



GUIDE METHODOLOGIQUE POUR L'EVALUATION ET L'ELABORATION DES PLANS ET PROGRAMMES

Plan de Protection de l'Atmosphère

GUIDE METHODOLOGIQUE POUR L'EVALUATION ET L'ELABORATION DES PLANS ET PROGRAMMES

Plan de Protection de l'Atmosphère

Septembre 2012

Ce guide a été réalisé avec la participation financière du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie
Direction Générale de l'Energie et du Climat – Sous-Direction du Climat et de la Qualité de l'Air

Elaboration des PPA : méthodologie d'évaluation

Table des matières

Table des matières	5
1 Contexte et enjeux	8
1.1 objectifs du PPA	8
1.2 Cadrage de l'exercice	9
1.3 Objectif du guide.....	10
2 Les outils et paramètres généraux de l'évaluation	12
2.1 Scenario Tendanciel versus mesures additionnelles	12
2.1.1 Définitions.....	12
2.1.2 Informations disponibles	13
2.1.3 Hypothèses adoptées	14
2.2 Les outils	14
2.2.1 Cadastre d'émissions	14
2.2.2 Modélisation chimie-dispersion	15
2.3 Simulations nationales tendancielle.....	17
2.4 Simulations Urbaines : cas du trafic.....	18
2.4.1 Parc prospectif	18
2.4.2 Rapport NO ₂ /NO _x prospectif des émissions trafic	18
2.5 météo.....	19
3 Evaluation du ppa : un accompagnement de l'ensemble du processus d'élaboration du PPA	20
3.1 Introduction	20
3.2 Evaluation 2015 tendancielle.....	21
3.3 Evaluation initiale par approche «charge critique».....	21
3.3.1 PM ₁₀ . Le périmètre conditionne la capacité d'action du PPA: la question des intrants...	21
3.3.2 PM10: Description méthode d'évaluation préliminaire	27
3.3.2.1 Dans le cas où un modèle régional est disponible : approche « coupure ».	27
3.3.2.2 Dans le cas où le modèle régional n'est pas disponible	31
3.3.3 NO ₂ : Description méthode d'évaluation préliminaire	33
3.4 Boite à outil : des actions types quantifiées	36
3.4.1 Chauffage	36

3.4.2	Transports.....	36
3.4.3	Industrie.....	36
3.4.4	Urbanisme.....	37
3.5	Consolidation du gain global du plan.....	38
3.6	Validation du scénario PPA par modélisation déterministe	38
4	Autres polluants	39
Annexe 1: Objectifs de réduction des émissions à l’horizon 2015.....		41
Annexe 2 : Modulation par SNAP des cadastres locaux à partir des variations tendanciennes nationales OPTINEC IV.		42
Annexe 3 : Paramètres impactés et pris en compte dans les scénarios tendanciels nationaux et régionaux et exemple de mesures additionnelles		43
Annexe 4 : Fichier Excel pour analyse «arithmétique»		46
Annexe 5: Hypothèse de linéarité entre la variation d’émission d’un secteur sur la zone PPA et la variation de la part de concentration quotidienne liée à ce secteur sur la zone PPA		47
Annexe 6 : Utilisation des profils temporels dans l’INS.....		48

Rédacteurs :

AIR Rhône-Alpes	Marie-Blanche Personnaz
	Camille Rieux
	Eric Chaxel
LCSQA	Laurence Rouïl
	Elsa Real

Document de référence :

«ratio_OPTINEC_2009-2015.xls»: document détaillant au niveau SNAP3 les ratios OPTINEC d'émissions entre année de référence (2005 et 2009) et année 2015, scénario AMSM (ce document n'est pas annexé au présent guide, mais remis aux utilisateurs).

«synthese_ratio_pm10_pm25.xls»: document détaillant au niveau SNAP3, les ratios PM10/TSP utilisés dans la spéciation de l'INS

«profils_temporels_sources_fixes.xlsx», «profils_temporels_sources mobiles.xlsx» et «profils_temporels_sources_biotiques.xlsx»: document détaillant les clefs temporelles utilisées dans l'INS pour désagréger les émissions annuelles en émissions mensuelles, journalières ou horaires.

