

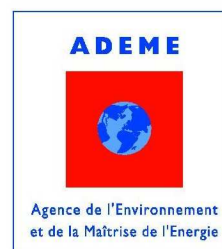


Laboratoire Central
de Surveillance de la Qualité de l'Air

MÉTHODOLOGIE DE DÉFINITION DES ZONES SENSIBLES

DECEMBRE 2010

***GRUPE DE TRAVAIL NATIONAL « ZONES SENSIBLES » :
MEDDTL, LCSQA/INERIS, ATMO RHÔNE-ALPES, ASPA, AIR
NORMAND, AIRPARIF, ADEME***





PREAMBULE

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air est constitué de laboratoires de l'Ecole des Mines de Douai, de l'INERIS et du LNE. Il mène depuis 1991 des études et des recherches finalisées à la demande du Ministère chargé de l'environnement, et en concertation avec les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). Ces travaux en matière de pollution atmosphérique ont été financés par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (bureau de la qualité de l'air) du Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement. Ils sont réalisés avec le souci constant d'améliorer le dispositif de surveillance de la qualité de l'air en France en apportant un appui scientifique et technique au MEDDTL et aux AASQA.

L'objectif principal du LCSQA est de participer à l'amélioration de la qualité des mesures effectuées dans l'air ambiant, depuis le prélèvement des échantillons jusqu'au traitement des données issues des mesures. Cette action est menée dans le cadre des réglementations nationales et européennes mais aussi dans un cadre plus prospectif destiné à fournir aux AASQA de nouveaux outils permettant d'anticiper les évolutions futures.



Méthodologie de définition des zones sensibles

Laboratoire Central de Surveillance
de la Qualité de l'Air

Traitements numériques

Programme financé par la
Direction Générale de l'Énergie et du Climat (DGEC)
Bureau de la qualité de l'air

2010

Magali BENMATI (Atmo Rhône-Alpes), Matthieu BERNARD (ASPA), Michel BOBBIA (Air Normand), Laure MALHERBE (INERIS)

Ce document comporte 34 pages (hors couverture et annexes)

	Rédaction	Vérification	Approbation
NOM	L. MALHERBE	B. BESSAGNET	M. RAMEL
Qualité	Ingénieur de l'Unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) Direction des Risques Chroniques	Responsable de l'unité Modélisation Atmosphérique et Cartographie Environnementale (MOCA) Direction des Risques Chroniques	Responsable LCSQA/INERIS Direction des Risques Chroniques
Visa			

TABLE DES MATIÈRES

RESUME	7
1. INTRODUCTION	9
1.1 Contexte.....	9
1.2 Objectifs et démarche	9
1.3 Contenu de la note.....	10
2. SYNTHÈSE DE LA METHODOLOGIE	10
2.1 Polluants pris en compte	10
2.2 Unité spatiale minimale	12
2.3 Période d'étude	12
2.4 Organisation de la méthodologie.....	13
2.5 Exemple d'application	15
2.6 Cas particuliers	22
2.6.1 L'Île-de-France	22
2.6.2 Les DOM-TOM	22
3. PRESENTATION DETAILLEE DE LA METHODOLOGIE	23
3.1 Etapes 1 et 2. PM ₁₀ : cartographie nationale ou régionale du nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m ³	23
3.1.1 Cartographie des concentrations journalières de PM ₁₀	23
3.1.2 Cartographie des dépassements.....	24
3.1.3 Options possibles à l'échelle régionale.....	25
3.2 Etape 3. PM ₁₀ , NO ₂ : prise en compte de la pollution de proximité.	25
3.2.1 Utilisation de données d'émissions de NO _x	25
3.2.2 Cas des vallées encaissées	27
3.2.3 Cohérence avec les dépassements observés	28
3.3 Etapes 4, 5 et 6. Prise en compte de la sensibilité propre des territoires et délimitation finale des zones sensibles	28
4. CONCLUSION	31
5. REFERENCES	33
6. LISTE DES ANNEXES	34

RESUME

Les schémas régionaux Climat, Air et Energie (SRCAE) instaurés par la Loi Grenelle 2 seront des documents d'orientation qui devront concilier des préoccupations parfois divergentes sur le changement climatique et la pollution atmosphérique.

Pour chaque région française, l'état des lieux requis dans le projet de décret pour ces schémas impose de cartographier des zones dites *sensibles*, où les orientations destinées à prévenir ou à réduire la pollution atmosphérique seront renforcées. Bien sûr, des orientations pour la qualité de l'air dans les SRCAE seront également définies dans le reste du territoire régional, parfois contributeur direct des dépassements constatés en zone sensible. Si des arbitrages se révèlent nécessaires entre les objectifs définis pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre et ceux pour la réduction des émissions de polluants dans l'air, une pondération des critères de choix s'imposera et sera fonction des zones plus ou moins sensibles à la qualité de l'air.

Si ces zones sensibles se définissent principalement en fonction des dépassements de valeurs limites réglementaires, leur délimitation pose une question méthodologique à laquelle il convient de répondre de manière harmonisée. Un groupe de travail animé par le MEDDTL et comprenant des représentants de l'ADEME, du LCSQA et des AASQA a été constitué à cette fin. Il a eu pour mission d'élaborer dans des délais contraints une méthodologie simple, commune, aisément applicable à l'ensemble des régions, et qui assure la cohérence des zones sensibles sur tout le territoire. Pour mener à bien cette tâche, il s'est appuyé sur des travaux méthodologiques existants, réalisés par les AASQA ou le LCSQA, qu'il a réadaptés et développés en fonction des besoins et des contraintes propres aux zones sensibles. Chaque élément de la méthodologie a été soumis à de nombreux tests avant d'y figurer définitivement.

Compte tenu des enjeux associés aux zones sensibles, les polluants retenus dans la définition de ces zones sont les PM_{10} et le NO_2 :

- pour ces composés, des dépassements de valeurs limites réglementaires sont constatés ou risquent de l'être étant donné les niveaux d'émission actuels ;
- les PM_{10} et le NO_2 sont des polluants d'intérêt à la fois pour des problématiques climatiques, énergétique et de pollution de l'air ;
- les données de concentration et d'émission disponibles pour ces polluants sont suffisamment nombreuses et précises pour permettre une exploitation satisfaisante dans chaque région française.

Les zones sensibles sont cartographiées progressivement selon une maille kilométrique.

La première partie consiste à délimiter les zones de dépassement de valeurs limites aux échelles nationale et régionale (dépassements en situation de fond) puis de façon plus localisée (dépassements en situation de proximité). Ce travail tient compte des cinq dernières années de mesure, dans la limite des données disponibles. Pour la pollution de fond, et sauf cas particulier, les dépassements de

la valeur limite relative aux concentrations journalières de PM₁₀ constituent la principale problématique. L'identification des zones de dépassement repose sur la combinaison de données journalières d'observation et de modélisation et sur l'exploitation des estimations journalières ainsi obtenues. Pour la pollution de proximité, qu'il est plus complexe de cartographier, une approche simplifiée fondée sur les inventaires d'émissions de NO_x a été mise au point. Les zones de dépassement sont délimitées selon un critère de surémission, c'est-à-dire d'excès d'émission par rapport à la moyenne nationale. De légers réajustements sont ensuite possibles pour garantir le bon accord de ces zones avec les dépassements réellement constatés.

La deuxième partie fait ressortir les zones qui du fait de la présence de récepteurs peuvent révéler une plus grande sensibilité à la pollution atmosphérique. La densité de population, considérée par l'intermédiaire du bâti, et les écosystèmes sont ici considérés. A partir des bases de données sur l'occupation des sols et le patrimoine naturel, on sélectionne ainsi les zones habitées (tissu urbain continu ou discontinu) et les espaces naturels protégés (zones de protection de biotope, parcs nationaux et régionaux, réserves naturelles).

La dernière partie fait la synthèse des précédentes étapes. Toute maille incluse dans une zone de dépassement, du fait de la pollution de fond et/ou de proximité, et dont la sensibilité est accrue par la présence de zones habitées ou d'espaces naturels protégés, est considérée comme sensible. Les zones sensibles sont finalement agrégées à l'échelle de la commune, premier niveau administratif de gestion de la qualité de l'air.

Dès le début de l'année 2011, toutes les AASQA devront appliquer la méthodologie à leur domaine. Le LCSQA assurera un soutien technique dans cette mise en œuvre. Une analyse de cohérence avec les périmètres des plans de protection de l'atmosphère (PPA) pourra être conduite. Éléments essentiels des schémas régionaux Climat, Air et Énergie, les zones sensibles seront également des outils utiles à la planification et pourront être présentées dans les Programmes de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA).

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

Les futurs schémas régionaux climat-air-énergie (SRCAE) seront des documents d'orientation qui devront arbitrer sur les territoires régionaux entre des intérêts parfois divergents. Ces intérêts concernent d'une part la gestion de la qualité de l'air et d'autre part, une action orientée vers la diminution des émissions de gaz à effet de serre.

Un décret et un guide préciseront à l'échelle nationale les modalités de réalisation de ces futurs schémas. Ceux-ci nécessitent en particulier la réalisation de cartes régionales définissant des zones dites « sensibles » à la dégradation de la qualité de l'air.

Ces zones sensibles sont des zones où les actions en faveur de la qualité de l'air doivent être jugées préférables à d'éventuelles actions portant sur le climat et dont la synergie avec les actions de gestion de la qualité de l'air n'est pas assurée.

La définition et l'identification de ces territoires constitueront également un moyen de connaissance et de diagnostic utile à la planification. Elles pourront ainsi être reprises dans les futurs programmes de surveillance de la qualité de l'air (PSQA).

Les AASQA seront sollicitées pour délimiter les zones sensibles dans leur domaine géographique d'intérêt. Cette obligation pose une question importante de méthodologie dont le Ministère du Développement Durable a jugé nécessaire d'assurer la cohérence sur l'ensemble de la France.

1.2 OBJECTIFS ET DEMARCHE

L'objectif est de mettre au point une méthodologie générique de délimitation des zones sensibles, applicable à l'ensemble de la France. L'idée est de pouvoir identifier des zones d'une surface « raisonnable » (environ 20% du territoire au maximum), qui seront notamment déterminées à partir des constats passés de dépassement des valeurs limites réglementaires.

Un groupe de travail MEDDTL/ADEME/AASQA/LCSQA a été constitué afin d'assurer le cadrage et le suivi de ces travaux.

La présente note décrit la méthodologie élaborée dans le cadre d'une collaboration entre les AASQA membres du groupe (ATMO Rhône-Alpes, ASPA, Air Normand, AIRPARIF) et le LCSQA. Cette méthodologie s'appuie sur des études existantes, qu'il s'agisse d'études méthodologiques du LCSQA ou d'études réalisées par les AASQA à la demande du MEDDTL ou pour leurs besoins propres. Elle se décompose en plusieurs étapes correspondant à un affinement progressif de l'échelle géographique de travail. Les critères de délimitation utilisés représentent nécessairement un compromis entre trois exigences :

- tenir compte des spécificités de chaque région et des données qui y sont disponibles ;
- rendre la méthodologie applicable à l'ensemble des régions
- assurer une cohérence des zones sensibles sur le territoire national.

Le choix de ces critères a fait l'objet de discussions approfondies entre les membres du groupe de travail. Leur pertinence a été évaluée sur la France et des régions pilotes (Rhône-Alpes, Alsace et Haute-Normandie), donnant lieu, lorsqu'il était besoin, à des réajustements.

En outre, si la maille de travail est kilométrique, les zones sensibles sont finalement cartographiées sur des unités communales. Aussi une modification légère des valeurs des critères a-t-elle un impact amoindri sur les contours de ces zones. Dans un souci d'homogénéité, l'adoption de critères communs à toute la France s'est imposée comme la meilleure option.

Enfin, des tests complémentaires sur deux domaines contrastés, la région Centre et la région PACA, ont permis de vérifier l'efficacité et la solidité de la méthodologie.

1.3 CONTENU DE LA NOTE

Le chapitre 2 présente les critères retenus pour la définition des zones sensibles, l'organisation de la méthode et son application à un cas concret. Le chapitre 3 fournit le détail de chaque étape.

Les annexes présentent :

- la feuille de route du GT Zones sensibles, avec la composition du groupe de travail et le descriptif de l'étude LCSQA,
- l'application de la méthodologie à plusieurs régions françaises,
- des compléments sur les calculs et les tests qui ont aidé le groupe de travail dans ses choix.

Les comptes rendus des réunions du GT sont accessibles sur le site du LCSQA, à l'adresse <http://www.lcsqa.org/gt-zones-sensibles>.

2. SYNTHÈSE DE LA MÉTHODOLOGIE

2.1 POLLUANTS PRIS EN COMPTE

Les polluants considérés dans la définition des zones sensibles sont des espèces chimiques dont les concentrations en certains endroits peuvent justifier le caractère prioritaire d'actions en faveur de la qualité de l'air.

Ainsi, ont été pris en compte des polluants pour lesquels il existe des valeurs limites réglementaires susceptibles d'être dépassées et qui peuvent faire l'objet d'enjeux divergents entre qualité de l'air et climat (Tableau 1).

Tableau 1– Polluants sélectionnés pour la définition des zones sensibles

Echelle de travail	Polluants considérés	Valeurs limites considérées
Echelles nationale et régionale	PM ₁₀	35 dépassements du seuil journalier de 50 µg/m ³ (valeur limite plus pénalisante que la valeur limite en moyenne annuelle)
Echelle régionale, cas particulier de l'Ile-de-France	NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Echelle locale	PM ₁₀	35 dépassements du seuil journalier de 50 µg/m ³ (valeur limite plus pénalisante que la valeur limite en moyenne annuelle)
Pollution en hypercentre urbain		40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Pollution de proximité routière	NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Pollution de proximité industrielle	NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle

Remarques :

- ❖ A l'exception de l'Ile-de-France, les dépassements des valeurs limites réglementaires relatives au NO₂ concernent presque exclusivement les sites de proximité.
- ❖ En Ile-de-France, le NO₂, qui se révèle le polluant le plus critique dans cette région, est pris en compte à l'échelle régionale de préférence aux PM₁₀.
- ❖ Les connaissances relatives aux PM_{2.5} sont jugées insuffisantes pour tenir compte de ce polluant dans cette première version de la méthodologie.
- ❖ Cette liste ne comprend pas :
 - l'ozone, même si sur certaines régions, notamment dans le sud-est de la France, ce polluant constitue une préoccupation majeure. La raison est double : aucune valeur limite réglementaire n'est associée à ce polluant ; d'autre part, les zones sensibles sont définies de manière à orienter les actions locales en faveur de la qualité de l'air alors que le problème de l'ozone relève d'une logique de plus grande échelle.
 - le CO, dont les concentrations en baisse n'ont jamais dépassé la valeur limite au cours de ces dernières années.
 - les polluants plus spécifiquement liés aux activités industrielles comme SO₂, benzène et plomb, dont les concentrations peuvent être réduites par

des actions portant sur les ICPE ou qui ne suscitent pas d'antagonisme prononcé entre qualité de l'air et climat.

- ❖ Ne sont considérées que des valeurs limites pour la protection de la santé humaine. Les données disponibles n'ont pas permis d'inclure des valeurs seuils propres aux milieux naturels. Ce point est discuté au paragraphe 3.3.

2.2 UNITE SPATIALE MINIMALE

Unité de travail :

La définition des zones sensibles requiert une description suffisamment fine des territoires. Une **maille de travail kilométrique** sera considérée pour l'ensemble des variables qui interviennent dans la méthodologie (concentrations et dépassements de valeurs limites, émissions, ...).

Représentation finale :

La plus petite unité spatiale retenue in fine pour la cartographie des zones sensibles est **la commune**, premier niveau administratif pour la gestion de politiques publiques telles que la gestion de la qualité de l'air.

2.3 PERIODE D'ETUDE

Pour la cartographie des dépassements de valeurs limites, les **cinq années les plus récentes** (hors année en cours) seront considérées.

La cartographie finale sera obtenue comme **l'union des cartes de dépassement établies pour chacune de ces cinq années, dans la limite des données disponibles**.

Le fait de prendre en compte cinq années au lieu d'une année particulière propre à chaque région (par exemple l'année la plus propice aux dépassements) a pour objet de s'affranchir de la variabilité météorologique et de la variabilité des réseaux de mesure.

Si les données ne permettent pas de couvrir une telle période, celle-ci pourra être réduite. Le choix des années devra être alors justifié.

En pratique, pour cette première application de la méthodologie, les cartes de dépassement relatives aux PM₁₀ pourront être établies pour les années 2007 à 2009 : les données d'observation des années antérieures n'enregistraient pas la fraction volatile des particules (les données corrigées sur ces années ne seront pas utilisées) et le bref délai de mise en œuvre de la méthodologie permet difficilement d'inclure l'année 2010.

2.4 ORGANISATION DE LA METHODOLOGIE

La méthodologie procède par affinement progressif de l'échelle géographique de travail. Elle se développe en six étapes (Tableau 2) détaillées dans le chapitre 3.

Les étapes 1 à 3 consistent à délimiter les zones dans lesquelles les valeurs limites réglementaires concernant les PM₁₀ et le NO₂ sont dépassées.

Au cours des étapes 1 et 2, la variable de dépassement considérée est cartographiée à partir des données de mesure et de modélisation disponibles. Les cartes produites représentent à la fois les dépassements constatés et ceux qui, compte tenu des incertitudes associées aux données d'entrée et aux méthodes, ont pu se produire.

Lors de l'étape 3, les dépassements sont représentés de façon indirecte, par l'intermédiaire d'un indicateur fonction des émissions de NO_x. Comme précédemment, il s'agit de rendre compte à la fois des dépassements observés et des dépassements potentiels.

Les zones ainsi mises en évidence sont ensuite réduites en fonction de la sensibilité propre du territoire, qui est déterminée par la présence de zones habitées (étape 4) ou d'écosystèmes sensibles (étape 5).

Tableau 2 – Définition des zones sensibles. Schéma d'ensemble.

Etape 1 (LCSQA)	Echelle : nationale	Polluant : PM ₁₀
Objectif : identification des régions dans lesquelles la pollution de fond induit ou induit potentiellement un dépassement de la valeur limite réglementaire (35 dépassements au maximum du seuil de 50 µg/m ³).		
Moyen : cartographie du nombre annuel de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m ³ (mailles d'estimation kilométriques).		
Données requises :		
<ul style="list-style-type: none">- données de concentration journalière de PM₁₀ mesurées (BDQA)- données de concentration journalière de PM₁₀ simulées (PREV'AIR¹)		

Etape 2 (AASQA)	Echelle : régionale	Polluant : PM ₁₀
Objectif : à l'intérieur des régions précédemment identifiées, délimitation des zones soumises ou potentiellement soumises à un dépassement de la valeur limite réglementaire par suite de la pollution de fond.		
Moyen : cartographie du nombre annuel de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m ³ (mailles d'estimation kilométriques) dans laquelle il est tenu compte d'une incertitude de +/- 5 µg/m ³ .		

¹ Données actuelles de résolution spatiale d'environ 10 km (0,15° x 0,10°). Cette résolution pourra être modifiée en fonction des évolutions de PREV'AIR dans une application ultérieure de la méthodologie.

Données requises :

- données de concentration journalière de PM₁₀ mesurées (BDQA)
- données de concentration journalière de PM₁₀ simulées (plates-formes régionales de modélisation ou PREV'AIR)

Etape 3 (AASQA)

Echelle : locale

Polluants : NO₂, PM₁₀

Objectif : dans chaque région française, délimitation des zones où les valeurs limites réglementaires relatives au NO₂ et aux PM₁₀ sont ou sont potentiellement dépassées en situation de proximité.

Moyen : cartographie des zones de surémission de NO_x, définies comme l'ensemble des mailles kilométriques dont l'émission moyenne de NO_x est supérieure d'au moins **15 t/km²/an** à la moyenne nationale.

Dans les vallées encaissées, qui représentent un facteur aggravant, ce seuil est abaissé à la valeur de 10 t/km²/an.

