafic préalablement mis en place dans le secteur d'étude ainsi que les évaluations d'émissions des différentes unités d'extraction (cf. §4.3.1) fourniront les éléments d'information qui permettront au modèle de prendre explicitement en compte l'ouverture du tunnel.

Le fonctionnement du modèle sera revalidé, actualisé et affiné, par la suite, en fonction des comparaisons avec les résultats des campagnes de mesure qui seront réalisées et par exploitation des données observées de comptages de trafic pour ce qui est le recalage du modèle de trafic.

5.3.3 Validation et actualisation du système de modélisation

a/ Suite aux campagnes de mesure ponctuelles

La validation du système de modélisation sera effectuée par comparaison de ses résultats avec les données mesurées lors des campagnes de mesure extensives. Les mesures horaires obtenues à l'aide des laboratoires mobiles permettront de juger de la cohérence de la variabilité temporelle des phénomènes de pollution modélisés. Les cartographies des concentrations fondées sur la mesure par tubes à diffusion passive permettront de valider la cohérence spatiale du dispositif de modélisation mis en œuvre.

Ainsi chacune des quatre campagnes de mesure extensives impliquera également un travail de validation et, dans le cas échéant, de calibrage du système de modélisation afin de s'assurer de la représentativité des résultats fournis.

De même, une fois l'ensemble du projet de bouclage achevé, la procédure de validation du système de modélisation sera également réalisée après chacune des campagnes de mesure qui seront éventuellement mises en place au cours du temps (cf. §5.2.1.b).

b/ Suite à la remise à jour du modèle de trafic

La description du trafic sur le domaine d'étude sera, dans un premier temps, déterminée à partir de 258 situations de référence du trafic francilien qui prennent en compte les études prospectives de trafic conduite par Cofiroute sur la zone. Au cours des différentes phases de mise en service des ouvrages, la description du trafic sera fiabilisée en intégrant les données temps réel des boucles de comptages spécifiques du secteur concerné.

Le système de modélisation sera ensuite remis à jour, après une période de stabilisation (d'au moins un an) suite à la mise en service de l'ensemble des ouvrages. Cette actualisation du système consiste à recalculer les situations de référence tout en prenant en compte les données de trafic réellement observées depuis la mise en service des deux tunnels.

Ce travail de recalage, réalisé par la société SETEC en accord avec la DREIF/DIT et Airparif, assurera la meilleure description des flux de véhicules au niveau local et au niveau d'ensemble.

La nouvelle description du trafic fournira la base des calculs d'émissions liées au trafic routier en surface.

5.3.4 Résultats fournis

a/ Rapports techniques de validation

Un rapport technique sera réalisé par Airparif après chacune des phases de validation du système de modélisation. Cette note présentera succinctement les comparaisons entre les résultats de mesure et ceux de la modélisation ainsi que, dans le cas échéant, une description du calibrage effectué au niveau de la modélisation si celui-ci a été nécessaire. Le rapport, réalisé dans un délai maximal de trois mois suite à la parution du rapport d'étude pour la campagne de mesure considérée, sera fourni en trois exemplaires à Cofiroute et mis à disposition du public via le site Internet d'Airparif.

De même, un rapport technique sera également réalisé suite aux mesures d'émissions effectuées au sein même des unités d'extraction. Ce rapport présentera les comparaisons entre les mesures d'émissions et les évaluations d'émissions indirectement obtenues à l'aide des mesures de concentration dans le tunnel. Le rapport, réalisé dans un délai maximal de trois mois suite à la campagne de mesure d'émission, sera fourni en trois exemplaires à Cofiroute et mis à disposition du public via le site Internet d'Airparif.

b/ Plate-forme de présentation en temps quasi réel

L'ensemble des résultats de modélisation (cartographies des concentrations pour les indicateurs pertinents, indicateurs relatifs aux zones de dépassement des valeurs réglementaires...) sera mis à

disposition de Cofiroute au pas de temps quasi réel avec un différé de l'ordre de quelques heures par rapport aux données observées de trafic.

Une plate forme de consultation (de type navigateur Web), installée sur le site Internet d'Airparif et dédiée à l'observatoire de la qualité de l'air, permettra au public d'accéder à l'ensemble des données élaborées dans le cadre de ce projet.

La conception de cette plate-forme n'ayant pas encore été entamée, il est très difficile de détailler précisément le contenu des pages Web associées. Néanmoins, le traitement et la présentation actuels sur le site Internet d'Airparif¹⁰ des données d'émissions routières recueillies dans le cadre du projet européen HEAVEN permettent d'apprécier les différentes possibilités de présentation qui pourraient être envisagées à terme.