Ces documents, hormis celui en liaison avec OPTINEC, sont également disponibles sur le site du LCSQA : <http://www.lcsqa.org/gt-evaluation-plans/documents>

ou Accueil → Commissions de suivi et Groupes de travail → Groupes de travail → GT terminés → GT Évaluation des plans → Comptes rendus et relevés de décisions → Documents

1 CONTEXTE ET ENJEUX

1.1 OBJECTIFS DU PPA

Les plans de protection de l'atmosphère (ou PPA) sont des outils réglementaires qui s'appliquent aux agglomérations de plus de 250 000 habitants et aux zones dans lesquelles des dépassements des valeurs limites des concentrations de polluants réglementés ont été observées (au sens de l'article R. 221-1 du code de l'environnement).

Les PPA répondent aux exigences de la réglementation européenne en termes de qualité de l'air, notamment au regard du nombre maximal de 35 jours de dépassement par an de la **valeur limite de 50 µg/m³ en moyenne journalière pour les PM₁₀** (applicable depuis 2005, et actuellement objet d'un contentieux avec la Commission Européenne) et de la **valeur limite de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂** (applicable depuis 2010, et certainement objet d'un futur contentieux), ainsi qu'à celles de la réglementation française et des ambitions que celles-ci portent.

Les PPA permettent également la déclinaison locale des plafonds d'émissions nationaux résultant de la Directive sur les plafonds nationaux d'émission¹ 2001/81/CE (également appelée Directive NEC pour «National Emission Ceilings») qui fixe pour chaque pays de l'Union Européenne des plafonds d'émissions, tous secteurs confondus, sur les oxydes d'azote (NO_x), dioxyde de soufre (SO₂), composés organiques volatils (COV) et ammoniac (NH₃).

Les PPA prennent en compte de surcroît le panel de Directives dites sectorielles qui limitent les émissions de polluants atmosphériques de divers secteurs d'activités économiques: transport, solvant, installations de combustion, etc. ainsi que la directive 2008/1/CE sur la Prévention et la réduction Intégrée des Pollution (dite Directive IPPC) qui soumet à autorisation les activités industrielles et agricoles qui ont un fort potentiel de pollution. Il est à noter que la nouvelle directive sur les émissions industrielles (2010/75/EU dite Directive EI ou IED) actualise et refond 7 textes législatifs existants dont des directives sectorielles et la directive IPPC.

Enfin, les PPA sont établis dans le respect des Schémas Régionaux Climat-Air-Énergie.

Les PPA doivent donc permettre à la fois de respecter ces valeurs limites de concentrations des polluants concernés et de contribuer localement au respect des plafonds d'émissions nationaux et des émissions sectorielles. Ils fixent les mesures de gestion permanentes ou de court terme (en situation d'urgence lors d'épisodes de pollution par exemple) des émissions et des sources de pollution pour améliorer la qualité de l'air et éviter les situations d'épisodes au cours desquelles les valeurs limites sont dépassées au détriment du bien-être des populations et de la préservation des écosystèmes. Pour les polluants ne dépassant pas la valeur limite, un objectif plus ambitieux peut être fixé, comme par exemple le respect des objectifs cibles de qualité de l'air défini dans l'article

¹ Cette Directive est en cours de révision, en cohérence avec la récente révision du Protocole de Göteborg (afférant à la Convention Transport de la Pollution Atmosphérique à Longue Distance, <http://live.unece.org/env/lrtap/welcome.html>, dite convention de Genève) qui la motive. Il est pressenti que la Directive révisée inclura des dispositions relatives aux émissions de PM2.5.

R. 221-1 du code de l'environnement (notamment sur les PM_{10} , dans le cas d'un PPA mis en place uniquement en raison de dépassements de valeur limite pour le NO_2).

Trente trois Plans de protection de l'atmosphère sont en cours de révision ou de création, 1 PPA vient d'être adopté, et 4 autres zones de surveillance sont susceptibles d'en établir un <http://live.unece.org/env/lrtap/welcome.html>

L'élaboration de ces plans locaux constitue également un enjeu important pour le processus de gestion locale de la pollution atmosphérique. Leur évaluation doit être menée dans l'optique de ces multiples objectifs: cela conditionne le type d'information produit dans la chaîne d'évaluation et l'incertitude acceptable.

Afin de contribuer à atteindre les objectifs nationaux concernant le respect des plafonds d'émissions, les PPA doivent permettre d'atteindre un certain nombre d'objectifs en termes de réduction des émissions de polluants primaires, à l'intérieur de leur périmètre d'application. Le courrier de la DGEC² envoyé aux préfets le 16 mars 2011 fixait des **lignes directrices de réduction d'émissions des PM et des NO_x à réaliser entre 2007 et 2015, en cohérence avec les objectifs nationaux issus de la Loi grenelle et de la Directive Plafonds (NEC) :**

- **$PM_{2.5}$: -30%**
- **PM_{10} : -30%**
- **NO_x : -40%**

Etant donné que l'année de référence des cadastres d'émissions dans la démarche d'évaluation des PPA, n'est pas forcément l'année 2007, un tableau déclinant ces objectifs de réduction année par année (de 2000 à 2010) est disponible en annexe 1 (établi sur la base de l'évolution des concentrations des polluants correspondants au niveau national).