Ajout des mailles kilométriques qui n'ont pas été sélectionnées mais dans lesquelles, au cours des cinq dernières années, des dépassements de valeurs limites (NO₂ et PM₁₀) ont été observés par **mesure fixe** ou, sous condition de validation par l'AASQA, par **mesure indicative**.

Données requises :

- inventaire le plus récent des émissions de NO_x (tous types de sources), de résolution spatiale kilométrique (inventaire local ou inventaire national spatialisé)
- données topographiques de haute résolution pour les régions montagneuses

Etape 4 (AASQA)

Sensibilité du territoire liée à la densité de population

Objectif : dans chaque région française, délimitation des zones qui du fait de la densité de population, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air, et tout spécialement aux dépassements des valeurs limites pour la protection de la santé humaine.

Moyen : prise en compte de l'occupation des sols. Sélection des mailles totalement ou partiellement couvertes par l'une des classes suivantes : tissu urbain continu (**classe 1.1.1**), tissu urbain discontinu (**classe 1.1.2**). Possibilité de considérer ponctuellement d'autres classes incluant des zones habitées.

Données requises :

- données d'occupation du sol (base CORINE Land Cover, Service de l'observation et des statistiques pour la France métropolitaine ; base GLCC, U.S. Geological Survey - Land Cover Institute, pour les DOM-TOM)
- données de population (pour vérification des zones sélectionnées)

Etape 5 (AASQA)	Sensibilité du territoire liée à la présence d'écosystèmes
Objectif : dans chaque région française, délimitation des zones qui du fait de la présence d'écosystèmes protégés, peuvent être jugées plus sensibles à une dégradation de la qualité de l'air.	
Moyen : prise en compte des espaces naturels protégés.	
Données requises :	
<ul style="list-style-type: none"> - contours des espaces naturels protégés (Inventaire National du Patrimoine, Muséum national d'Histoire naturelle) 	

Etape 6	Synthèse des étapes précédentes
« Mailles sensibles »	
Sont considérées comme sensibles les mailles kilométriques qui répondent aux deux conditions suivantes :	
<ul style="list-style-type: none"> - l'un des deux critères de pollution au moins est vérifié, la maille a été sélectionnée au cours de l'étape 2 et/ou de l'étape 3 ; - la maille contient ou recoupe des zones habitées ou des zones naturelles protégées - elle a été sélectionnée au cours de l'étape 4 ou de l'étape 5. 	
« Communes sensibles »	
Est considérée comme sensible toute commune satisfaisant à l'une des conditions suivantes :	
<ol style="list-style-type: none"> 1. elle contient ou recoupe au minimum deux mailles sensibles ; 2. elle contient ou recoupe deux mailles au maximum (commune de petite taille) dont l'une au moins est sensible ; 3. elle ne contient ou recoupe qu'une maille sensible, la sensibilité de cette maille étant liée à la pollution de fond ou de proximité routière, <u>et</u> elle est adjacente à une commune sélectionnée selon la condition 1 ou 2. 	
Zones sensibles	
Les zones sensibles sont définies comme la réunion des communes sensibles.	

2.5 EXEMPLE D'APPLICATION

L'application de la méthodologie à une région française est illustrée pour la région Rhône-Alpes.

Etape 1 : cartographie nationale du nombre de dépassements du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10}

Les cartographies sont élaborées à partir des données de concentrations journalières de PM₁₀ extraites de la BDQA (mesures de référence ou mesures ajustées) et des données du système PREV'AIR (simulations issues du modèle CHIMERE, résolution 0,15° x 0,10°). Les données d'observation et de modélisation disponibles conduisent à limiter la période d'étude aux années 2007 à 2009. En 2006, la mesure des PM₁₀ ne prenait pas en compte la fraction volatile des particules de manière opérationnelle. Pour l'année 2010, toutes les données nécessaires à la cartographie ne sont pas encore accessibles ou si elles le sont, requièrent un délai pour être mises en forme.

Une incertitude uniforme et constante de +/- 5 µg/m³ est incluse dans l'estimation des dépassements.

D'après les cartes obtenues pour 2007, 2008 et 2009, et étant donné cette incertitude, la valeur limite réglementaire est dépassée en situation de fond ou elle l'est potentiellement dans les régions suivantes :

- Alsace
- Franche-Comté
- Ile-de-France
- Picardie
- Nord Pas-de-Calais
- Haute-Normandie
- Rhône-Alpes
- Provence-Alpes-Côte d'Azur

NB : ces cartes ne font pas ressortir les dépassements enregistrés sur les sites de proximité dans un certain nombre d'autres régions françaises (Aquitaine, Bourgogne, Lorraine, Midi-Pyrénées, DOM). Les AASQA concernées en tiendront compte dans l'étape 3.

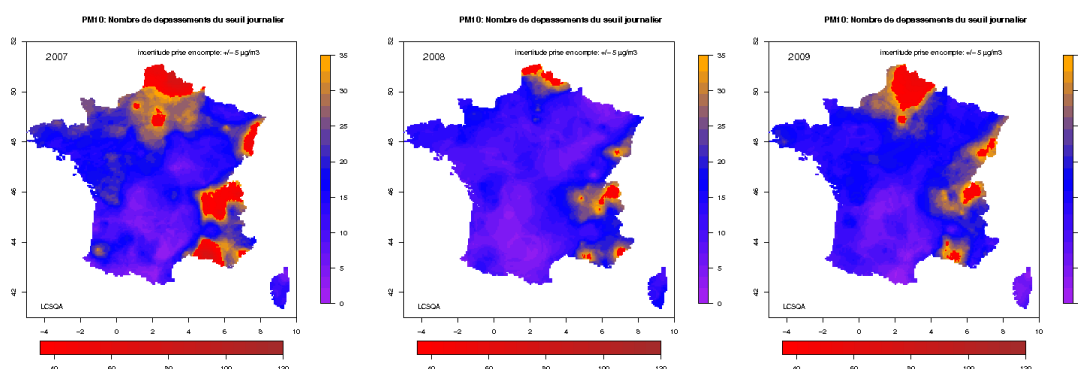


Figure 1 - De gauche à droite : estimation sur la France, selon la méthodologie décrite en 3.1, du nombre de dépassements du seuil de 50 µg/m³ sur les années 2007, 2008 et 2009. (Source des données de modélisation : PREV'AIR)

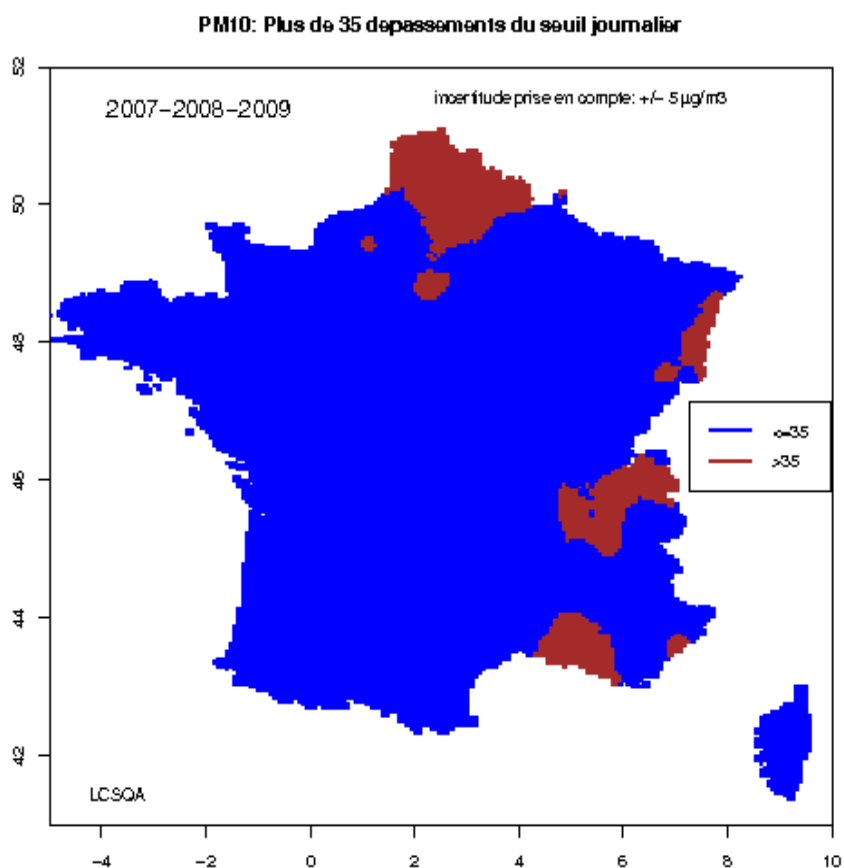


Figure 2 – Identification des zones touchées par plus de 35 dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Union des résultats obtenus pour 2007, 2008 et 2009. (Source des données de modélisation : PREV’AIR)

Etape 2 : cartographie régionale du nombre de dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10}

La région Rhône-Alpes a été mise en évidence au cours de l’étape précédente. Il convient d’y délimiter finement les zones touchées par plus de 35 dépassements du seuil journalier.

ATMO Rhône-Alpes dispose d’une plate-forme de modélisation régionale (PREV’ALP). Une cartographie du même type qu’à l’échelle nationale est produite sur la région à partir des données de PREV’ALP.

Dans la plate-forme PREV’ALP, le modèle CHIMERE est mis en œuvre selon une résolution spatiale de 3 km. Cette résolution, supérieure à celle des données nationales de PREV’AIR, qui est d’environ 10 km, et la prise en compte du relief dans l’élaboration des cartographies permettent d’affiner les contours de la zone de dépassement. Celle-ci est de moindre étendue que dans la carte nationale.

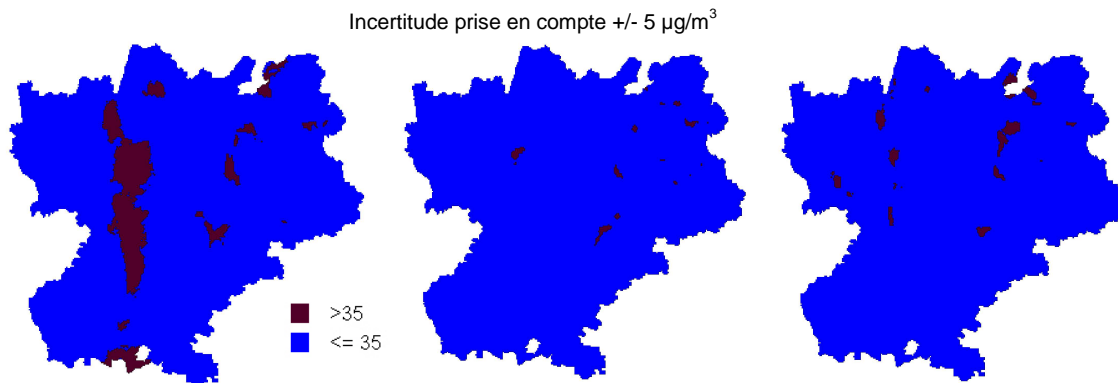


Figure 3 - De gauche à droite : estimation sur la région Rhône-Alpes, selon la méthodologie décrite en 3.1, du nombre de dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les années 2007, 2008 et 2009. (Source des données de modélisation : PREV'ALP)

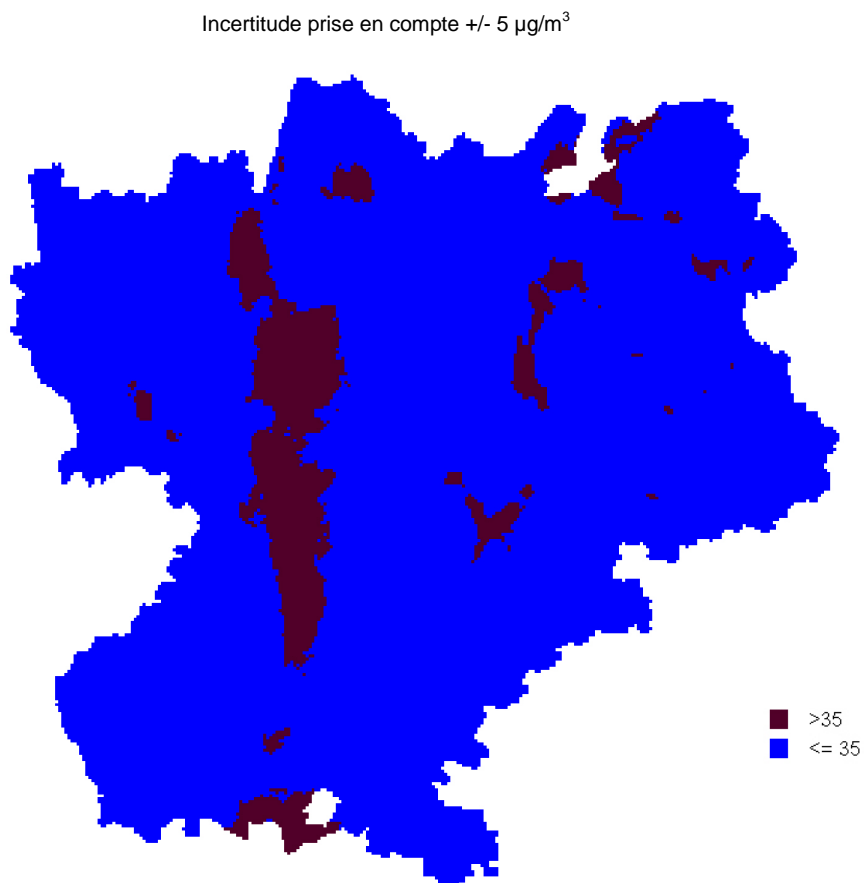


Figure 4 – Délimitation des zones touchées par plus de 35 dépassements du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en région Rhône-Alpes. Union des résultats obtenus pour 2007, 2008 et 2009. (Source des données de modélisation : PREV'ALP)

Etape 3 : Cartographie des zones de surémission de NO_x

Un inventaire local des émissions de NO_x est disponible sur l'ensemble de la région. La Figure 5 présente les mailles dont l'émission de NO_x dépasse d'au moins 15 t/km²/an (ou 10 t/km²/an dans les vallées encaissées) la moyenne nationale.

L'utilisation d'un critère de surémission permet de faire correctement ressortir les sites en dépassement. Toutes les stations de la région qui ont présenté des dépassements sont comprises dans la zone de surémission sélectionnée.

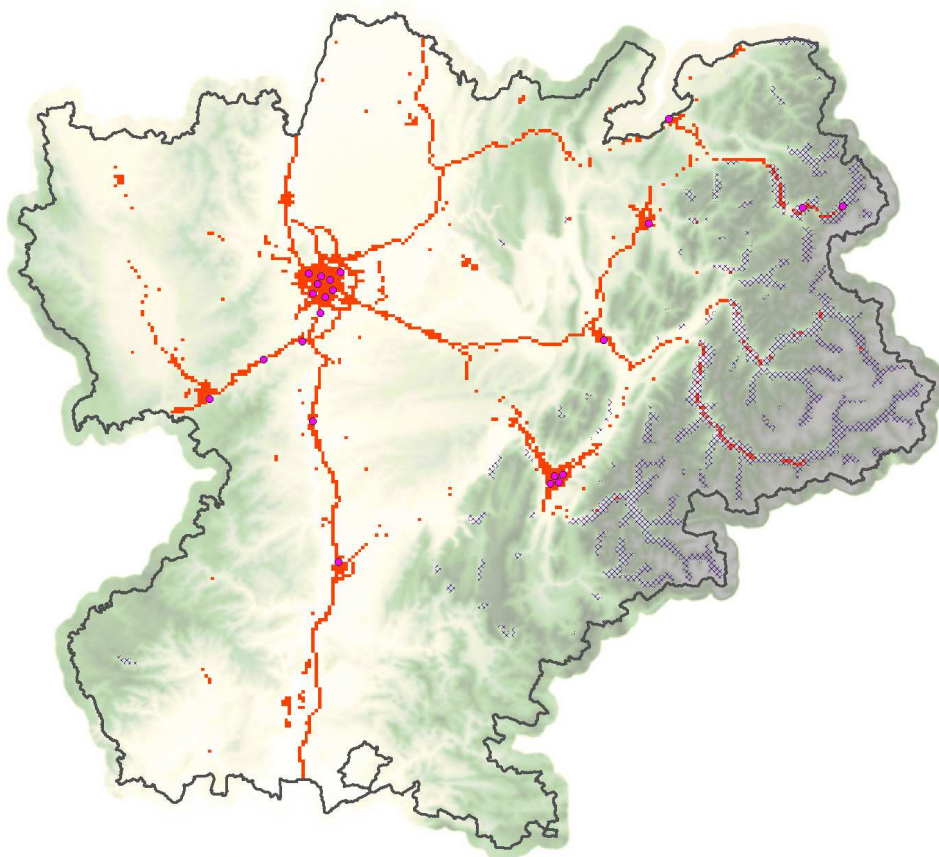


Figure 5 – Délimitation des zones de surémission de NO_x à partir de l'inventaire d'ATMO Rhône-Alpes.

Etapes 4 et 5 : Cartographie des zones habitées et des zones naturelles protégées

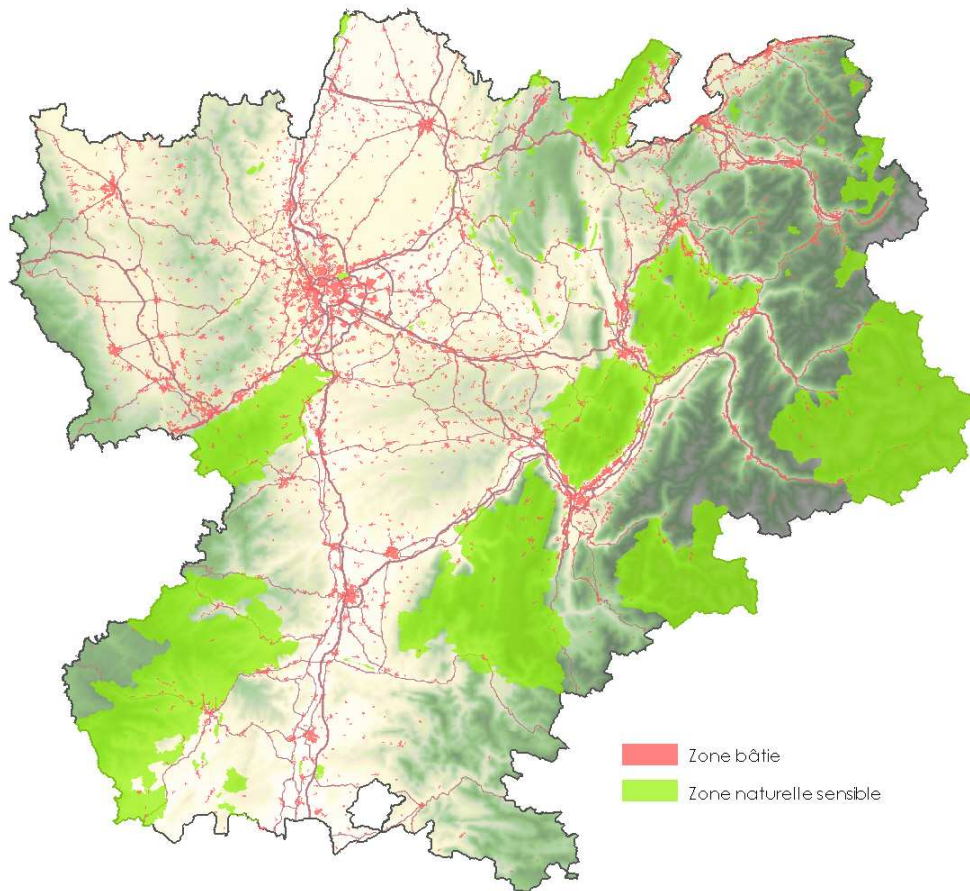
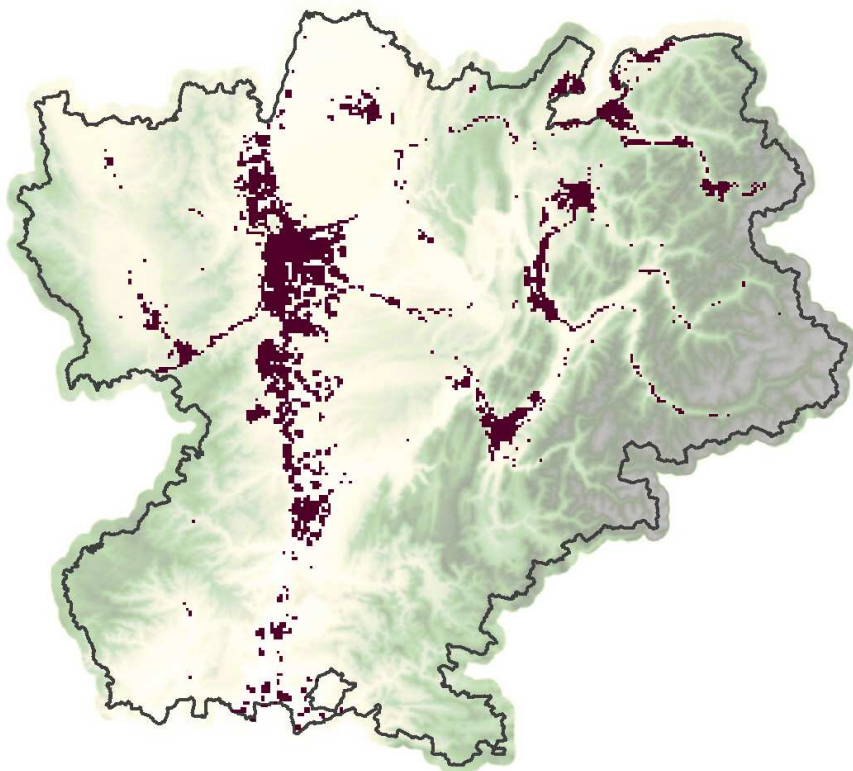