Ainsi, en ce qui concerne l'observatoire de la qualité de l'air, il serait possible de consulter, heure par heure, soit pour le jour même soit pour un jour quelconque depuis l'ouverture des ouvrages :

- Les cartographies des niveaux de pollution sur l'ensemble du grand domaine pour chacun des polluants considérés ;
- Les cartographies des indicateurs pertinents relatifs aux zones de dépassement des valeurs réglementaires

Il sera également possible de sélectionner chacun des cinq secteurs d'étude particuliers situés au voisinage immédiat des unités d'extraction d'air pour visualiser plus précisément le motif de la qualité de l'air là où elle est potentiellement influencée par celles-ci.

c/ Rapports d'observation annuels de la qualité de l'air

Un rapport d'observation consacré aux résultats annuels de l'observatoire de la qualité de l'air sera fourni par Airparif en trois exemplaires à Cofiroute au plus tard le 31 mars pour les résultats de l'année civile précédente. Ce rapport, également accessible par le public et téléchargeable à partir du site Internet d'Airparif, comprendra les analyses et les interprétations des résultats de la modélisation obtenues au cours de l'année civile en question. Il portera une attention particulière sur le positionnement des niveaux des polluants réglementés sur le domaine d'étude en regard des normes de qualité de l'air françaises et sur l'impact spécifique éventuel imputable au fonctionnement des unités d'extraction d'air.

5.4 Rapports réalisés dans le cadre du programme de travaux

Plusieurs types de rapports seront fournis par Airparif dans le cadre du programme de travaux associé à la mise en œuvre de l'observatoire de la qualité de l'air. En effet, comme il est présenté ci-dessus, chacune des étapes, de mesure ou de modélisation, fera l'objet d'un rapport.

Suite à chacune des campagnes de mesure, seront fournis à Cofiroute :

- un rapport d'étude dans un délai maximal de trois mois suivant la réception des résultats d'analyses en laboratoire ;
- un rapport technique de validation du système de modélisation dans un délai maximal de trois mois suite à la parution du rapport d'étude.

Un rapport technique sera également réalisé par Airparif suite aux mesures d'émissions effectuées au sein même des unités d'extraction, dans un délai maximal de trois mois suite à la campagne de mesure d'émission considérée.

Un rapport d'observation consacré aux résultats annuels de l'observatoire de la qualité de l'air sera fourni par Airparif annuellement au plus tard le 31 mars pour les résultats de l'année civile précédente.

¹⁰ Adresse Internet : <http://www.airparif.asso.fr> sous le rubrique « Les émissions en directe de la rue »

Annexe 1

Principe de mesure des échantillonneurs passifs

L'échantillonneur passif utilisé pour la mesure des BTEX se présente sous forme d'une cartouche absorbante insérée dans un corps poreux (le tube) qui lui est maintenu en position horizontale par le biais d'un support triangulaire, au sein d'un abri de protection (cf. Figure 1).



Figure 1 : Echantillonneurs passifs de BTEX installés à l'intérieur de l'abri de protection

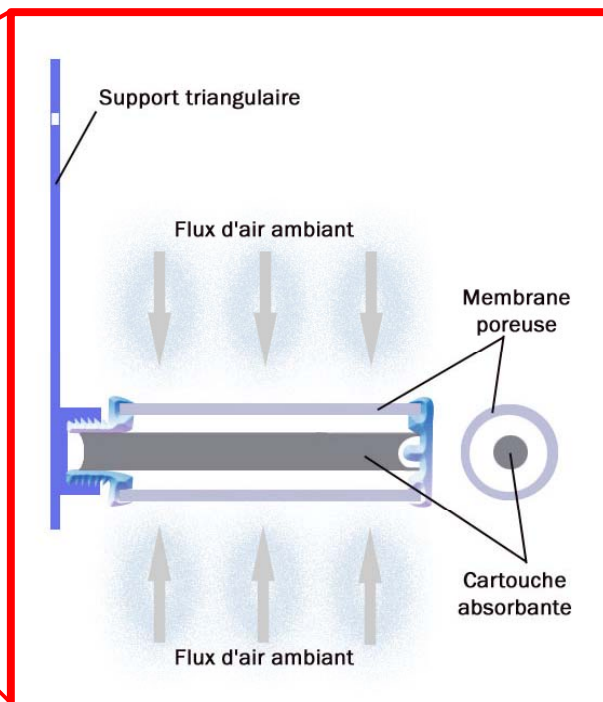


Figure 2 : Schéma de fonctionnement d'un échantillonneur passif (d'après *radiello®*)