1.2 CADRAGE DE L'EXERCICE

Les livrables de l'évaluation

L'évaluation des PPA vise à mesurer la capacité du plan d'action à atteindre les objectifs de non dépassement des valeurs limites et d'amélioration de la qualité de l'air dans les zones concernées. L'évaluation porte sur l'horizon 2015 et deux scénarios sont considérés (la définition de ces scénarios est précisée dans la section 2.2) :

- Scénario tendanciel 2015
- Scénario mesures additionnelles 2015 (ou PPA 2015).

Pour ces scénarios les livrables finaux de l'évaluation du PPA sont les suivants :

- Une évaluation de la situation vis-à-vis des valeurs limites (notamment PM_{10} et NO_2) au niveau des stations de mesures qui constituent la base du rapportage réglementaire à l'Europe.
- Une évaluation de la population et de la surface de territoire exposées à des dépassements de valeur limite (notamment PM_{10} et NO_2).

² Direction Générale de l'Energie et du Climat du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.

- Une évaluation de la situation vis-à-vis de la déclinaison régionale des objectifs nationaux de réduction d'émission sur la zone PPA.

L'évaluation des PPA doit être réalisée dans des délais contraints :

Pour rappel, la règle générale veut que dans les zones en dépassement de valeurs limites, les plans doivent théoriquement être élaborés et approuvés 18 mois après constat de dépassement.

Le rôle des AASQA

Une lettre de cadrage a été envoyée aux préfets en septembre 2010. Les DREAL sont responsables de la conception et de la mise en œuvre des PPA, et, le ministère propose que soient confiés aux AASQA :

- **l'état des lieux** des régions (émission et qualité de l'air).
- **l'évaluation des plans d'actions** à échéance 2015 décidés par le comité de pilotage en termes d'impacts sur la qualité de l'air.

1.3 OBJECTIF DU GUIDE

L'objectif du guide est de proposer une **méthodologie d'évaluation** :

- Standardisée afin de garantir une cohérence nationale
- Permettant de fournir les éléments nécessaires à l'accompagnement de l'ensemble du processus d'élaboration des plans d'actions pour en anticiper l'efficacité réelle (notamment objectifs de réduction d'émissions sur un territoire et par secteur d'activité), plutôt que de raisonner directement sur des scénarios finalisés.
- A deux niveaux selon les outils disponibles dans chaque AASQA
 - Méthode complète pour les AASQA disposant d'un modèle régional et d'un modèle urbain
 - Méthode simplifiée pour les AASQA ne disposant pas d'un modèle régional ou urbain
- Permettant de construire des indicateurs de suivi de façon homogène sur le territoire national :
 - Indicateurs d'activité du plan
 - Indicateurs d'objectifs

Ce guide répond à la nécessité de mener les études d'évaluation en limitant le coût en temps et en ressources de la démarche, tout en assurant la qualité des informations produites. Le présent document est destiné à présenter une méthodologie nationale d'évaluation des plans d'actions cohérente répondant à ces principes, ce qui suppose de concevoir:

- Une approche basée sur la mise en œuvre de modèles déterministes qui permettent d'évaluer l'impact de scénarios de réduction des émissions sur les concentrations de polluants atmosphériques. Cependant de telles simulations requièrent des temps de calcul importants et elles ne peuvent être multipliées.
- Une approche pragmatique permettant de tester le respect des Directives de qualité de l'air à l'horizon 2015. Elle repose sur la réalisation d'un nombre limité de simulations déterministes de scénarios haute résolution et sur des hypothèses simplificatrices de linéarité que l'on s'autorise en considérant la petite échelle spatiale d'application du plan et

le caractère éventuellement primaire (*i.e.* en négligeant les réactions chimiques) des polluants à cette échelle.