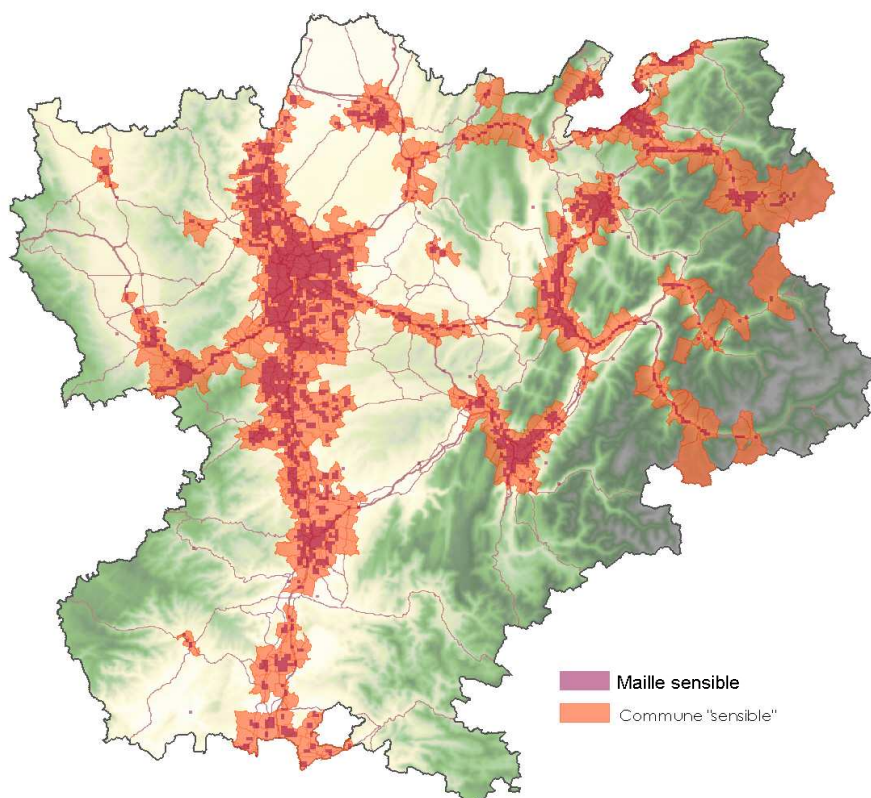
Figure 6 – Zones bâties (CORINE Land Cover), augmentées de quelques zones habitées identifiées à l'aide des données de population (base INSEE), et espaces naturels protégés (données du Muséum national d'Histoire naturelle) de la région Rhône-Alpes

Etape 6 : Délimitation finale des zones sensibles

L'identification des mailles puis des communes sensibles s'effectue selon les conditions énoncées au paragraphe 2.4.



a)



b)

Figure 7 – Cartographie des zones sensibles : a) Identification des mailles sensibles ; b) Délimitation des communes sensibles en fonction des mailles sensibles qu'elles recoupent ou contiennent.

D'après les mailles sensibles sélectionnées, 6% du territoire de la région Rhône-Alpes est concerné, incluant 56% de la population de la région.

740 communes rhônalpines sont finalement identifiées comme sensibles. Cette sélection représente 22% du territoire de la région Rhône-Alpes et inclut 70% de la population de la région (données de population de 2007).

2.6 CAS PARTICULIERS

2.6.1 L'ÎLE-DE-FRANCE

En Île-de-France, le NO₂, qui se révèle le polluant le plus critique dans cette région, est pris en compte de préférence aux PM₁₀ pour les niveaux régionaux.

Les étapes 1 et 2 sont remplacées par la cartographie des dépassements de la valeur limite annuelle du NO₂ (40 µg/m³). La méthode tient compte à la fois de la pollution de fond et de la pollution de proximité (AIRPARIF, 2010, 2009, 2008). On vérifie que les zones de dépassement mises en évidence incluent l'ensemble des stations fixes pour lesquelles les valeurs limites réglementaires (PM₁₀ et NO₂) ont été franchies.

2.6.2 LES DOM-TOM

En ce qui concerne la pollution de fond, les données actuellement disponibles ne permettent pas d'élaborer des cartes de dépassement pour les PM₁₀. Grâce à l'INS, les DOM-TOM bénéficient toutefois de données d'émissions de PM₁₀. Celles-ci seront exploitées, en concertation avec les AASQA concernées, afin d'identifier les principales sources anthropiques de PM₁₀, autres que le trafic. L'analyse conjointe de ces sources et des données d'observation disponibles (issues de stations ou de campagnes de mesure) pourra conduire à la sélection de mailles sensibles ajoutées en complément aux résultats obtenus avec le critère de surémission de NO_x. Dans la mesure où les zones sensibles doivent orienter des actions en faveur de la qualité de l'air, il n'y a pas lieu de prendre en compte les sources naturelles (principalement les poussières d'origine subsaharienne pour les Antilles, les feux de biomasses et les sels marins). Néanmoins cette contribution doit être correctement évaluée afin de ne pas sous-estimer ou surestimer la surface des zones sensibles.

Le reste de la méthodologie (étapes 3 à 6) s'applique de manière inchangée.

3. PRESENTATION DETAILLEE DE LA METHODOLOGIE

3.1 ETAPES 1 ET 2. PM₁₀ : CARTOGRAPHIE NATIONALE OU REGIONALE DU NOMBRE DE DEPASSEMENTS DU SEUIL JOURNALIER DE 50 µG/M³

La méthode proposée repose sur un traitement géostatistique des données d'observation extraites de la BDQA et de l'information apportée par le modèle CHIMERE. Elle se développe en deux étapes :

- Cartographie des concentrations journalières de PM₁₀ (élaboration de cartes analysées) ;
- Prise en compte simplifiée de l'incertitude d'estimation et détermination des zones potentielles de dépassement.

3.1.1 CARTOGRAPHIE DES CONCENTRATIONS JOURNALIERES DE PM₁₀

Toute méthode d'analyse dont l'efficacité a été démontrée (validation croisée, validation directe) peut être mise œuvre.

A l'échelle nationale, deux techniques de krigeage apparaissent plus particulièrement appropriées pour combiner les données de mesure et les résultats du modèle CHIMERE (LCSQA / Malherbe et Ung, 2009) :

- le krigeage des observations avec CHIMERE en dérive externe ;
- le cokrigeage ordinaire entre les observations (variable principale) et CHIMERE (variable secondaire), avec l'hypothèse d'un modèle linéaire de corégionalisation.

Cette seconde approche, qui s'est montrée bien adaptée aux données journalières de PM₁₀, a été ici appliquée. Des résultats d'évaluation sont joints en annexe (annexe 4). Les deux techniques de krigeage continuent de faire l'objet d'évaluations et de comparaisons en vue d'accroître la précision des cartes. Plusieurs variables auxiliaires ont été testées (population, émissions) mais pour la plupart des jours, elles ne sont pas suffisamment corrélées avec les concentrations journalières pour améliorer les cartographies.

Les données d'entrée sont les suivantes :

- concentrations moyennes journalières de PM₁₀ mesurées par les stations rurales, périurbaines et urbaines de fond. Ces données sont extraites de la BDQA. Pour une meilleure estimation près des frontières du domaine d'intérêt, il est recommandé, lorsque les données sont disponibles, de tenir compte de stations situées sur une distance de quelques dizaines de kilomètres autour de ce domaine.
- concentrations moyennes journalières de PM₁₀ simulées par le modèle CHIMERE. Pour le krigeage avec dérive externe ou le krigeage des innovations, cette variable doit être préalablement interpolée sur la grille

d'estimation si sa résolution spatiale est plus grossière que celle-ci. Pour le cokrigeage ordinaire, cette étape intermédiaire n'est pas nécessaire.

- le cas échéant, variables auxiliaires susceptibles d'améliorer la précision de la cartographie.

3.1.2 CARTOGRAPHIE DES DEPASSEMENTS

Pour cartographier le nombre annuel de dépassements de la valeur $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, on compare à ce seuil chacune des 365 ou 366 cartes estimées par krigeage :

1. chaque carte journalière est convertie en une grille de 0 (la concentration de la maille est estimée inférieure ou égale à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et de 1 (la concentration de la maille est estimée strictement supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). L'incertitude de l'estimation est prise en compte dans cette transformation.
2. on fait la somme des cartes transformées.

Pour une mise en œuvre plus aisée, une manière simple de prendre en considération l'incertitude d'estimation a été définie :

- une incertitude uniforme et constante de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, supposée représenter l'incertitude liée au krigeage et aux données, est considérée.
- les concentrations journalières estimées sur chaque maille sont encadrées par un intervalle :

$$Z_j^*(x) - 5 \leq Z_j(x) \leq Z_j^*(x) + 5$$

- **une maille est déclarée en dépassement si la borne supérieure de cet intervalle est strictement supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.**

Remarques :

- Cette approche fait l'hypothèse majorante que la concentration se situe toujours dans la partie haute de l'intervalle.
- Le LCSQA a travaillé sur une méthodologie permettant de prendre en compte une incertitude variable dans l'espace et le temps. Le calcul repose sur l'utilisation de l'écart-type de krigeage. Sensible aux paramètres du krigeage et à la configuration des données, il nécessite une couverture dense du domaine par les sites de mesure. Si à l'échelle nationale, il fournit des résultats satisfaisants, localement, des artéfacts peuvent apparaître du fait d'une répartition plus lâche ou plus irrégulière des stations.

Aussi, l'application d'une incertitude uniforme et constante a pour objet d'éviter ces situations et les réajustements qui s'imposeraient alors. Par cohérence, cette approche simplifiée concerne aussi bien l'étape 1 (cartographie sur la France) que l'étape 2 (cartographie sur les régions). Sur la France, les deux méthodes conduisent à des cartographies relativement proches (Annexe 5).

3.1.3 OPTIONS POSSIBLES A L'ECHELLE REGIONALE

Aux AASQA concernées par l'étape 2 s'offrent trois possibilités :

- mettre en œuvre la méthodologie avec des données de modélisation régionale ;
- mettre en œuvre la méthodologie avec les données de PREV'AIR, en affinant la cartographie nationale par des variables auxiliaires pertinentes pour la région ;
- conserver les résultats de la cartographie nationale.

Le choix d'une de ces options est laissé au soin de chaque AASQA en fonction des outils et données dont elle dispose et de son expertise.

3.2 ETAPE 3. PM₁₀, NO₂ : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DE PROXIMITE.

3.2.1 UTILISATION DE DONNEES D'EMISSIONS DE NO_x

Les contraintes liées au développement et à l'application de la méthodologie ne permettent pas l'élaboration d'une cartographie fine des dépassements sur chaque région française. L'inventaire national spatialisé (INS) du Ministère du Développement Durable et les inventaires locaux fournissent en revanche des données d'émissions de NO_x sur l'ensemble de la France (métropole et DOM-TOM). Celles-ci se révèlent un moyen commode de prendre en compte la pollution de proximité, quelle que soit son origine, et de représenter les dépassements de valeurs limites (PM₁₀ et NO₂) engendrés par cette pollution.

Soit un inventaire des émissions de NO_x, spatialisé selon une maille kilométrique.

On utilisera l'inventaire le plus récent disponible pour la région étudiée. Celui-ci peut être en effet considéré comme le plus représentatif des émissions actuelles et futures.

En chaque maille *i*, la surémission est calculée de la façon suivante :

$$\Delta E_{NO_x}^i = E_{NO_x}^i - \overline{E_{NO_x}}$$

$E_{NO_x}^i$: quantité de NO_x émise sur la maille, en t/km²/an

$\overline{E_{NO_x}}$: quantité moyenne de NO_x émise par km² sur la France métropolitaine, en t/km²/an.

La moyenne nationale considérée est l'émission moyenne sur les mailles de l'Inventaire National Spatialisé, soit 2,0 t/km²/an² (année 2004 ; année 2007 en cours de réactualisation).

Toute maille qui vérifie : $\Delta E_{NO_x}^i \geq 15 \text{ t/km}^2/\text{an}$ est sélectionnée.

² valeur comparable à la moyenne nationale déduite des données 2008 du CITEPA (2,3 t/km²/an).

Le seuil de 15 t/km²/an a été fixé à l'issue de multiples tests réalisés aux échelles nationale et régionale. En particulier, les données d'observation concernant les dépassements de valeurs limites (PM₁₀ et NO₂) ont été confrontées aux données de surémission de NO_x fournies par l'Inventaire National Spatialisé (INS, 2004) (exemple : Figure 8 et annexe 5) ou les inventaires locaux (les émissions considérées sont celles des mailles qui contiennent les stations de mesure).

Le choix du seuil était contraint par plusieurs exigences :

- rendre compte de la majorité des dépassements observés ;
- éviter d'étendre exagérément les zones supposées en dépassement ;
- aboutir à des zones cohérentes avec la connaissance qu'ont les AASQA des sources d'émission et de la pollution sur leur domaine.

La valeur finalement retenue est apparue comme un compromis raisonnable entre ces exigences.

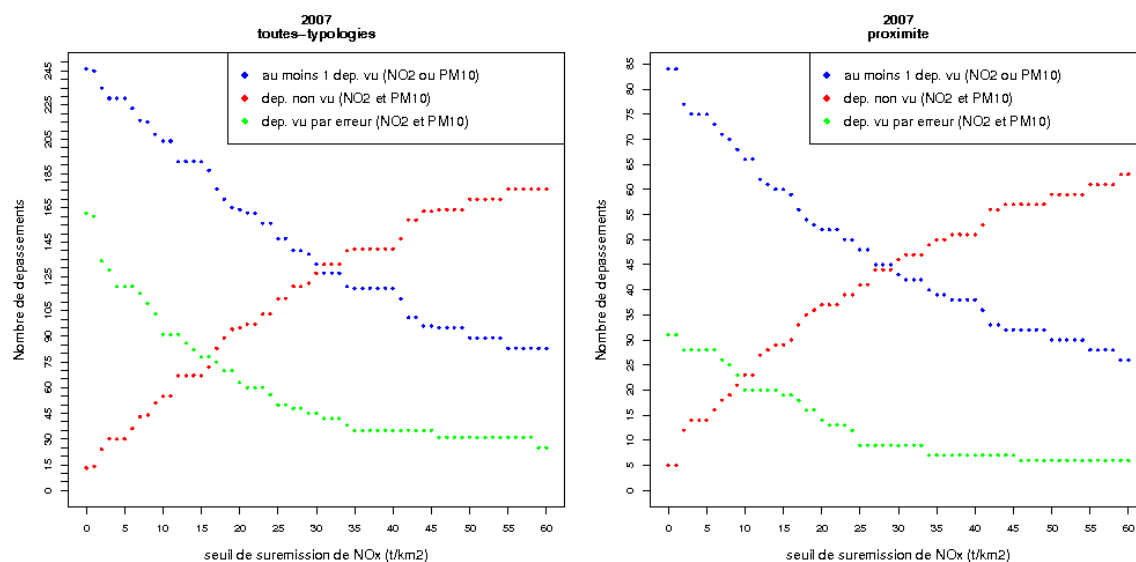


Figure 8 – Représentation, **en fonction du seuil de surémission, du nombre de stations** identifiées à raison comme étant en dépassement (bleu), identifiées à tort comme étant en dépassement (vert), non identifiées alors qu'il y a eu dépassement (rouge). A gauche : sites de toutes typologies. A droite : sites de proximité routière ou industrielle. Année 2007. Données d'observation et d'émissions respectivement extraites de la BDQA et de l'INS.

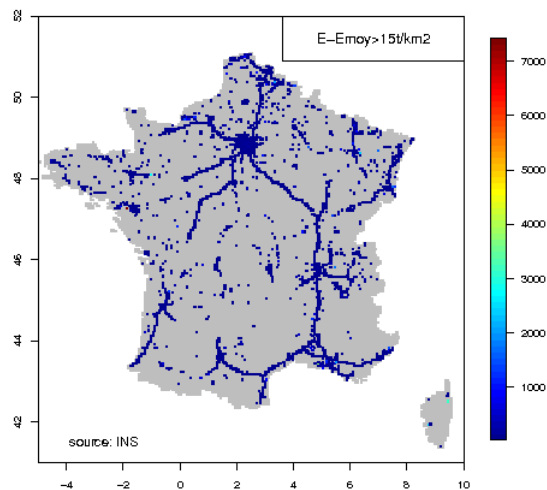


Figure 9 – Représentation des mailles dont l'émission de NO_x est supérieure d'au moins $15 \text{ t/km}^2/\text{an}$ à la moyenne nationale. Données de l'INS sur la France métropolitaine. Les mailles sélectionnées représentent environ 1,4% de la surface totale du territoire.

3.2.2 CAS DES VALLEES ENCAISSEES

L'encaissement des vallées, propice à la stagnation des masses d'air, constitue un facteur d'aggravation de la pollution atmosphérique. Pour un même niveau d'émission, il favorise l'apparition de concentrations plus élevées. **Pour cette raison, le seuil de surémission dans les vallées encaissées est abaissé** : il est de $10 \text{ t/km}^2/\text{an}$.

Aucune méthode n'est imposée pour la délimitation des vallées encaissées. A titre d'information, nous décrivons ci-dessous la méthode mise au point par ATMO Rhône-Alpes et dont les paramètres peuvent être, s'il est besoin, réadaptés localement.

Soit une base de données topographiques de haute résolution ($< 100 \text{ m}$).

Sur chacune des mailles kilométriques i , on détermine l'altitude minimale, notée alt_min_i .

Soit une maille i_0 . Dans un rayon de 6 km autour de cette maille, on calcule la moyenne des altitudes minimales :

$$\overline{\text{alt_min}_{i_0}} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{\substack{i \in N_{6\text{km}} \\ i \neq i_0}} \text{alt_min}_i$$

Puis on calcule l'écart entre ces deux valeurs :

$$\Delta_{i_0} = \overline{\text{alt_min}_{i_0}} - \text{alt_min}_{i_0}$$

Si cet écart est strictement supérieur à 300 m ($\Delta_{ij} > 300 \text{ m}$), la maille est supposée se trouver dans le fond d'une vallée encaissée ; elle est prise en compte dans la délimitation.

Toute base de données d'altitude disponible selon une résolution appropriée peut être exploitée. Notons que des données topographiques issues du programme SRTM (Shuttle Radar Topography Mission, NGA/NASA) sont librement téléchargeables à l'adresse <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>. Leur résolution spatiale est de 90 m.