Les cartouches absorbantes, imprégnées d'un réactif chimique spécifique, piègent les composés organiques volatils recherchés, au fur et à mesure que l'air circule avec un débit connu à travers le corps poreux (cf. Figure 2). Il y a donc un tube par polluant mesuré (en l'occurrence le benzène et le dioxyde d'azote) qui est accroché à l'intérieur de l'abri de protection lors de la pose sur le terrain du dispositif de mesure. L'abri de protection, fixé sur un support dans l'environnement (poteau, lampadaire...) à environ 3m du sol, permet de protéger l'échantillonneur de l'impact direct du vent, du soleil et de la pluie, optimisant ainsi les conditions de mesure afin de fiabiliser le processus de diffusion et de piégeage des polluants.

La surveillance du dioxyde d'azote par tubes à diffusion sera réalisée à l'aide des échantillonneurs passifs spécifiques à ce polluant. Le principe de fonctionnement de l'échantillonneur de dioxyde d'azote est néanmoins semblable à celui de l'échantillonneur de benzène.

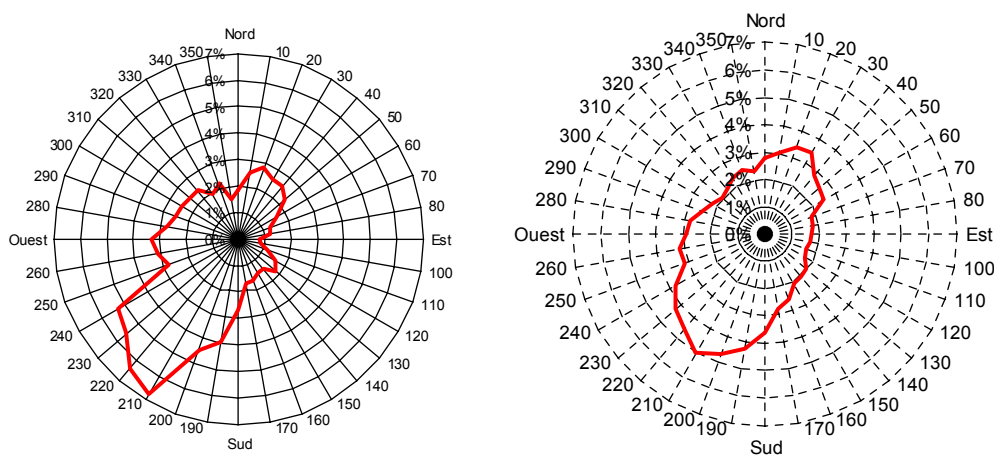
Les échantillonneurs passifs sont exposés durant 14 jours, puis récupérés, fermés hermétiquement et acheminés jusqu'au laboratoire d'analyse où ils sont analysés selon les protocoles spécifiques à chaque polluant. A l'issue des analyses, la concentration moyenne des BTEX, et notamment de benzène, et de dioxyde d'azote sont disponibles.

Comparaison des roses de vent observées à Trappes

La Figure suivante présente les roses de vents observés à la stations météorologiques de Trappes pour la période du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002 et celle allant du 1^{er} février 2001 au 31 janvier 2004 (3 ans). La première est la période d'étude (de 1 an) utilisée pour localiser les zones d'impacts potentiel et la deuxième une période plus longue (de 3 ans) représentative des vents historiquement observés à Trappes.

Les mêmes tendances peuvent être dégagées des deux roses de vents. En effet, les vents dominants rencontrés à Trappes proviennent bien du secteur Sud-Ouest (41% des observations annuelles et 35% des observations tri-annuelles). La répartition des autres secteurs de vent est semblable respectivement pour la période d'un an et celle de trois ans : 20% et 21 % pour le Nord-Ouest, 20% et 23% pour le Nord-Est et enfin pour le Sud-Est 12% et 17%. Quant aux vents nuls, ils sont moins fréquents en prenant les données tri-annuelles (3,5%) qu'en considérant les observations annuelles (6%).

Par conséquent, les vents rencontrés du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002 sont globalement représentatifs de ceux observés sur trois années consécutives et donc représentatifs des vents historiquement observés à la station Météo-France de Trappes. Ainsi, les zones d'impact potentiel obtenus à l'aide de l'historique d'une année de données météorologiques, sont caractéristiques des celles potentiellement touchées selon les vents typiquement rencontrés à Trappes.



(a) du 1^{er} juin 2001 au 31 mai 2002

(b) du 1^{er} février 2001 au 31 janvier 2004

Figure 1 : Fréquence en % des vents observée à Trappes en fonction de leur secteur [source Météo-France].