- Une approche permettant de cibler des mesures de gestion locales issues de la déclinaison de plans nationaux (par exemple le Plan Particules) ou additionnelles (dans le sens où elles ne seraient associées qu'à des politiques locales) pour assurer le respect des valeurs limites qui ne peuvent être atteintes en tous points du territoire en se limitant aux mesures nationales. C'est le concept de **charge critique qui correspond à la quantité d'émission que l'on s'autorise dans la logique de respect des objectifs de qualité de l'air et de plafonds d'émission.**

Au final, l'un des objectifs du guide est de proposer des méthodes simplifiées et/ou éventuellement plus incertaines que l'exploitation des résultats d'un grand nombre de simulations déterministes haute résolution, mais permettant de faciliter le travail d'évaluation. Le retour d'expérience disponible à partir des travaux menés dans plusieurs villes sera le fil conducteur de cette analyse, l'idée principale étant d'éviter de reproduire des calculs longs qui aboutiraient à des résultats sensiblement identiques

Il convient de noter que le guide propose une méthodologie et que les travaux déjà engagés sur la base d'une méthodologie différente ne seront pas remis en question dès lors qu'ils atteignent les objectifs présentés dans la partie 1.2 de ce guide et qu'ils reposent sur des bases scientifiquement correctes.

2 LES OUTILS ET PARAMÈTRES GÉNÉRAUX DE L'ÉVALUATION

2.1 SCENARIO TENDANCIEL VERSUS MESURES ADDITIONNELLES

2.1.1 Définitions

Un **scénario tendanciel** correspond à une situation future qui reflète des évolutions d'activités, structurelles ou technologiques pouvant être estimées à partir de données économiques, réglementaires et techniques disponibles à ce jour et qui ne sont pas susceptibles d'évoluer à l'échéance visée pour la mise en œuvre du scénario. Ainsi on intégrera dans un scénario tendanciel:

- toutes les mesures de gestion ou les objectifs de réduction des émissions de polluants et de gaz à effet de serre résultant des législations adoptées à ce jour, qu'elles soient communautaires ou nationales (plus rarement régionale et locale)
- les projections de la demande d'énergie et de l'offre d'énergie elles-mêmes dépendantes d'hypothèse macro-économiques telles que l'évolution du PIB, l'évolution du prix des énergies, et le taux de parité dollar *versus* euro, la croissance économique supposée des secteurs industriels ou encore la démographie, et autres évolutions structurelles de la société.

Un **scénario mesures additionnelles** peut être qualifié par différentes caractéristiques. Il peut être défini à partir de différentes approches appliquées ensemble ou séparément:

- Intégration d'un certain nombre d'hypothèses sur les évolutions de la réglementation ou encore sur l'évolution des technologies (moyens de dépollution avant émission, taux de pénétration accrue des énergies renouvelables ou de moyen énergétiques moins polluants...) qui sont considérées comme une interprétation «ambitieuse» de la réglementation ou qui ont fait l'objet d'une réglementation adoptée à une date postérieure à celle fixée pour le scénario tendanciel
- Évolution des habitudes de la société ou des hypothèses économiques qui ne sont pas actuellement identifiées: nouvelles taxes et autres instruments économiques par exemple, capacité de la société à se mobiliser tout entière sur des procédés plus verts. Cela peut également concerner des spécificités et pratiques locales en fonction des caractéristiques de développement économique de la région visée ;
- Intégration des dispositifs ou instruments de maîtrises des émissions appliqués localement ou temporairement.

On distingue généralement deux types de mesures de gestion : les «mesures techniques» et les mesures «non techniques». Les premières désignent des évolutions technologiques dont l'impact se traduit en termes de taux d'abattement des émissions de gaz à effet de serre et de polluants ; par exemple, les mesures dites «*end of pipe*» qui caractérisent l'implantation de procédés technologiques de réduction des concentrations de polluants à la source (et donc avant émission) entrent dans cette catégorie, tout comme les mesures liées au choix de carburants moins polluants. Les mesures «non techniques» explorent des approches basées sur le changement de comportement de la société (vitesses réduites des véhicules routiers, choix de promouvoir des voitures plus petites

et moins consommatrices, report modal dans le transport, produits basse consommation...) et l'adoption d'instruments politiques (information et sensibilisation, taxes, bonus/malus, réglementation...) pour les mettre en œuvre. Cette distinction peut concerner aussi bien les scénarios tendanciels que les mesures additionnelles.

L'exercice d'évaluation des PPA consiste en l'évaluation de l'application d'une combinaison de:

- Mesures tendanciennes représentatives de l'évolution des émissions de polluants atmosphériques selon la législation en vigueur, déclinée au niveau du périmètre du PPA. À noter qu'elles peuvent être de niveau national ou régional.
- Mesures additionnelles qui s'attachent à cibler la zone PPA pour compléter l'action des mesures tendanciennes généralement insuffisantes pour traiter les « points noirs ». L'impact de ces mesures sur les « points noirs » de la zone est dépendant de la répartition géographique des sources³.