3.2.3 COHERENCE AVEC LES DEPASSEMENTS OBSERVES

Les mailles sélectionnées représentent les dépassements de valeurs limites constatés et potentiels. D'après les tests effectués par le groupe de travail national, le critère de $15\text{t}/\text{km}^2/\text{an}$ fait généralement bien ressortir les dépassements observés. **On vérifiera cependant que toutes les mailles kilométriques dans lesquelles, au cours des cinq dernières années (période de référence, cf. §2.3), des dépassements de valeurs limites (NO_2 et PM_{10}) ont été constatés par mesure fixe sont comprises dans la sélection. Celles qui n'y figurent pas, et que l'étape 2 n'a pas non plus mises en évidence, seront ajoutées à cette sélection.**

Cette vérification pourra également tenir compte des dépassements déterminés à partir de mesures indicatives si l'AASQA juge les données fiables et représentatives. Les travaux méthodologiques du GT *Plans d'échantillonnage et reconstitution de données* (2009) pourront appuyer son analyse.

3.3 ETAPES 4, 5 ET 6. PRISE EN COMPTE DE LA SENSIBILITE PROPRE DES TERRITOIRES ET DELIMITATION FINALE DES ZONES SENSIBLES

Parmi les mailles précédemment sélectionnées, il s'agit de retenir celles pour lesquelles des actions orientées sur la qualité de l'air semblent prioritaires. La présence de zones habitées ou de zones naturelles protégées est prise comme critère.

Les zones sensibles seront donc inférieures ou égales aux zones en dépassement constaté ou potentiel.

Etape 4

L'étape 4 consiste à identifier les **zones habitées** : sont mises en évidence toutes les mailles totalement ou partiellement occupées par les classes 1.1.1 (tissu urbain continu) et 1.1.2 (tissu urbain discontinu) de la base CORINE Land Cover.

Chaque AASQA contrôlera la pertinence de cette sélection d'après sa connaissance du terrain et en s'aidant de données de population. S'il est nécessaire, elle pourra ajouter à ces classes des zones habitées qui s'en trouvent exclues mais dont il lui paraît important de tenir compte.

Les données de CORINE Land Cover, dont le Service de l'Observation et des Statistiques (SOeS) du ministère chargé de l'environnement assure en France la production, la maintenance et la diffusion, sont accessibles sur Internet à l'adresse suivante :

<http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/index.php?id=88>

Les DOM-TOM ne sont pas inclus dans la base CORINE Land Cover mais sont couverts par la base GLCC (global land cover characterization, edc2.usgs.gov/glcc/) dont on peut conserver la catégorie « zones urbaines et bâties ».

Étape 5

L'étape 5 consiste à identifier les **espaces naturels protégés**. Sont mises en évidence toutes les mailles totalement ou partiellement occupées par les zones de protection appartenant à l'une des catégories suivantes :

- protection de biotope
- réserve naturelle nationale
- réserve naturelle de Corse
- parc national (zone de cœur et d'adhésion)
- parc naturel régional

Les données sur ces zones sont communiquées au public par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Elles couvrent aussi bien la France métropolitaine que les DOM-TOM. Elles sont librement téléchargeables sur le site du patrimoine naturel en France :

<http://inpn.mnhn.fr/isb/download/fr/maps.jsp>

Toute exploitation de ces données devra faire mention du « Muséum national d'Histoire naturelle ».

Étape 6

Dans une première partie, on fait l'intersection des mailles sélectionnées lors des étapes 2 et/ou 3 avec les mailles sélectionnées au cours des étapes 4 et/ou 5.

Est ainsi identifiée comme sensible toute maille qui, du fait de la pollution de fond et/ou de proximité se trouve en situation de dépassement ou de dépassement potentiel, et qui contient des zones habitées ou des zones naturelles protégées.

Dans une seconde partie, le caractère sensible des territoires est rapporté à l'échelle communale :

Ainsi, pour être définie comme sensible, **une commune doit vérifier l'une des conditions suivantes :**

1. **soit contenir ou recouper au minimum deux mailles sensibles ;**
2. **soit contenir ou recouper deux mailles au maximum dont l'une au moins est sensible.**

3. **soit ne contenir ou recouper qu'une maille sensible, la sensibilité de cette maille étant liée à la pollution de fond ou de proximité routière, et être adjacente à une commune sélectionnée selon la condition 1 ou 2.**

La première condition a pour objet d'assurer la solidité du résultat final et d'éviter qu'il ne dépende trop sensiblement des différents seuils adoptés.

La deuxième condition représente un affaiblissement de la première condition pour les communes de petite taille (qui ne sont formées que d'une ou deux mailles).

La troisième condition remplit une double fonction : rendre le résultat moins dépendant de la grille de travail utilisée, garantir une meilleure continuité spatiale des zones sensibles. Elle permettra par exemple d'inclure sans discontinuité dans ces zones différentes communes attenantes concernées par un même émetteur, telle une autoroute, ou par un même ensemble de sources, tel un centre urbain. Les mailles identifiées comme sensibles du fait d'une surémission d'origine industrielle ne seront pas considérées dans cette troisième condition. Dans tous les cas, l'AASQA vérifiera que la sélection obtenue correspond au résultat qu'on attend de cette condition et que celui-ci est conforme à l'expertise locale.

Avertissement relatif à la prise en compte des milieux naturels

Les étapes 1 à 4 sont orientées sur la protection de la santé humaine.

Les données disponibles, les polluants considérés et les connaissances sur le sujet n'ont pas permis de prendre en compte spécifiquement la sensibilité liée aux milieux naturels et à la biodiversité. Le groupe de travail en a évalué attentivement la possibilité, en lien avec les services compétents du MEDDTL et les experts du domaine, mais il s'est heurté à plusieurs difficultés :

- S'agissant des PM₁₀, il n'existe pas d'indicateur d'effet des particules sur la végétation ou de façon plus générale sur la biodiversité. Celles-ci ont un impact jugé faible sur les écosystèmes, en comparaison avec les impacts connus sur la santé humaine.
- En ce qui concerne les NO_x, la directive 2008/50/CE définit un niveau critique pour la protection de la végétation. Celui-ci s'élève à 30 µg/m³ ; il n'a été dépassé que rarement sur les stations de mesure françaises. C'est pourquoi les données d'observation sont insuffisantes pour permettre l'élaboration d'une méthode fiable, capable d'identifier les zones de dépassement de ce niveau critique.
- Le dépassement des charges critiques d'azote eutrophisant pourrait être utilisé comme un indicateur d'impact de la pollution atmosphérique sur la biodiversité. Dans le cadre de la convention de Genève sur la pollution atmosphérique transfrontière (LRTAP), cet indicateur a été modélisé sur l'Europe selon une résolution de 50 km x 50 km. La France est concernée en certains endroits par des dépassements de la charge critique d'azote. Toutefois, la résolution spatiale de ces résultats est trop grossière pour s'accorder avec l'échelle de travail considérée dans le reste de la méthodologie. La convention LRTAP prévoit une mise à jour de ces données selon une plus haute résolution. Des développements

méthodologiques sont en cours mais les délais de réalisation, de l'ordre d'une année, sont incompatibles avec les délais imposés pour la définition des zones sensibles.

En l'absence d'autre référentiel, il a été décidé d'appliquer aux zones naturelles protégées le même niveau de protection contre la pollution atmosphérique qu'aux zones habitées. Autrement dit, une zone naturelle est déclarée sensible là où les valeurs limites réglementaires pour la protection de la santé humaine sont dépassées ou sont susceptibles de l'être.

Ce niveau de protection peut être trop ou insuffisamment conservatif. Cependant, à défaut de données complémentaires immédiatement disponibles, cette solution est jugée la meilleure qui puisse être actuellement proposée. Toute révision ultérieure de la méthodologie pourra bénéficier des développements susmentionnés.

4. CONCLUSION

Les schémas régionaux Climat, Air et Energie (SRCAE), institués par la loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, fourniront notamment des orientations destinées à prévenir ou réduire la pollution atmosphérique. Celles-ci s'appliqueront de manière renforcée dans des zones dites « sensibles », où la qualité de l'air devra être jugée prioritaire. **Pour chaque région française, les AASQA auront la tâche d'élaborer une cartographie de ces zones, qui figurera dans la partie du schéma régional consacrée à l'état des lieux et aux diagnostics.**

La mise au point d'une méthodologie commune, à la fois précise et aisément applicable, constitue une condition nécessaire à la définition de zones cohérentes à l'échelle nationale. Telle a été la mission du groupe de travail *Zones sensibles*, constitué de représentants du MEDDTL, de l'ADEME, du LCSQA et des AASQA.

La délimitation des zones sensibles s'effectue de manière progressive, en fonction de différents critères qui portent principalement sur les dépassements de valeurs limites réglementaires. Ces critères ont été établis de manière à :

- faire ressortir les zones de dépassement ;
- tenir compte de la sensibilité propre des territoires (présence de zones habitées, de milieux naturels protégés) ;
- permettre une mise en œuvre relativement rapide, compte tenu des délais de réalisation des schémas régionaux.

Résultats de compromis, ils ne sont pas nécessairement optimaux pour toutes les régions. Les multiples tests réalisés par les membres du GT, aussi bien sur la France que sur des régions aux caractéristiques variées, et les nombreuses discussions préalables à chaque décision garantissent cependant leur pertinence et leur adéquation avec la réalité du terrain.

Le LCSQA assurera un soutien technique dans l'application de la méthodologie auprès de toute AASQA qui lui en fera la demande³. Cette

³ Contacts : laure.malherbe@ineris.fr; laurent.letinois@ineris.fr

assistance inclura, lorsqu'il sera besoin, la fourniture de données pour compléter les informations locales (données de dépassement issues de la BDQA et de PREV'AIR, données d'émissions de l'INS), et une aide dans l'extraction de données géographiques (altitude, occupation des sols, milieux naturels, population).

En 2011, Le LCSQA conduira à la demande du MEDDTL une analyse à l'échelle nationale des zones sensibles identifiées par les AASQA. Une carte nationale des zones sensibles, qui rassemblera les résultats obtenus par région, sera élaborée. Pour ce faire, chaque AASQA transmettra au LCSQA et au MEDDTL (Bureau de la qualité de l'air) la liste des communes qu'elle aura qualifiées de sensibles. Le LCSQA évaluera la cohérence de ces zones entre les régions et en étudiera l'étendue et l'homogénéité en fonction des territoires. Les similitudes ou différences entre les zones sensibles et les zones concernées par les plans de protection de l'atmosphère (PPA) pourront être également examinées, en lien avec les AASQA.

Les cartes régionales des zones sensibles pourront être utilisées dans les plans de surveillance de la qualité de l'air (PSQA), dans la partie du bilan de la qualité de l'air consacrée aux « zones à forts enjeux » (rubrique 3.3 des PSQA).

5. REFERENCES

ADEME/AASQA/LCSQA, GT *Plans d'échantillonnage et reconstitution de données*, 2009. Guide d'élaboration de plans d'échantillonnage temporel et de reconstitution de données. Editions ADEME, Réf. : 6535, Collection : Données et références, Septembre 2009 - 172p.

<http://www2.ademe.fr/servlet/getDoc?cid=96&m=3&id=63725&p1=30&ref=12441>

AIRPARIF, 2010. Traitement de la demande R-DSP à R-AID : Cartographie des valeurs réglementaires à Airparif. Note interne.

AIRPARIF, 2010. La qualité de l'air en Ile-de-France en 2009. 2^e édition. http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/bilan_2009_2edition.pdf

AIRPARIF, 2009. La qualité de l'air en Ile-de-France en 2008. 2^e édition. http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/bilan_2008_2edition.pdf

AIRPARIF, 2008. La qualité de l'air en Ile-de-France en 2007. 2^e édition. http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/bilan_2007.pdf

LCSQA [Malherbe L., Cárdenas G.], 2009. Evaluation des zones touchées par les dépassements de valeurs limites. Note méthodologique. Version 1. Réf. : DRC-08-103355-15147A. www.lcsqa.org.

LCSQA [Malherbe L., Ung A.], 2009. Travaux relatifs à la plate-forme nationale de modélisation PREV'AIR : Réalisation de cartes analysées d'ozone (2/2). Réf. : DRC-10-103351-01139A. www.lcsqa.org.

6. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nombre de pages
Annexe 1	Feuille de route du GT Zones sensibles et fiche descriptive de l'étude LCSQA	5
Annexe 2	Application de la méthodologie sur l'Alsace	6
Annexe 3	Application de la méthodologie sur la Haute-Normandie	6
Annexe 4	Cartographie des PM ₁₀ à l'échelle nationale : résultats d'évaluation et cartes d'estimation sur les années 2007 à 2009	9
Annexe 5	Seuil de surémission de NOx : tests réalisés à partir de l'INS	3

Annexe 1

GROUPE DE TRAVAIL

« Définition d'une méthodologie à l'élaboration des zones à enjeu air – SRAEC »

Objectif : Rédiger une méthodologie nationale pour la production de cartes régionales identifiant des zones sensibles à la dégradation de la qualité de l'air, en vue de l'élaboration des futurs schémas régionaux air-climat-énergie

Date début : 2010

Durée : 8-10 mois

Contexte : loi Grenelle 2 du 12 juillet 2010, instituant les schémas régionaux climat-air-énergie

Document afférent : fiche LCSQA – travaux 2010, thème 6, étude « Appui méthodologique à la mise en place de mesures de gestion : zones sensibles et mesures d'urgence » (jointe en annexe)

Demandeur : MEEDDM

Nombre de réunions prévues en 2010 : 3

Définition de l'équipe : animateur : MEEDDM (Isabelle DERVILLE)

Secrétaire : MEEDDM (Elise CHAPPAZ)

Membres : ADEME, MEEDDM, LCSQA (INERIS), AASQA⁴

Déroulement prévu des travaux :

- Réflexion préliminaire à la définition de « zones sensibles » à la dégradation de la qualité de l'air,
- Identification des choix méthodologiques à effectuer pour une pertinence et une homogénéité des zones sensibles,
- Réalisation de tests sur les plates-formes nationale et régionales et comparaison des sorties de modèles,
- Calage des choix méthodologiques,
- Rédaction de la méthodologie nationale, à mettre en œuvre par chaque AASQA sur son territoire régional de compétence.

⁴ AIRNORMAND, AIRPARIF, ASPA, ATMO RHONE-ALPES

Organisation des travaux :

- Ordre du jour adressé aux participants plusieurs jours avant la réunion, éventuellement avec des documents préparatoires,
- Projet de relevé de décision transmis rapidement aux participants après chaque réunion,
- Diffusion rapide aux participants du relevé de décision validé,
- Echanges réguliers à prévoir entre les différents acteurs en charge des tests.

Produit de sortie : méthodologie nationale de définition et d'identification régionale des zones sensibles

Liste des membres du groupe de travail :

Isabelle DERVILLE (MEDDTL),
Elise CHAPPAZ (MEDDTL),
Laurence ROUÏL (INERIS/LCSQA),
Laure MALHERBE (INERIS/LCSQA)
Marie-Blanche PERSONNAZ (ATMO Rhône-Alpes),
Nicolas LEPELLEY (ATMO Rhône-Alpes),
Magali BENMATI (ATMO Rhône-Alpes),
Véronique DELMAS (Air Normand),
Michel BOBBIA (Air Normand),
Jérôme CORTINOVIS (Air Normand),
Matthieu BERNARD (ASPA),
Philippe LAMELOISE (AIRPARIF),
Gilles AYMOZ (ADEME),
Céline PHILLIPS (ADEME),

AASQA ayant contribué aux travaux du groupe :

LIG'AIR, ATMO PACA

THEME 6 : Modélisation et traitements numériques

**ETUDE : APPUI METHODOLOGIQUE A LA MISE EN PLACE DE
MESURES DE GESTION : ZONES SENSIBLES ET MESURES D'URGENCE**

Responsable de l'étude : INERIS

Contexte et Objectifs

Les futurs schémas régionaux air-climat-énergie seront des documents d'orientation qui devront arbitrer sur les territoires régionaux des intérêts parfois divergents entre la qualité de l'air locale et le développement d'actions axées sur la diminution des émissions de gaz à effet de serre.

La circulaire en cours de finalisation au niveau national précisant les modalités de réalisation de ces futurs schémas requiert la réalisation de cartes régionales définissant des zones dites « sensibles » à la dégradation de la qualité de l'air. La définition et l'identification de ces territoires seront également reprises dans les futurs programmes de surveillance de la qualité de l'air (PSQA).

La délimitation de ces zones sensibles où les actions de gestion en faveur de la qualité de l'air doivent être largement prises en compte par rapport à des actions plutôt orientées climat pose une question importante de méthodologie, dont on doit assurer la cohérence au niveau national.

Par ailleurs, dans le cadre de l'amélioration des mesures de gestion des pics de pollution, et en vue de réviser les bases réglementaires afférentes (procédures d'information, d'alerte et de mise en place de mesures d'urgence) des travaux d'analyse de l'efficacité et des contraintes de mise en œuvre des mesures d'urgence sont engagés aux niveaux national et locaux, ainsi que des modalités de déclenchement des seuils.

Travaux antérieurs

Des réunions d'échanges préliminaires ont été organisées en 2009 et début 2010 avec les représentants des AASQA pour cadrer le questionnement autour de la mise en place des SRCAE et de la révision des circulaires sur les procédures d'information et d'alerte.

De plus, sur chacune des thématiques, certaines AASQA ont déjà réalisé, à la demande du MEEDDM ou pour leurs besoins propres, des études spécifiques qui constituent un point de départ important au présent travail.

Travaux proposés pour 2010

La mise en place des zones sensibles suppose la mise au point d'une méthodologie générique pour l'ensemble du territoire. L'idée est d'identifier des zones d'une surface « raisonnable » (pas plus de 20% du territoire national au final) qualifiées à partir des dépassements des valeurs limites réglementaires. Il a été décidé, dans le groupe de travail MEEDDM/ AASQA/ADEME/LCSQA de se focaliser sur la situation vis-à-vis des dépassements PM et NO₂, et de prendre en compte, ponctuellement, la situation du SO₂ et du benzène.

Les AASQA seront sollicitées pour délimiter les zones sensibles dans leur domaine géographique d'intérêt. L'appui du LCSQA réside dans :

- la contribution à la définition d'une méthodologie générique, établie en collaboration avec les AASQA, qui pourra être appliquée aux différentes régions françaises.
- L'appui aux AASQA autant que de besoin pour la mise en œuvre de cette méthodologie afin que les zones sensibles soient établies pour fin 2010.
- L'évaluation des travaux réalisés dans chaque région, notamment du point de vue de l'homogénéité et de la cohérence des zones sensibles.

La méthodologie reposera sur l'usage de cartes analysées haute résolution issues du système PREV'AIR/CHIMERE, à combiner avec des variables auxiliaires caractérisant la situation locale et accessibles à l'ensemble des AASQA, telles que les émissions, l'occupation du sol, la densité de population.... Le LCSQA coordonnera le développement de cette méthodologie qui sera concrètement élaborée en collaboration avec quelques AASQA ayant déjà abordé le sujet. Des questions telles que l'année de référence, le seuil de concentration pris en compte pour délimiter la zone... devront être tranchées très rapidement.

Parallèlement, le LCSQA effectuera une consultation la plus exhaustive possible des AASQA, pour appréhender les différentes situations en matière de ressources à mettre en œuvre pour délimiter les zones. Il assurera un appui technique, là où cela sera nécessaire.

Concernant les mesures d'urgences, le LCSQA élaborera une synthèse de l'existant au niveau national et européen et se penchera, à partir d'une analyse de l'historique en matière d'épisodes de pollution, sur les conditions les plus appropriées de déclenchement de mise en œuvre de mesures d'urgence.

Il analysera les différentes situations susceptibles de se produire et qui peuvent conduire à des choix inappropriés de mesures de gestion (par exemple dans le cas d'épisodes types transfrontaliers).

Il assistera le MEEDDM dans la synthèse et la présentation de ces résultats pour la révision des circulaires ad hoc.