2.1.2 Informations disponibles

Le rapport OPTINEC 4 du CITEPA réalisé pour le Ministère du Développement Durable en juin 2011, liste l'ensemble des mesures consignées dans les scénarios prospectifs climat-air-énergie d'évolution des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France à l'horizon 2020-2030. Pour le niveau national, le CITEPA a développé trois scénarios de réduction des émissions qui constituent la base des projections OPTINEC4 :

- **AME:** scénario Mesures Existantes (tendanciel), il se base sur la trajectoire de l'offre et de la demande énergétique que devrait induire la réalisation des objectifs énergétiques français et de réduction des gaz à effet de serre adoptés ou exécutés avant le 1^{er} Janvier 2010.
- **AMSM:** Scénario Mesures Supplémentaires, Mesure Grenelle; s'appuyant sur les hypothèses de l'évolution du système énergétique français permettant de respecter les objectifs de réductions des émissions de GES décidés dans le cadre des lois Grenelle.
- **AMSO:** Scénario Mesures Objectif Grenelle; mise en œuvre de toutes les mesures postérieures au 1^{er} janvier 2010, permettant de réaliser les objectifs énergétiques français, les objectifs de réductions de GES et de PA selon les objectifs des lois Grenelle. Ceux-ci intègrent par défaut les objectifs du paquet Energie Climat.

Dans le travail d'évaluation des PPA il est proposé de déterminer le tendanciel à partir des décisions effectives prises dans le cadre de la réglementation en vigueur et des lois Grenelle jusqu'au **1^{er} janvier 2010**. Ainsi le scénario AMSO sort de la définition du tendanciel, et dans le reste du document, le scénario **AMSM sera entendu comme le scénario tendanciel national**.

Ces scénarios concernent des réductions des émissions de NO_x, de COVs, de SO_x, et de PM_{2,5} (en cohérence avec le plan Particules). En revanche les émissions primaires de PM₁₀ ne sont pas traitées dans OPTINEC 4, et celles d'ammoniac sont identiques pour les 3 scénarios tendanciels. Pour pallier les lacunes sur les PM₁₀, des ratios PM_{2,5} / PM₁₀ établis à partir des données de l'Inventaire National Spatialisé (INS) des émissions atmosphériques disponibles au niveau SNAP 3 sont établis (voir annexe 2) permettant de construire un cadastre prospectif local de PM₁₀.

³ Cependant le périmètre du PPA pour des polluants tels que les particules dont le comportement physico-chimique les conduit à être transportées et transformées sur de long pas de temps, doit être assez étendu pour assurer l'efficacité des mesures envisagées.

2.1.3 Hypothèses adoptées

Afin que tous les PPA français soient cohérents il est important de produire une liste claire de ce qui relève du tendanciel national, du tendanciel régional et des mesures locales additionnelles. En cela, le rapport OPTINEC4 constitue un document de référence qui décrit précisément les hypothèses de niveau national qui peuvent être adoptées uniformément sur l'ensemble du territoire, **comme ligne de base** aux échéances 2010, 2015, 2020 et 2030. Ces données s'appuient sur le rapport ENERDATA⁴ qui définit l'évolution de l'activité énergétique et économique française jusqu'en 2030. Ces hypothèses de base nationales constituent **le tendanciel national**. Elles peuvent être adaptées au niveau régional ou local si des politiques particulières ou des évolutions économiques locales (par exemple la fermeture programmée d'un grand complexe industriel) sont susceptibles de conduire à l'évolution significative des émissions dans la zone. Selon le caractère définitif ou non de ces décisions à la date du 1^{er} janvier 2010, on pourra élaborer un scénario **tendanciel régional** ou un scénario **mesures additionnelles**.

La liste des mesures réglementaires prises en compte dans les scénarios nationaux est précisément décrite dans le rapport OPTINEC 4. Pour faciliter le travail d'évaluation, on rappelle dans ce guide (et dans les tableaux donnés en annexe 3) les variables et paramètres qui font l'objet de projections nationales, dans le tendanciel national et qui doivent donc être considérées comme une ligne de base nationale à l'horizon 2015 dans l'élaboration des PPA. **Le scénario OPTINEC 4 correspondant au tendanciel national à prendre en compte dans l'évaluation des PPA est AMSM**. Des indications sur la façon dont chacun de ces secteurs doit être considéré pour créer des scénarios tendanciels régionaux ou des scénarios «mesures additionnelles» sont données en annexe 3. Des exemples plus précis de mesures de gestion sont donnés au paragraphe 3.4.