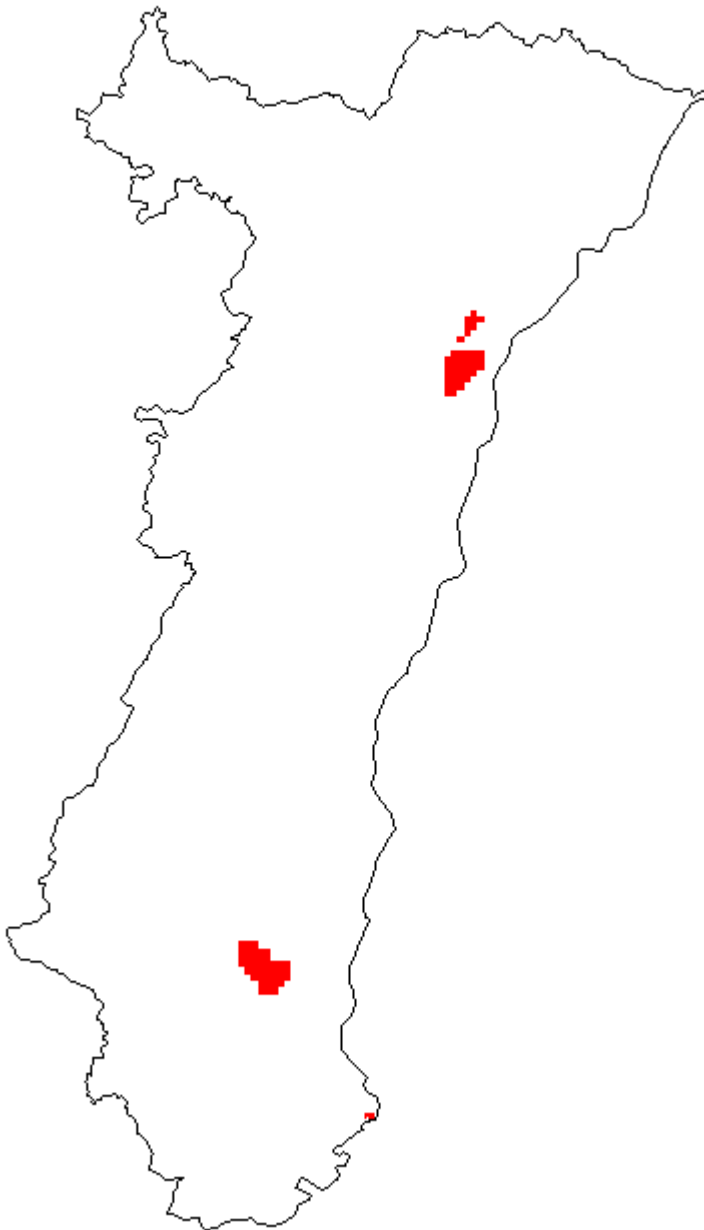
Renseignements synthétiques

Titre de l'étude	Appui méthodologique à la mise en place de mesures de GESTION : zones sensibles et mesures d'urgence		
Personne responsable de l'étude	Laurence Rouïl (INERIS)		
Travaux	Bi-annuels		
Durée des travaux pluriannuels	2 ans (2010-2011)		
Collaboration AASQA	OUI avec toutes		
Heures d'ingénieur	EMD :	INERIS : 1 600	LNE :
Heures de technicien	EMD :	INERIS :	LNE :
Document de sortie attendu	Rapport d'analyse		
Lien avec le tableau de suivi CPT	Thème : Modélisation - traitements numériques 6.6		
Lien avec un groupe de travail			
Matériel acquis pour l'étude			

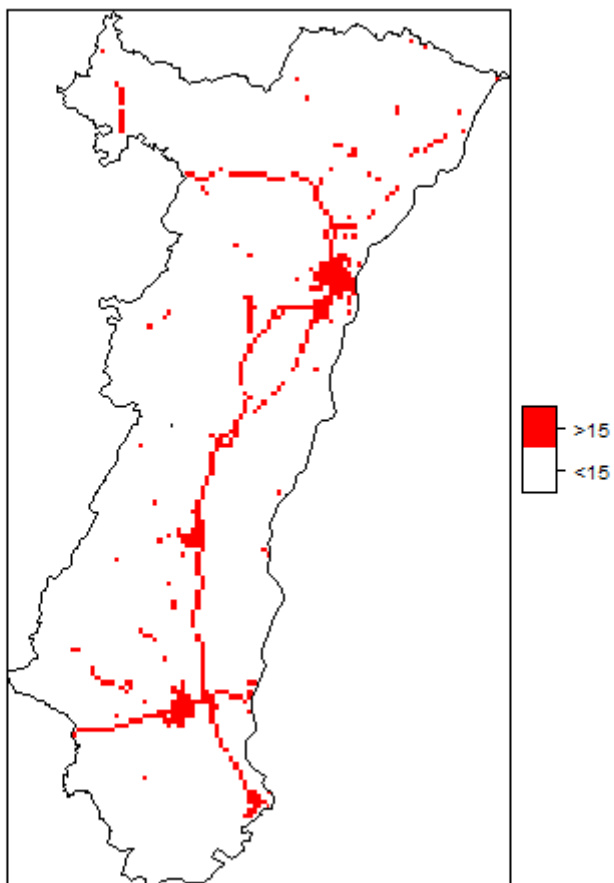
Annexe 2

Application de la méthodologie sur l'Alsace

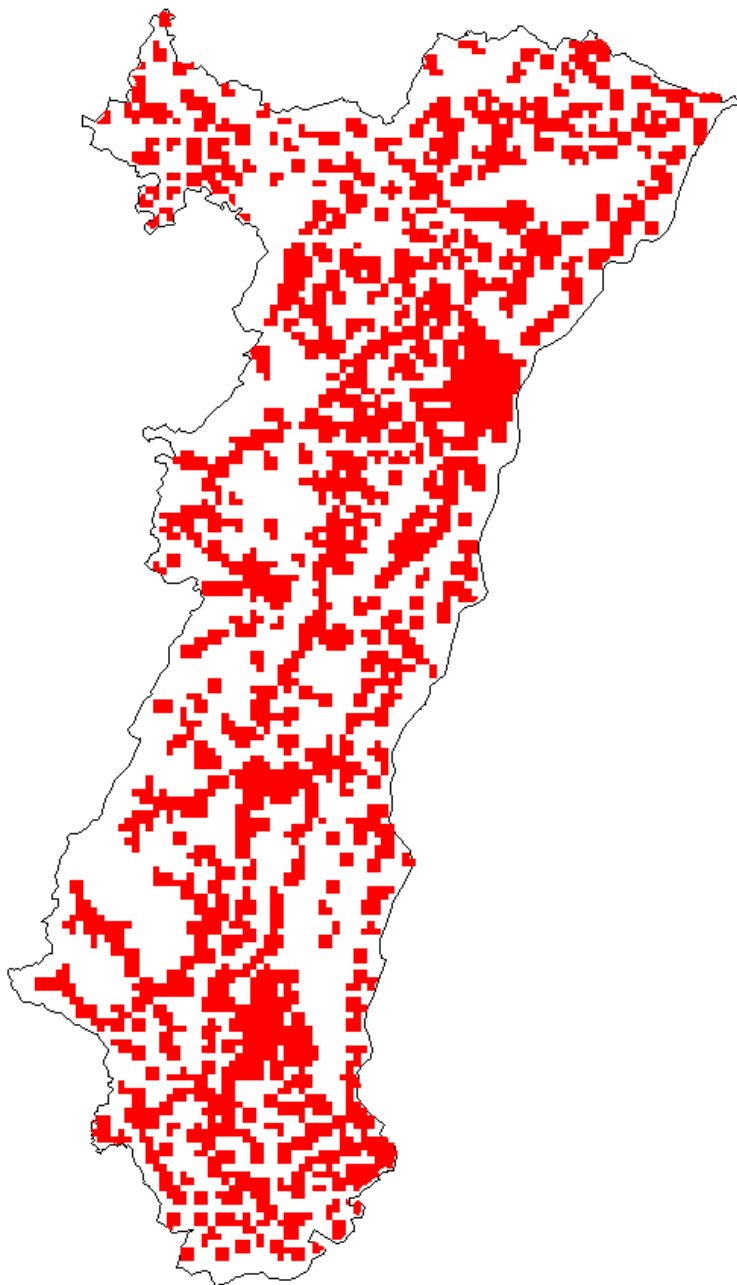
Cartographie du nombre annuel de dépassements du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mailles d'estimation kilométriques) dans laquelle il est tenu compte d'une incertitude de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prise en compte des années 2007 à 2009. Cartographie élaborée à l'aide des résultats de la plate-forme PREV'EST.



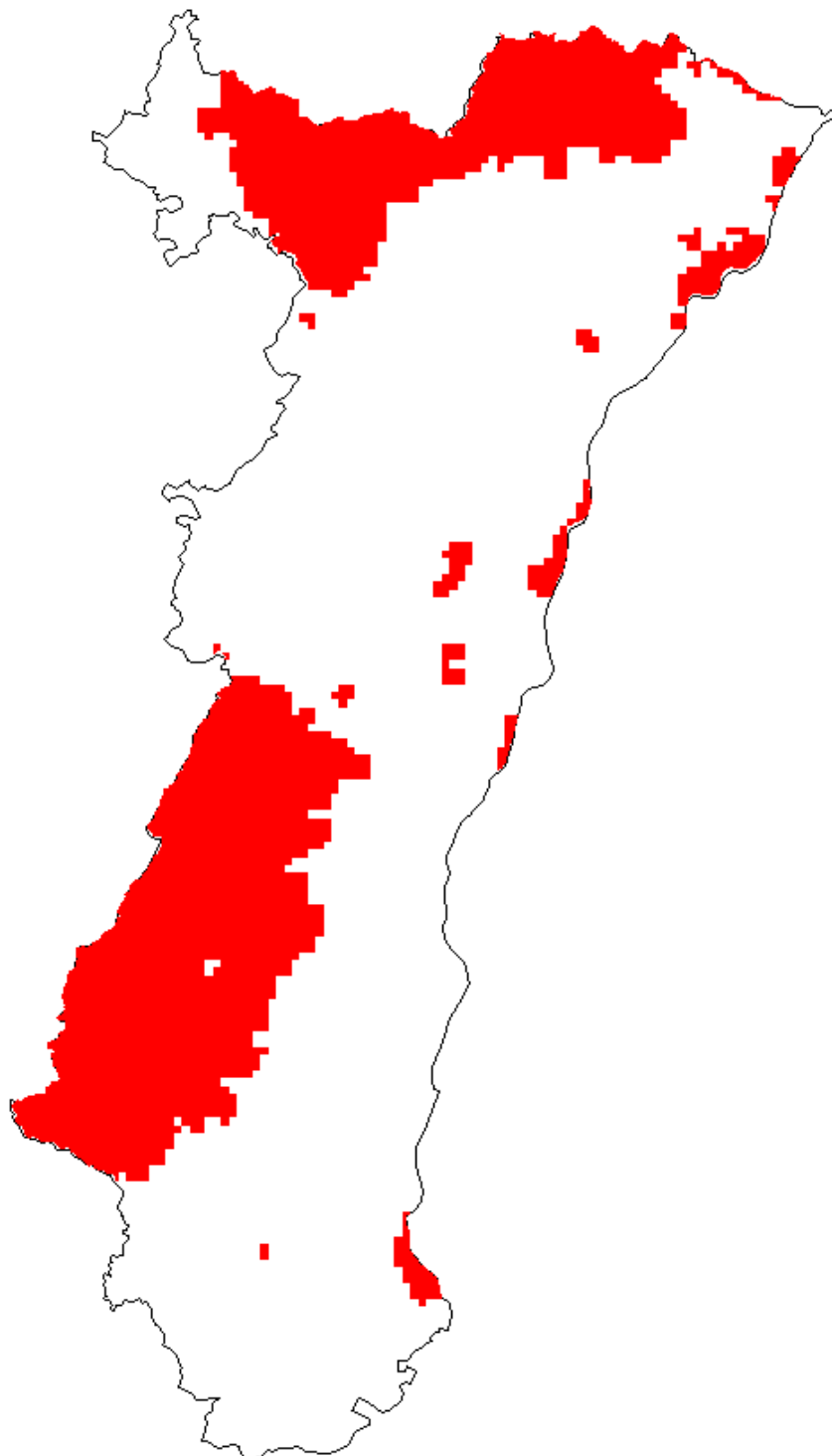
Cartographie des zones de surémission de NO_x, définies comme l'ensemble des mailles kilométriques dont l'émission moyenne de NO_x est supérieure d'au moins **15 t/km²/an** à la moyenne nationale. Cartographie élaborée à l'aide de l'inventaire local des émissions (inventaire le plus récent).



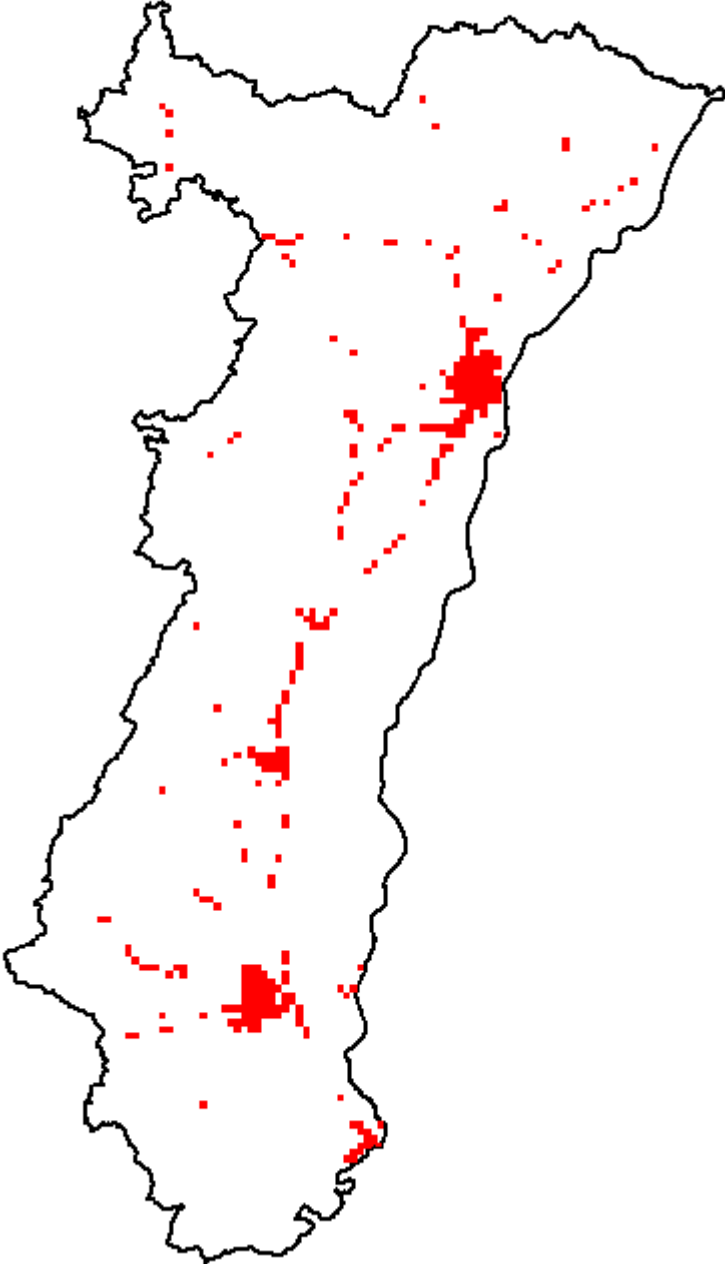
Prise en compte de l'occupation des sols. Sélection des mailles totalement ou partiellement couvertes par l'une des classes suivantes : tissu urbain continu (**classe 1.1.1**), tissu urbain discontinu (**classe 1.1.2**) de la base CORINE Land Cover.



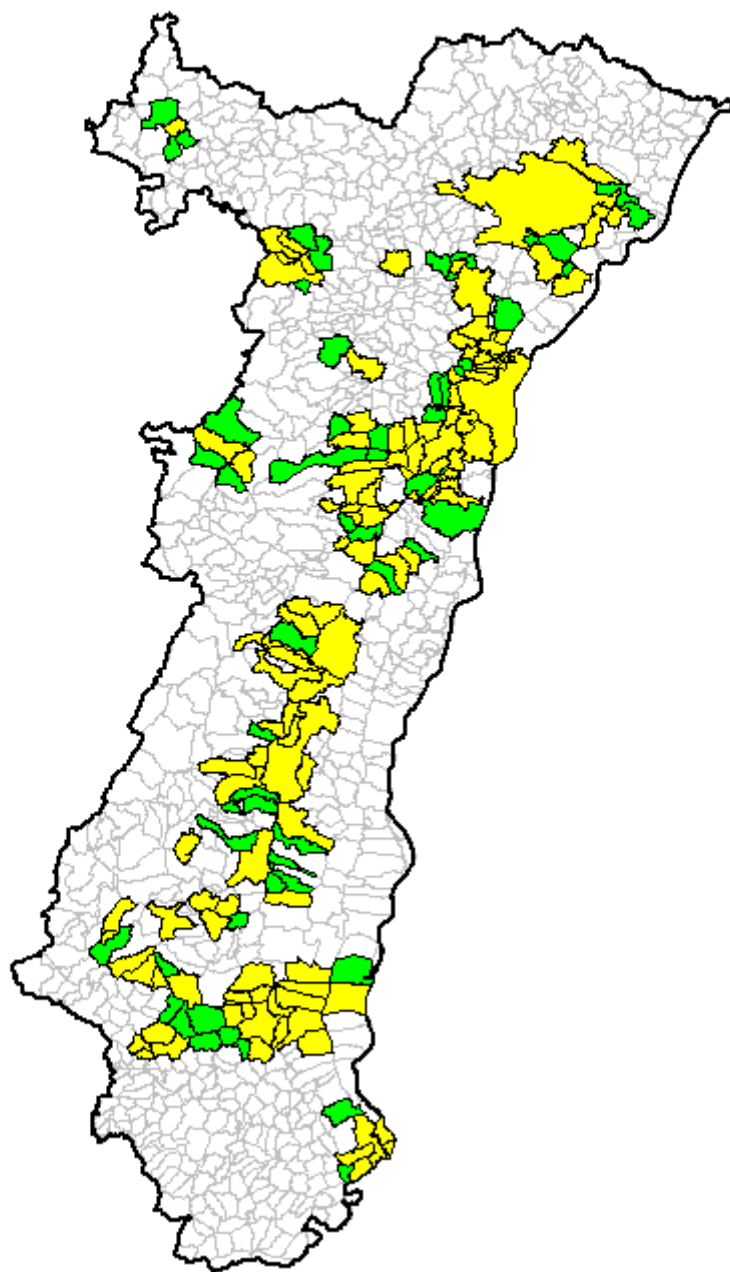
Prise en compte des espaces naturels protégés (données du Muséum National d'Histoire Naturelle).