2.2 LES OUTILS

L'ensemble du processus d'évaluation est réalisé à horizon 2015: l'approche est donc prospective. Par essence elle ne peut pas s'appuyer directement sur des données métrologiques et doit reposer sur un cadastre d'émissions prospectif et des outils de modélisation.

2.2.1 Cadastre d'émissions

Afin de pouvoir mener l'état des lieux des régions, un cadastre local **de référence** est nécessaire. L'année de référence n'est en général pas un paramètre fortement sensible pour l'évaluation et peut être choisie en fonction de contraintes locales, notamment la disponibilité du cadastre d'émissions local.

L'élaboration des scénarios PPA nécessite également de disposer d'un **cadastre prospectif local** à l'horizon 2015. Ce cadastre doit être représentatif de l'évolution tendancielle de la situation nationale et locale (voir définition d'un scénario tendanciel section 2.1.3.).Ce cadastre prospectif peut être établi de deux manières :

- sur la base d'une analyse locale (e.g. SRCAE⁵)

⁴ ENERDATA- Scénarii prospectifs Energie-Climat-Air de référence concernant la France dans un cadre Européen et International à l'horizon 2030. Rapport en date du 14 janvier 2011

⁵ Schéma Régional Climat Air Energie

- par modulation par SNAP du cadastre local de l'année de référence, basée sur les variations tendanciennes nationales fournies par l'étude OPTINEC IV entre 2005, 2009 et 2015 (scénario AMSM). L'annexe 2 fournit les coefficients à appliquer par SNAP de niveau 3, afin de dériver un cadastre tendanciel 2015 sur la base d'un cadastre «année de référence». On rappelle que les émissions de PM₁₀ ne sont pas traitées dans OPTINEC 4 mais peuvent être déduites des ratios PM_{2,5}/ PM₁₀ de la base INS au niveau SNAP3 qui sont fournis avec ce document (voir annexe 3).

2.2.2 Modélisation chimie-dispersion

Mise en œuvre des outils de modélisation

Pour plus de détails relatifs à la mise en œuvre des outils de modélisation, on peut se référer aux guides⁶ rédigés dans le cadre de l'étude préliminaire ELFE qui concerne respectivement la modélisation urbaine et régionale. Ces guides ont été cosignés par toutes les AASQA et relus par le LCSQA. Ils représentent une très bonne base au niveau national pour dériver des méthodologies pour la modélisation.

Ces outils doivent être évalués sur les situations présentes et chaque AASQA a la responsabilité de cette tâche. Le LCSQA a proposé⁷ un certain nombre de critères de validation des outils de simulation des situations de proximité routière <http://www.lcsqa.org/pollution-proximite>. Aux échelles urbaines et régionales, des calculs de scores statistiques (biais, erreur quadratique moyenne, corrélation) devront à minima être produits par rapport aux observations aux stations. Cette démarche fait l'objet d'un consensus au niveau de la communauté scientifique. Ainsi ces indicateurs ainsi qu'une revue des différents types de modèles disponibles sont décrits dans le guide du groupe d'experts européens FAIRMODE⁸.

Enfin, même correctement validés, les données en sortie de modèle sont entachées d'incertitudes liées aux données d'entrée (cadastre d'émissions, météorologie, paramètres physiques et chimiques) ainsi qu'au modèle lui-même. Pour mener à bien des études sur l'évolution de la qualité de l'air à travers les périodes passées, les résultats bruts de simulation ne sont généralement pas directement utilisés. Afin d'améliorer les résultats du modèle et de les corriger d'éventuels biais en des zones particulières, des cartes analysées, basées sur la correction a posteriori des simulations par les mesures, sont souvent utilisées⁹. Ces méthodes ne peuvent logiquement être déclinées dans une logique de scénarios prospectifs, les observations n'existant pas.