Mailles Sensibles :



Communes Sensibles :

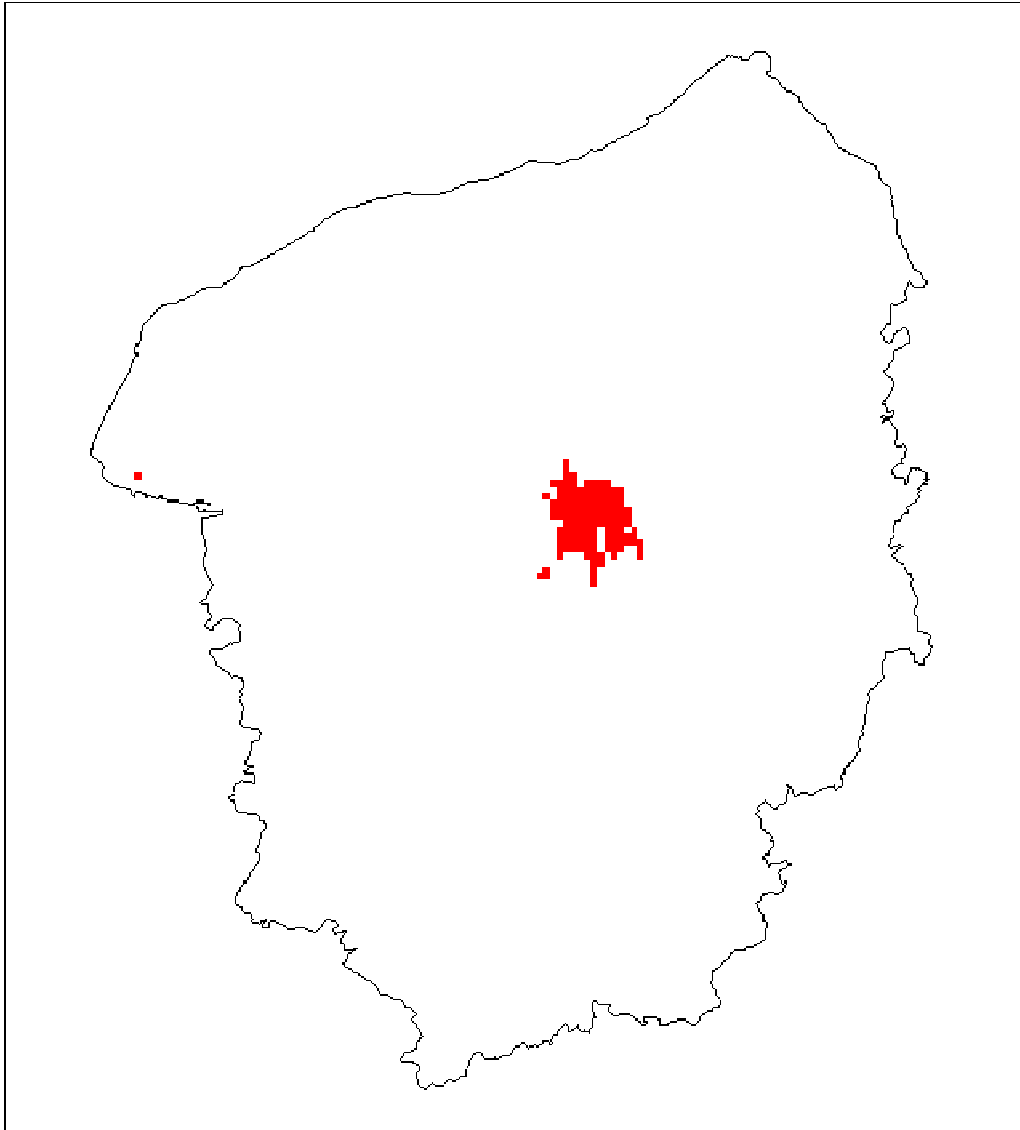


Les communes sensibles représentent 28.6% de la superficie de l'Alsace.

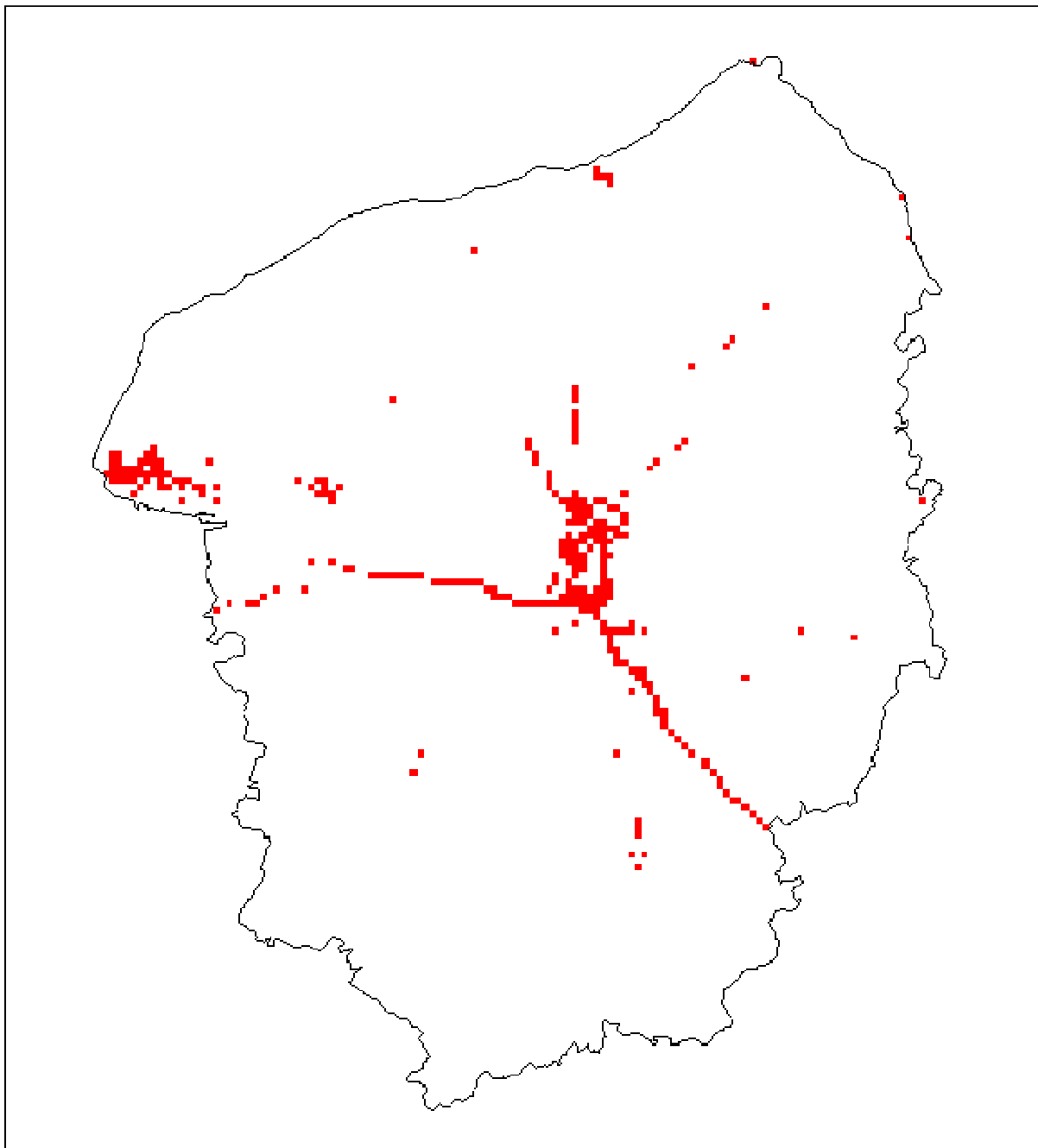
Annexe 3

Application de la méthodologie sur la Haute-Normandie

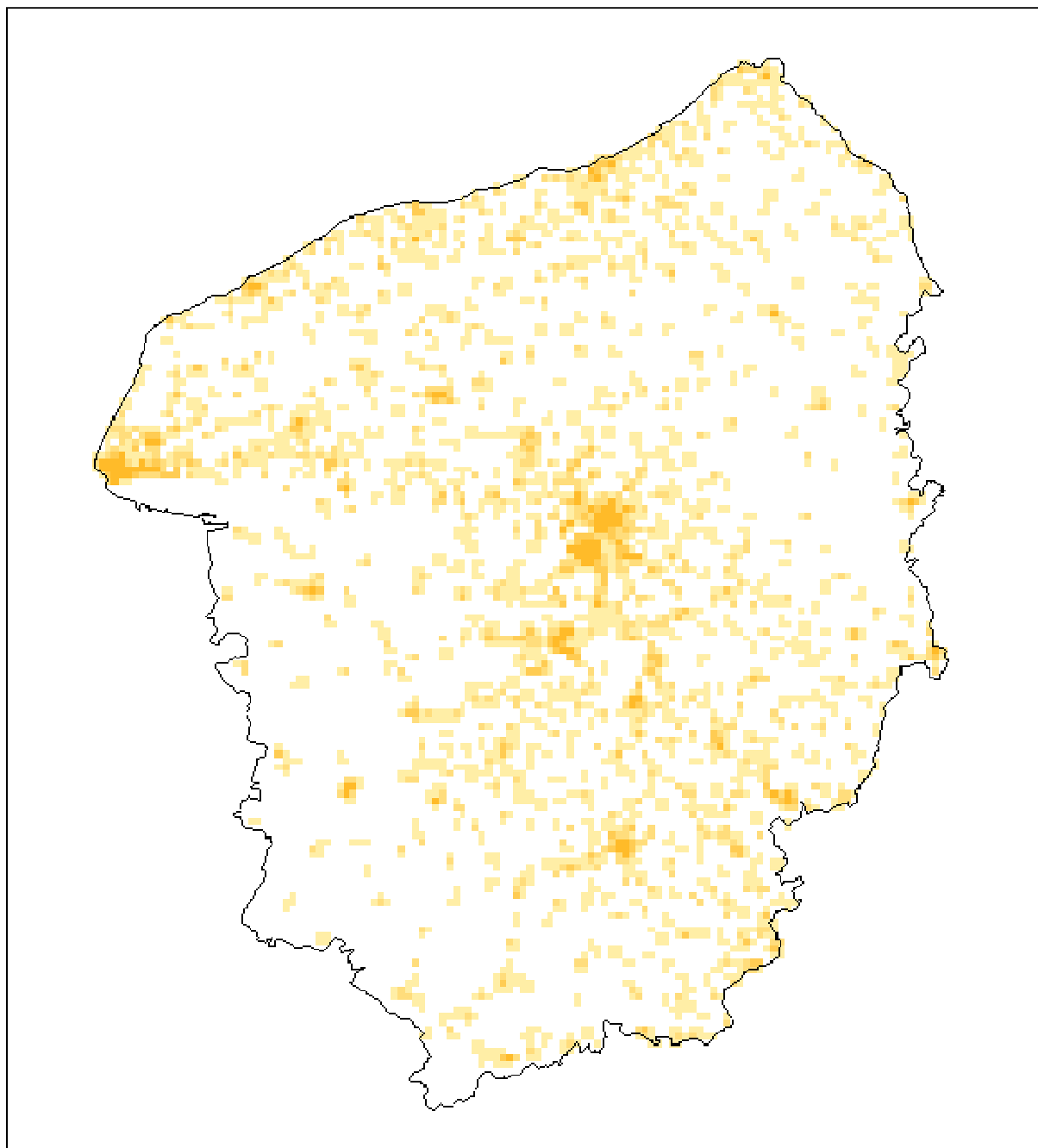
Cartographie du nombre annuel de dépassements du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mailles d'estimation kilométriques) dans laquelle il est tenu compte d'une incertitude de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prise en compte des années 2007 à 2009. Cartographie élaborée à partir des résultats de PREV'AIR (année 2007) et de la plate-forme ESMERALDA (année 2009). En 2008, aucune zone de dépassement n'est mise en évidence.



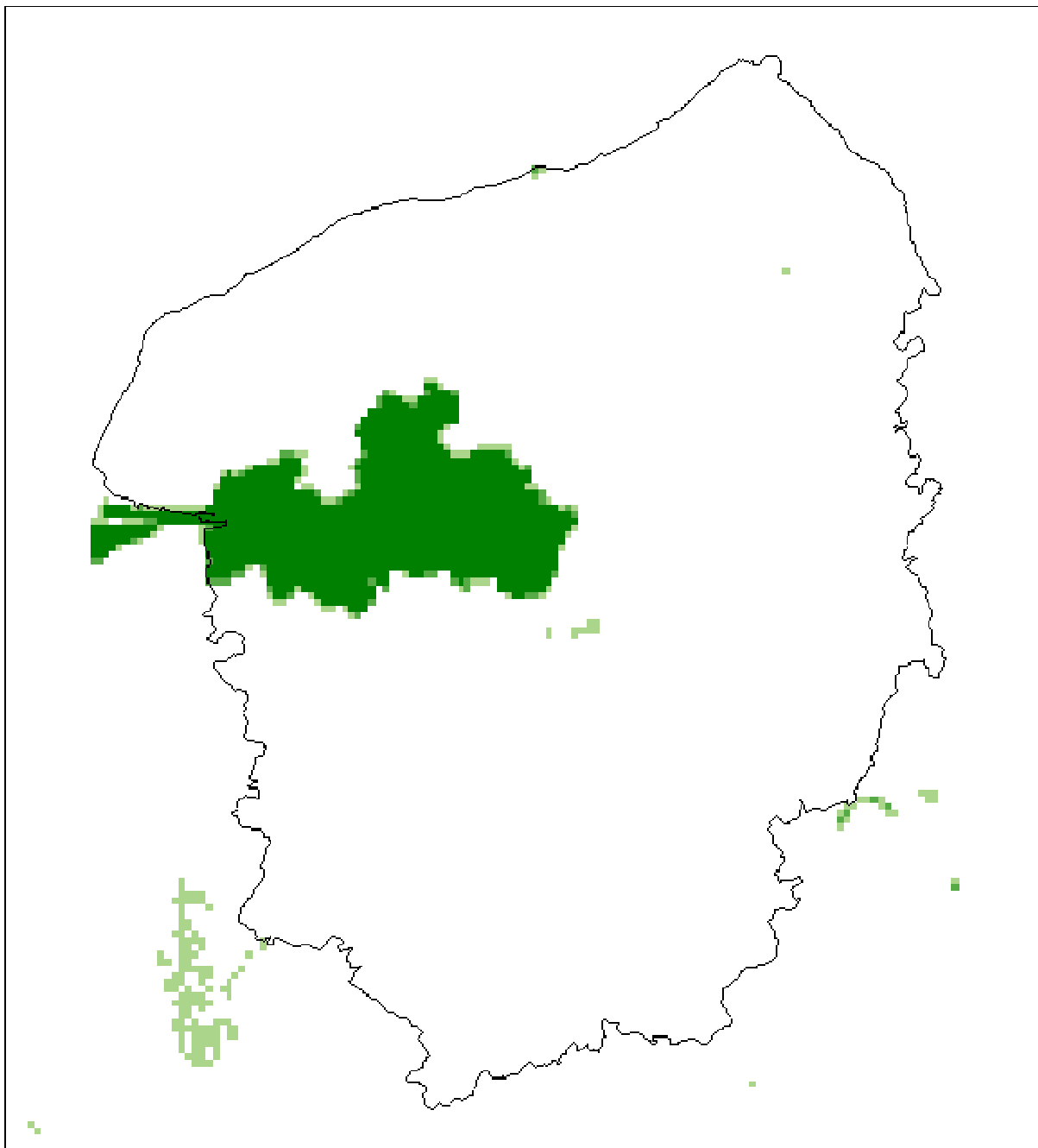
Cartographie des zones de surémission de NO_x, définies comme l'ensemble des mailles kilométriques dont l'émission moyenne de NO_x est supérieure d'au moins **15 t/km²/an** à la moyenne nationale. Cartographie élaborée à l'aide de l'inventaire local des émissions (inventaire le plus récent).



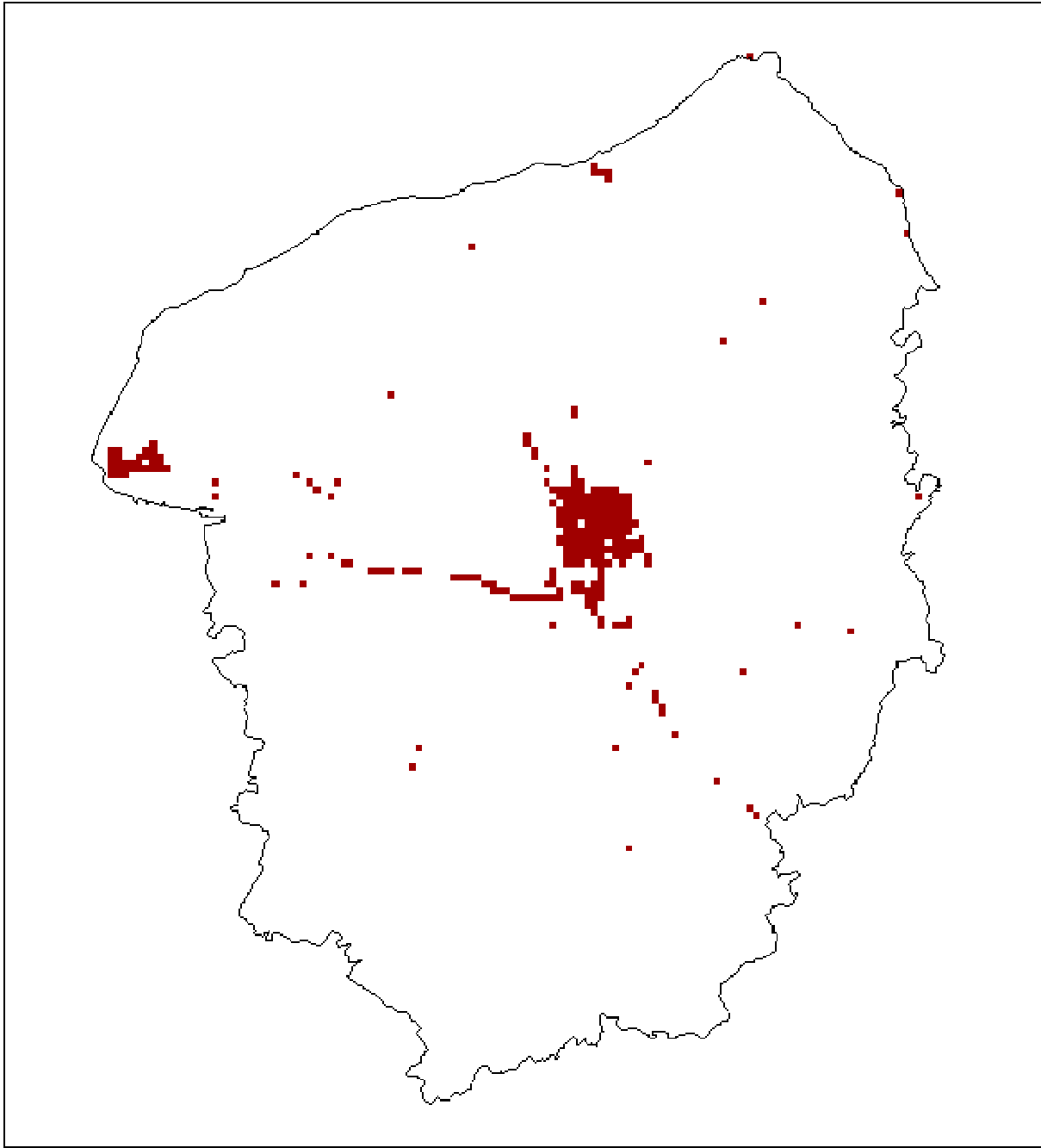
Prise en compte de l'occupation des sols. Sélection des mailles totalement ou partiellement couvertes par l'une des classes suivantes : tissu urbain continu (**classe 1.1.1**), tissu urbain discontinu (**classe 1.1.2**) de la base CORINE Land Cover.



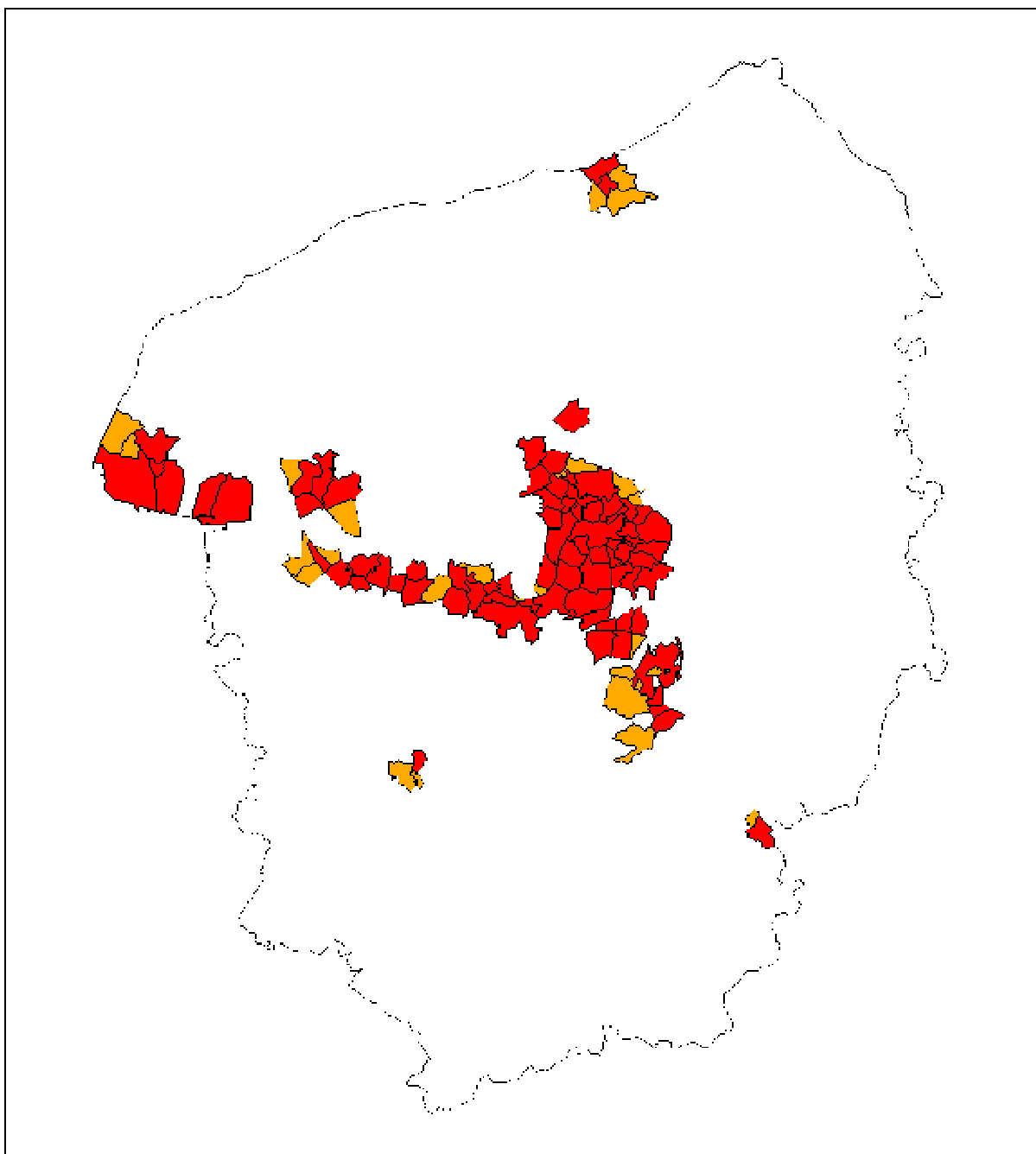
Prise en compte des espaces naturels protégés (données du Muséum National d'Histoire Naturelle).



Mailles Sensibles :



Communes Sensibles :



En rouge : communes contenant ou recoupant au minimum deux mailles sensibles. En orange : communes contenant ou recoupant au minimum une maille sensible et adjacente à une commune rouge.

Les mailles sensibles représentent 2,2% de la superficie de la Haute-Normandie. Les communes sensibles représentent 9,4% de la superficie de la Haute-Normandie.

Annexe 4

Cartographie des PM₁₀ sur la France

1. Evaluation des résultats

Afin d'identifier les zones de dépassement de la valeur limite journalière, c'est-à-dire les zones où le seuil journalier de 50 µg/m³ est dépassé plus de 35 fois par an, les concentrations journalières de PM₁₀ sont estimées par cokrigeage entre les observations (stations de fond rurales, périurbaines et urbaines) et les données issues du modèle CHIMERE.

L'adéquation de la méthode avec les données et la qualité des résultats sont vérifiées :

- par validation croisée sur les sites de fond, et par contrôle sur les stations industrielles (stations non prises en compte dans le krigeage)
- par validation sur des stations de fond indépendantes, écartées temporairement du krigeage. Celles-ci représentent un tiers des stations de fond précédemment considérées ; elles ont été retirées de manière aléatoire.

La comparaison entre les valeurs mesurées et estimées est réalisée jour par jour et en moyenne sur l'année. Quelques illustrations sont fournies ci-après (Figure 10 à Figure 14).

Remarque sur l'estimation des dépassements :

La prise en compte de l'incertitude pour l'estimation des dépassements de seuil est une question particulièrement importante. Pour la définition des zones sensibles, le choix a été fait d'une incertitude uniforme et constante de +/- 5 µg/m³. Cette valeur est compatible avec les erreurs de mesure et d'estimation qu'il est possible de commettre et donne des résultats cohérents. A l'échelle de la France, ceux-ci s'accordent relativement bien avec les résultats d'une autre approche étudiée par le LCSQA. Comme il a été mentionné en 3.1.2, le LCSQA a travaillé sur une manière pragmatique d'inclure l'incertitude à partir de l'écart-type de krigeage :

- on vérifie sur les résultats de validation croisée que la variance de krigeage est représentative de la variance de l'erreur d'estimation ;
- en faisant l'hypothèse d'une erreur gaussienne, les concentrations journalières estimées en chaque maille sont encadrées par un intervalle de confiance déduit de l'écart-type de krigeage :

$$Z_j^*(x) - t_{1-\alpha/2} \sigma_{Kj}(x) \leq Z_j^*(x) \leq Z_j^*(x) + t_{1-\alpha/2} \sigma_{Kj}(x)$$

$Z_j^*(x)$: concentration estimée pour le jour j au point de maille x

$\sigma_{Kj}(x)$: écart-type de krigeage correspondant

$t_{1-\alpha/2}$: fractile de la loi normale réduite au niveau de confiance $1-\alpha$

- une maille est considérée comme étant en dépassement si la borne supérieure de l'intervalle de confiance est strictement supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le niveau de confiance est fixé empiriquement d'après les résultats de validation croisée. Plusieurs intervalles de probabilité, chacun associé à un degré de confiance différent, sont calculés autour des concentrations journalières estimées sur les sites de fond par validation croisée. Les nombres annuels de dépassements du seuil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont déterminés pour chaque intervalle et comparés aux nombres observés. Le degré de confiance retenu correspond au meilleur accord entre les deux séries de nombres. Dans cette étude, il a été choisi égal à 40%.

Les cartes de dépassement obtenues pour une incertitude uniforme de $\pm 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et selon cette seconde approche sont présentées à la suite des graphes de comparaison estimation-mesure (Figure 15, Figure 16, Figure 17).

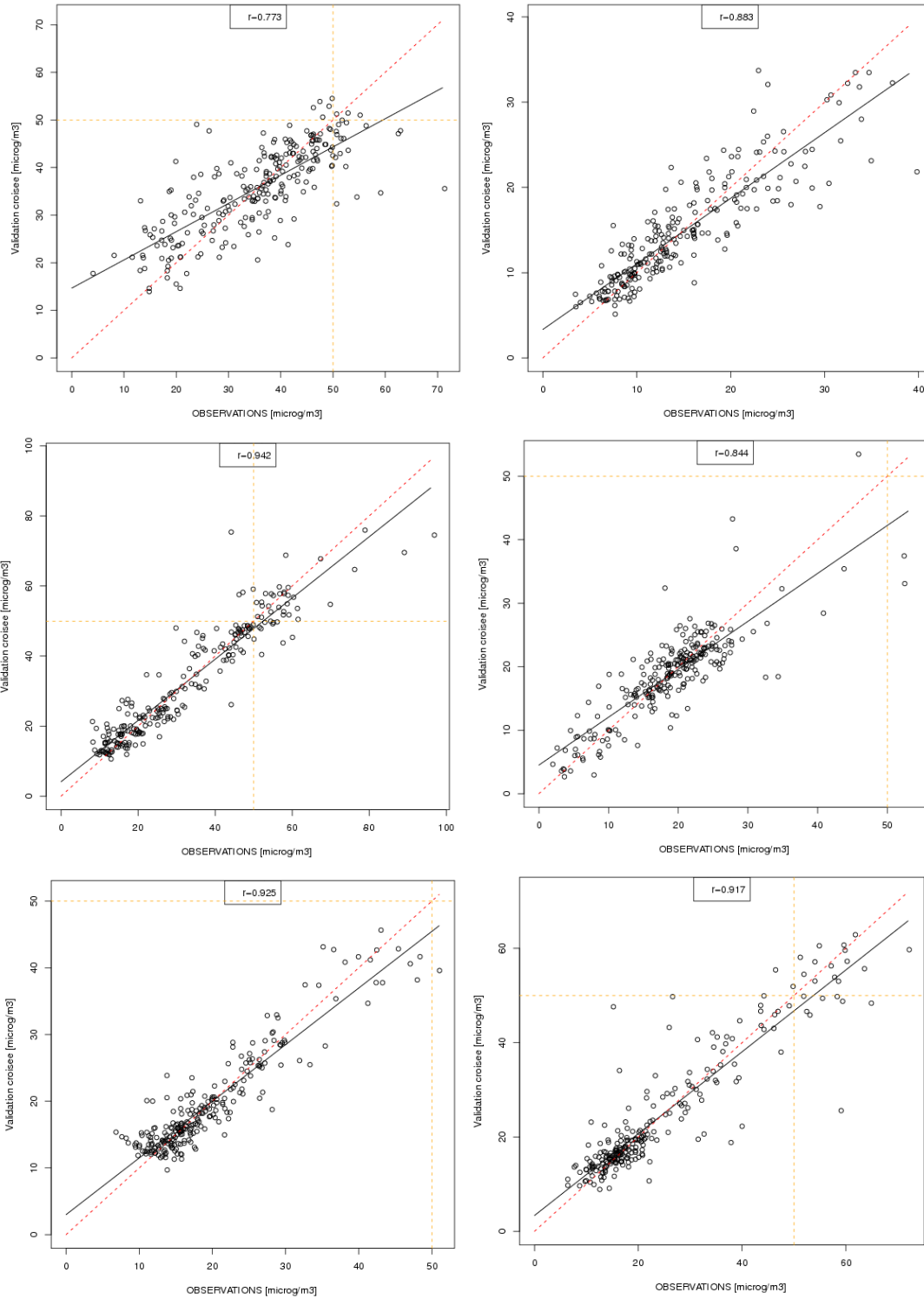


Figure 10 – Validation croisée. Exemple de quelques journées de l'année 2007 (de gauche à droite et de haut en bas : 1^{er} février, 1^{er} mars, 1^{er} avril, 1^{er} mai, 1^{er} juillet, 1^{er} décembre 2007). En rouge : bissectrice. En noir : droite de régression.

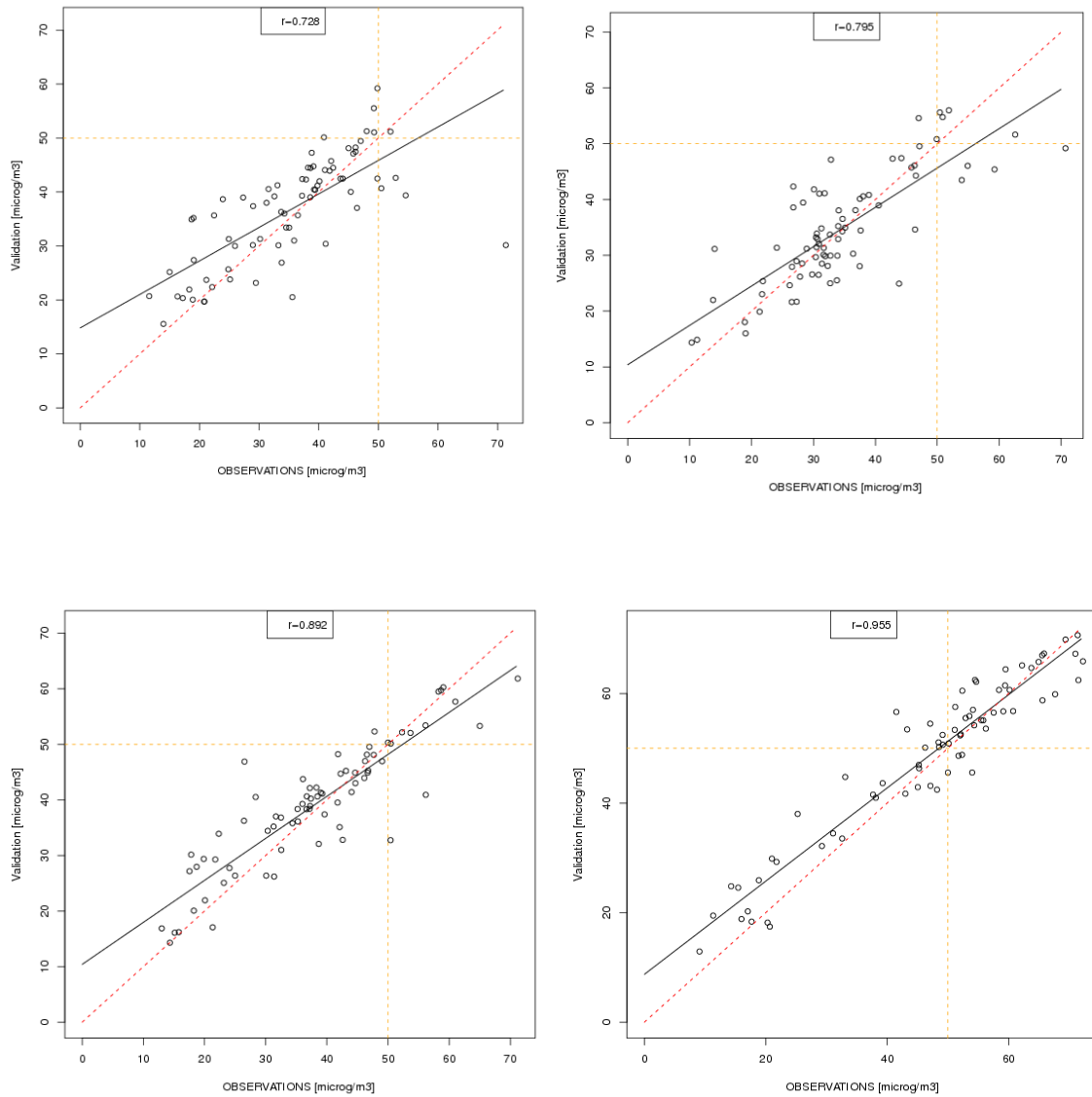


Figure 11 – Validation sur des stations de fond indépendantes, éliminées temporairement du krigeage. Exemple de quelques journées des années 2007 et 2009 (de gauche à droite et de haut en bas : 1^{er} et 2 février 2007, 1^{er} et 2 avril 2009). En rouge : bissectrice. En noir : droite de régression.

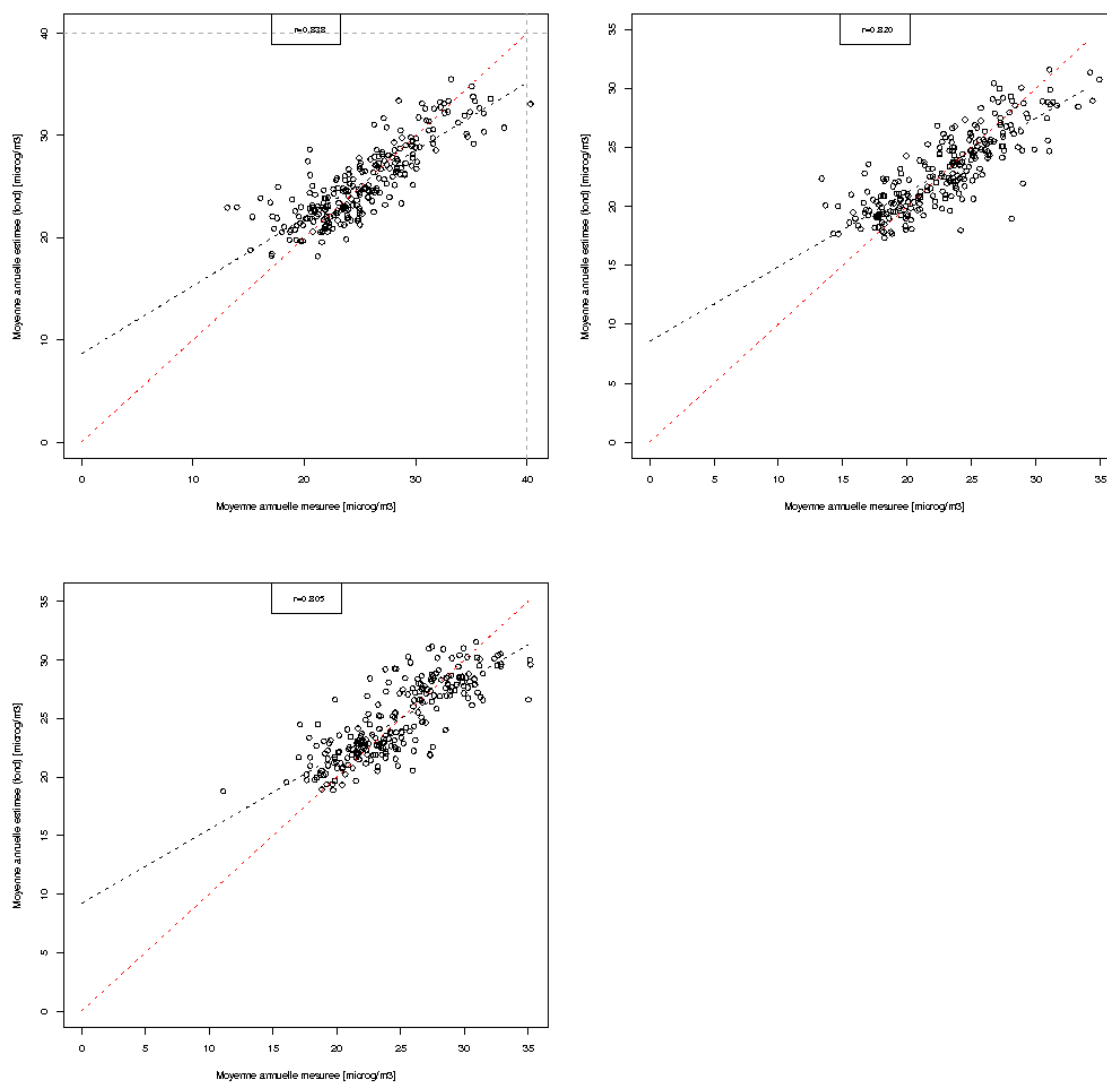
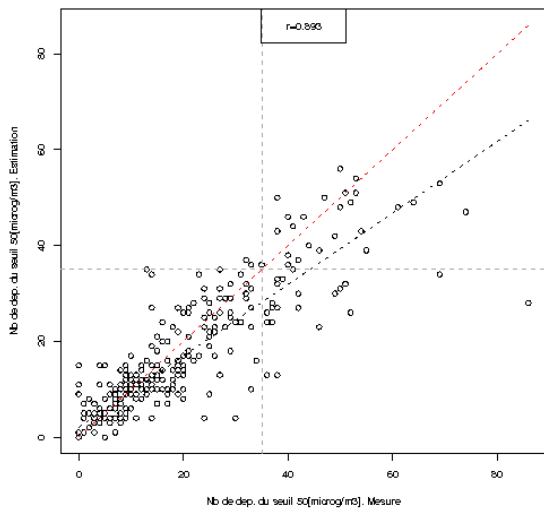
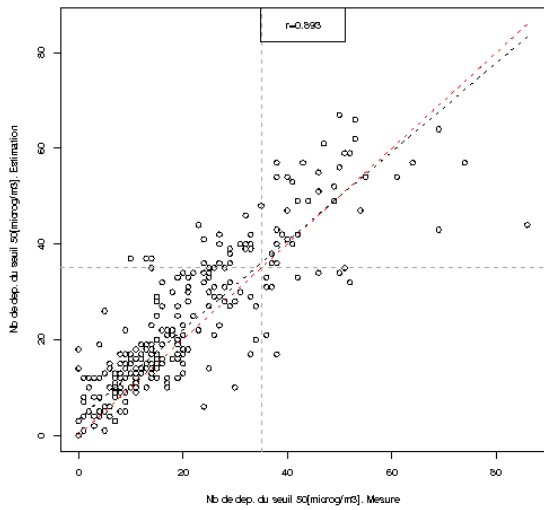