Mais une méthode simple consiste alors à utiliser les ratios de sorties brutes du modèle entre l'année de référence 2009 (□) et l'année prospective (□) ramenées à la cartographie de référence obtenue par analyse des données □ pour obtenir une valeur corrigée □ pour l'année prospective. Par exemple, pour les concentrations de PM₁₀:

$$PM10_{\text{prospectif, corrigé}} = \left(\frac{PM10_{\text{prospectif}}}{PM10_{2009}} \right)_{\text{brute}} \times PM10_{2009, \text{ corrigé}}$$

Dans le cas de l'ozone, il est d'abord calculé la valeur maximale obtenue chaque journée sur une moyenne glissante de 8 heures. À partir des valeurs obtenues, la formule de correction précédente est utilisée pour l'ozone pour chaque jour.

⁶ [guide_GREXURB_VERSION3_16092010.pdf](#) et [guide_GREXREG_VERSION_9_20101109.pdf](#).

⁷ Voir rapports 2010-et 2011 et <http://www.lcsqa.org/pollution-proximite>

⁸ <http://www.eea.europa.eu/publications/fairmode>

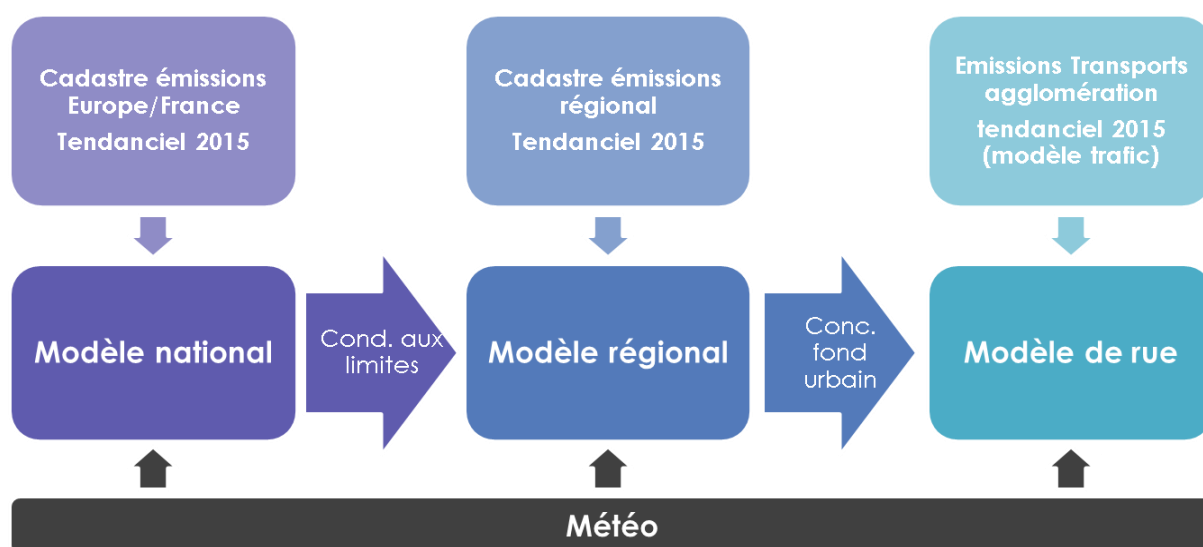
⁹ Voir par exemple la rubrique « cartes analysées » sur le site PREv'Air ; www.prevoir.org

Dans la suite du document il sera fait mention de résultats de simulations de scénarios « **corrigées** » ou « **redressées** » par les analyses pour l'année 2009.

Description des méthodologies :

Comme mentionné section 1.3, une méthodologie d'évaluation à deux niveaux a été élaborée afin de pouvoir être mise en œuvre sur tout le territoire à condition de posséder un cadastre d'émission local. C'est le seul réel préalable de la méthode. Elle ne devrait donc pas poser de problème au niveau des différentes AASQA concernées par le travail d'évaluation

- Méthodologie complète



Représentation schématique de l'imbriication des différents types de modèles

Cette chaîne de calcul est principalement conditionnée par la mise en œuvre d'un modèle régional de chimie transport. Comme nous le verrons au paragraphe 3.3.2, le recours à une modélisation régionale est particulièrement justifié pour l'analyse des concentrations de PM_{10} . Le modèle régional est alimenté en conditions aux limites par des simulations nationales. Le LCSQA a utilisé le modèle CHIMERE pour produire ces simulations de conditions aux limites, éventuellement «redressées» par les analyses 2009. Le cadastre régional est utilisé pour établir les émissions tendanciennes 2015 à l'échelle régionale. Les champs de concentrations du modèle servent ensuite à alimenter en concentration de fond le modèle urbain alimenté par les émissions à l'horizon 2015. Celles-ci peuvent être issues de modèles, tel un modèle de trafic estimant les émissions dues au transport dans le futur.