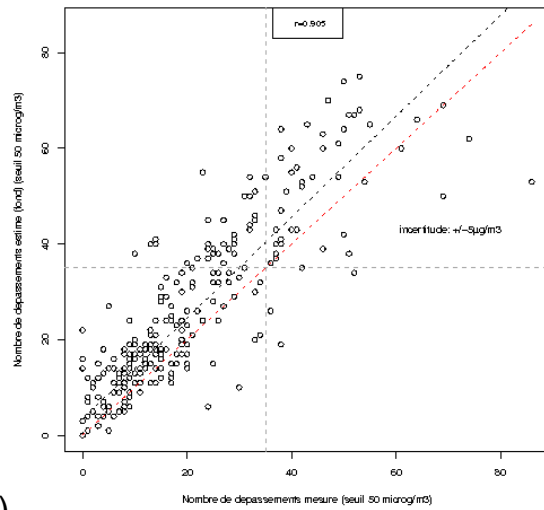
Figure 12 - Validation croisée. Moyenne sur l'année des données mesurées (en abscisse) et estimées (en ordonnée). Années 2007, 2008 et 2009. En rouge : bissectrice. En noir : droite de régression.



a)

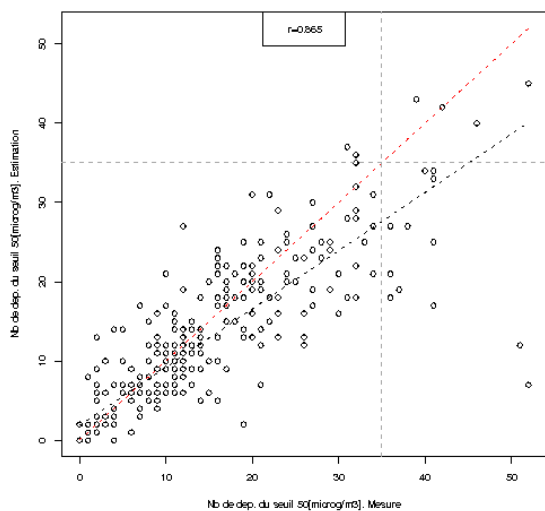


b)

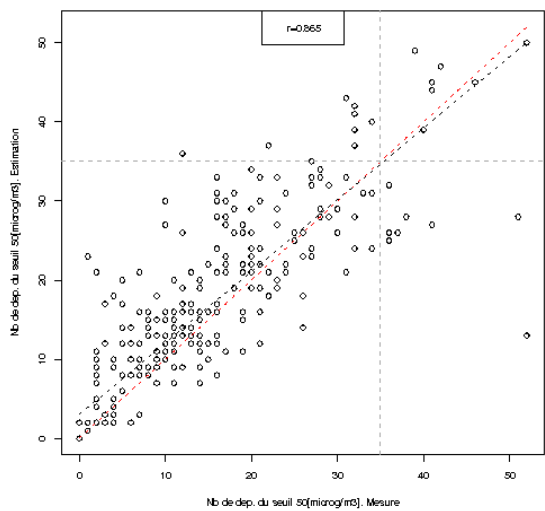


c)

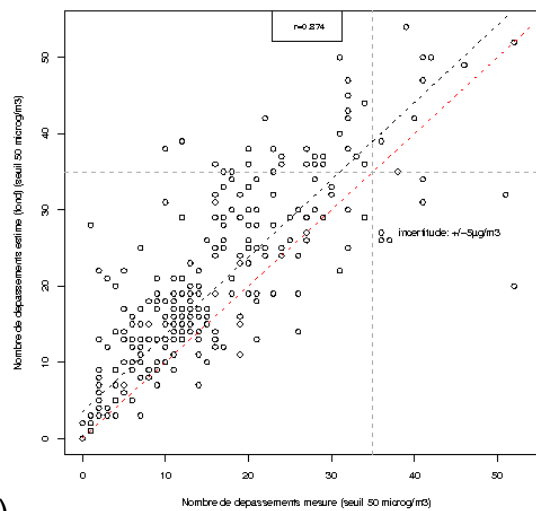
Figure 13 - Nombre de dépassements du seuil $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ estimé par validation croisée sur l'année 2007 a) sans prise en compte de l'incertitude, b) en tenant compte d'une incertitude fonction de l'écart-type de krigeage (calcul d'un intervalle de confiance à 40%), c) en tenant compte d'une incertitude uniforme de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



a)



b)



c)

Figure 14 – Mêmes graphes que précédemment pour l'année 2009.

2. Cartographie du nombre de dépassements du seuil journalier

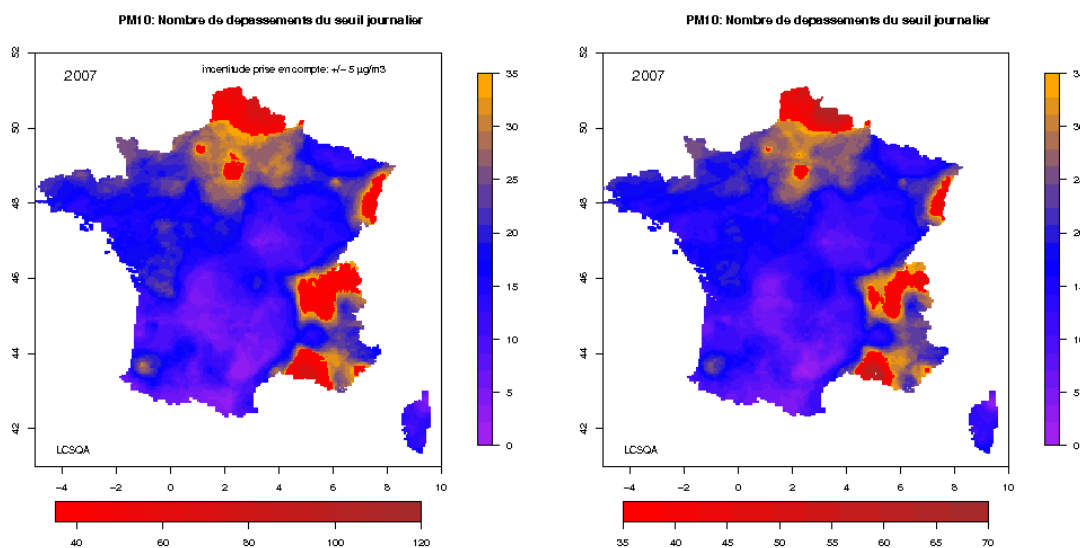


Figure 15 – Cartographie du nombre annuel de dépassements du seuil 50 µg/m³.
A gauche : pour une incertitude uniforme et constante de +/- 5 µg/m³. A droite : pour une incertitude fonction de l'écart-type de krigeage. Exemple de l'année 2007.

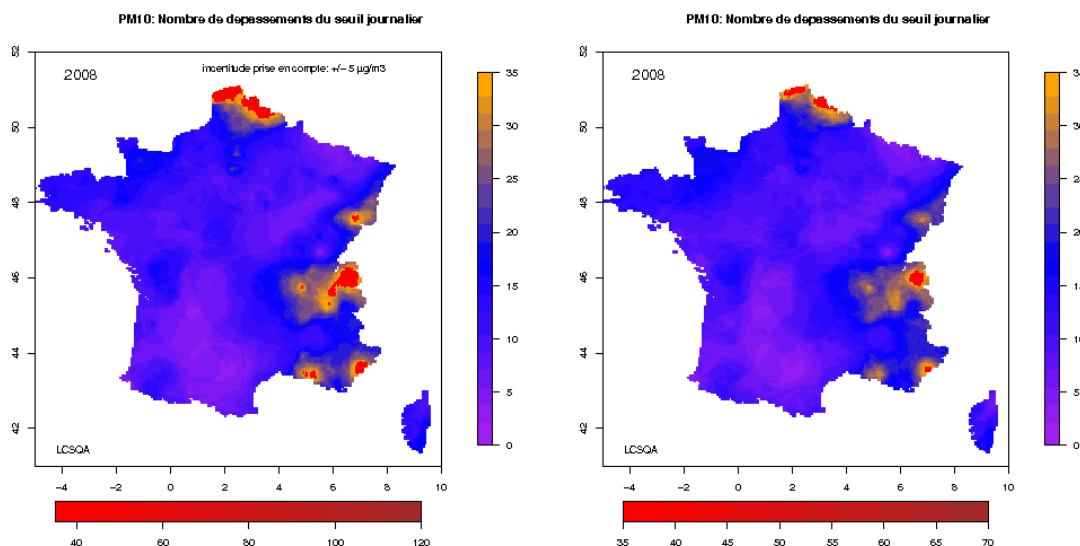


Figure 16 – Mêmes cartes que précédemment pour l'année 2008.

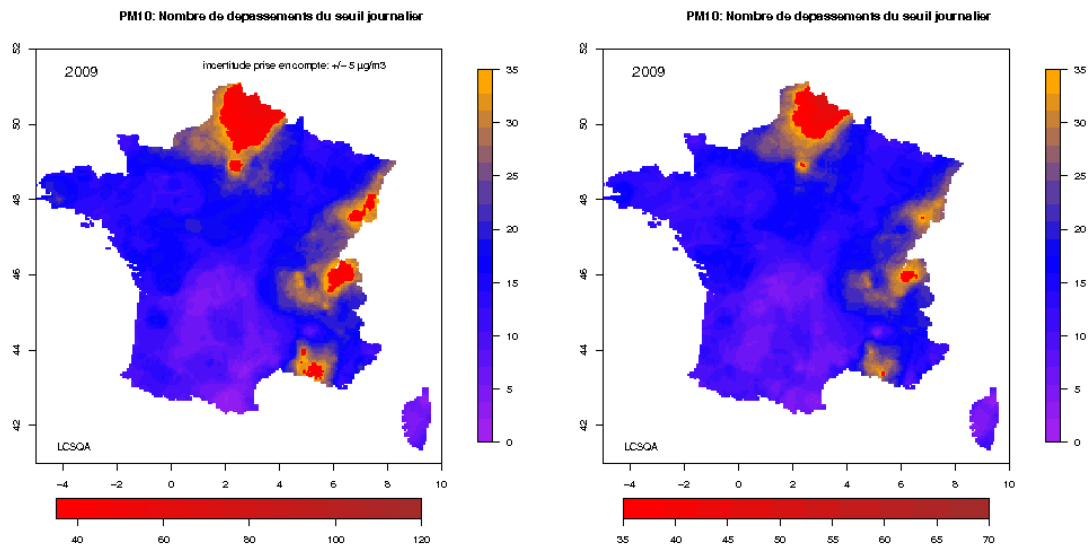


Figure 17 – Mêmes cartes que précédemment pour l'année 2009.

Annexe 5

Définition d'un seuil de surémission de NO_x : tests réalisés à partir de l'INS

Le choix du seuil de surémission repose sur différents tests de sensibilité effectués par les membres du GT sur leurs régions et sur la France. Les figures suivantes présentent à titre d'information les résultats obtenus par le LCSQA à partir de l'inventaire national spatialisé (INS version 2004) et des données de la BDQA.

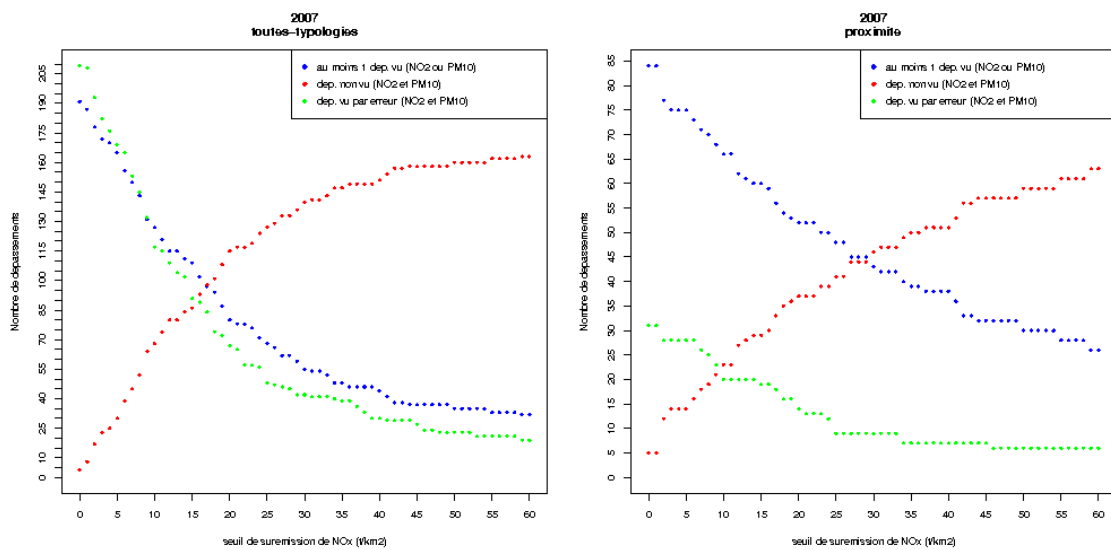


Figure 18 – Représentation, **en fonction du seuil de surémission, du nombre de stations** identifiées à raison comme étant en dépassement (bleu), identifiées à tort comme étant en dépassement (vert), non identifiées alors qu'il y a eu dépassement (rouge). A gauche : sites de toutes typologies. A droite : sites de proximité routière ou industrielle. Année 2007. Données d'observation et d'émission respectivement extraites de la BDQA et de l'INS.

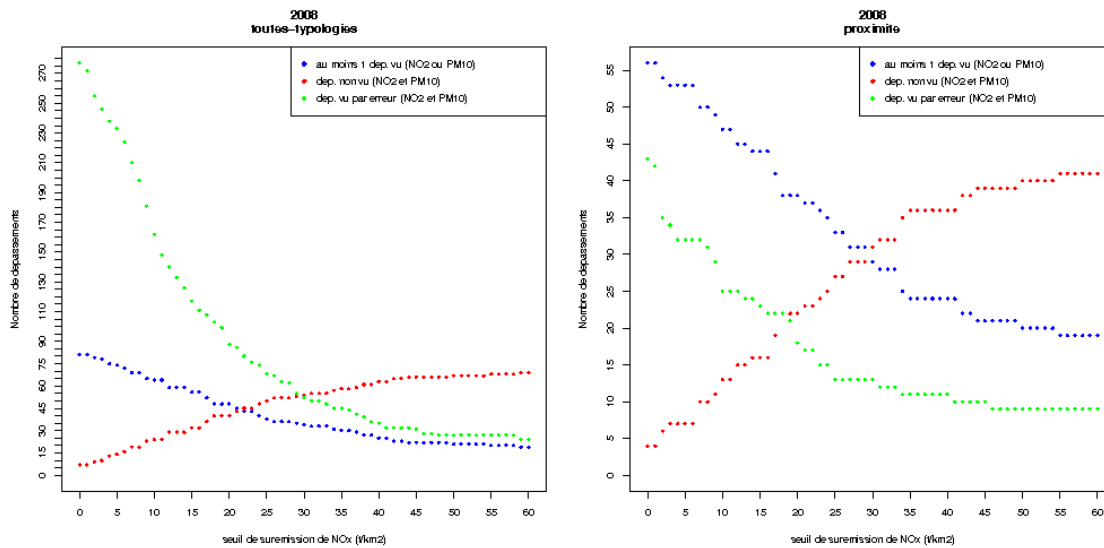


Figure 19 – Mêmes graphes que précédemment pour l'année 2008.

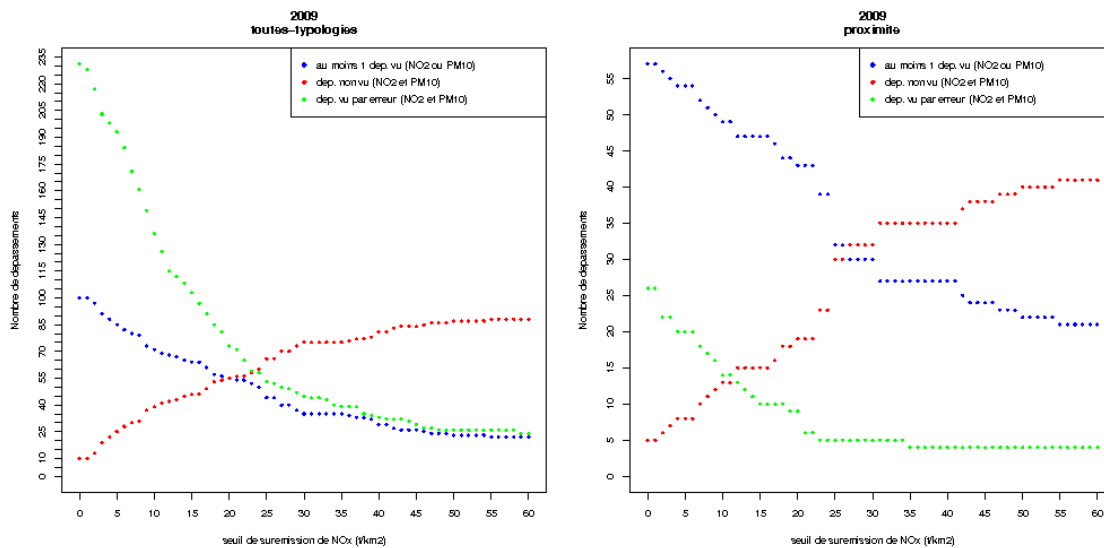
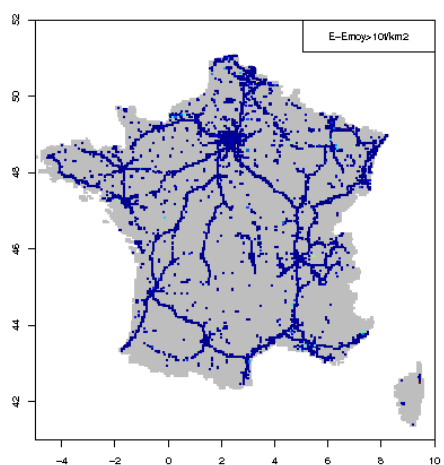
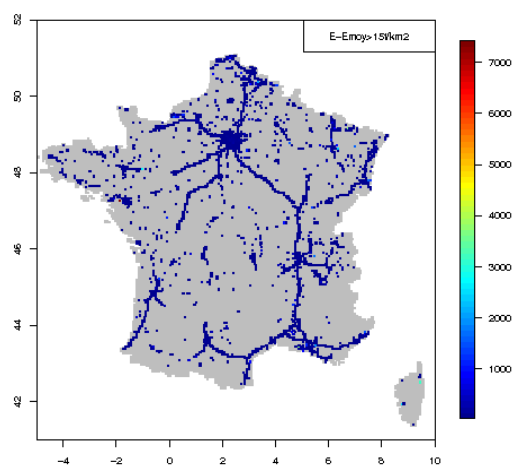


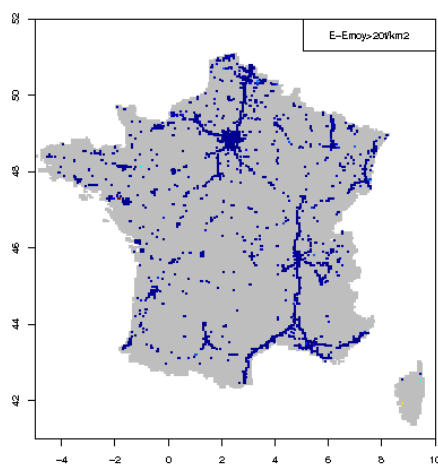
Figure 20 – Mêmes graphes que précédemment pour l'année 2009.



a)



b)



c)

Figure 21 – Représentation des mailles dont l'émission de NO_x est supérieure d'au moins a) $10 \text{ t/km}^2/\text{an}$, b) $15 \text{ t/km}^2/\text{an}$ et c) $20 \text{ t/km}^2/\text{an}$ à la moyenne nationale. Données de l'INS (2004) sur la France métropolitaine.