- Méthodologie simplifiée

Lorsqu'une modélisation régionale ne peut être mise en œuvre (par faute de temps ou de disponibilité), une version simplifiée de la chaîne de modélisation est de connecter directement le modèle national au modèle urbain. Les simulations nationales, éventuellement «redressées» ou « corrigées », serviront alors directement de concentrations de fond pour le modèle urbain.

Le cas où aucun modèle de trafic ou lorsqu'aucun modèle urbain correctement calé ne sont disponibles est envisagé dans ce guide, mais au vu des très grandes incertitudes associées, il paraît judicieux de profiter de l'élan des PPA pour investir localement dans l'utilisation de modèles urbains.

Calcul de l'exposition de la population

Les cartographies de la qualité de l'air permettent d'évaluer le nombre de personnes exposées à des dépassements de seuils réglementaires par croisement avec des données de répartition de la population. La définition d'une méthodologie standardisée au niveau national de calcul de l'exposition de la population a été menée en 2012 par le LCSQA. Cette méthodologie ne sera probablement pas disponible suffisamment tôt pour pouvoir être appliquée dans le cadre de l'évaluation de tous les plans. Ainsi, il est proposé que le calcul d'exposition de la population soit basé sur la méthodologie utilisée par l'AASQA pour le rapportage européen afin d'assurer la cohérence des données transmises.

2.3 SIMULATIONS NATIONALES TENDANCIELLES

Au niveau national, le modèle CHIMERE a été mis en œuvre pour l'année de référence 2009 et pour le scénario tendanciel 2015 (AMSM). Deux domaines ont été simulés : Europe avec une résolution de 50 km et France avec une résolution de 10×15 km.

Les champs météorologiques ont été simulés à l'aide du modèle américain WRF (<http://www.wrf-model.org/index.php>, <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/>), les émissions en dehors du territoire français sont issues des valeurs de l'inventaire officiel européen EMEP (www.emep.int) EMEP 2009 pour la simulation de référence et une interpolation linéaire entre EMEP 2010 et EMEP 2020 pour la simulation prospective 2015). Sur la France, les émissions prospectives proviennent des totaux nationaux de l'étude OPTINEC 4 (AMSM) pour les polluants suivants: NO_x, PM_{2,5}, SO_x, COV et NH₃. Les autres polluants sont dérivés des émissions EMEP (en particulier, les concentrations de PM₁₀ sont obtenues par l'ajout des concentrations de PM_{2,5} et de PM_{Coarse} dérivées d'EMEP). La méthode de spatialisation des émissions a été développée par l'INERIS dans le cadre de travaux de recherche européens connexes.

Ces simulations nationales ont plusieurs justifications :

- Dans la chaîne de modélisation, elles fournissent les concentrations aux limites ou concentrations de fond pour la réalisation respectivement d'une modélisation régionale ou simplement urbaine.
- Dans le cas où une modélisation régionale n'est pas envisageable et que les intrants au domaine doivent être évalués, elles peuvent permettre d'estimer des niveaux de fond ruraux sur les régions concernées (voir paragraphe 3.3.2).

Suivant l'usage des simulations nationales, celles-ci peuvent être corrigées afin de mieux représenter les observations. Concernant les simulations de référence pour l'année 2009, des cartes analysées classiques peuvent être produites. En revanche, pour la simulation prospective, il convient d'appliquer la procédure de « redressement » des résultats bruts par les corrections appliquées pour l'année de référence (voir section 2.2.2). Concrètement, des simulations nationales brutes et corrigées peuvent être fournies par l'INERIS sur demande. Cependant, il est généralement plus pertinent de laisser le soin aux experts locaux d'effectuer le redressement des données brutes

simulées, afin de s'assurer que des zones ayant une typologie particulière sont correctement traitées (choix des stations à assimiler pour produire des cartes locales corrigées).

2.4 SIMULATIONS URBAINES : CAS DU TRAFIC

Afin de pouvoir mettre en œuvre une modélisation urbaine prospective, il convient de connaître :

- 1) le parc routier prospectif en question
- 2) les émissions associées aux différents véhicules du parc
- 3) une estimation de la matrice trafic à l'horizon 2015 sur la zone urbaine.

Des recommandations sont données ci-dessous concernant le parc prospectif et les émissions de NO_x

2.4.1 Parc prospectif

Dans le cadre d'études préliminaires visant mettre en place des zones à bas niveaux d'émission (initialement appelées ZAPA¹⁰), le CITEPA a développé pour le Ministère de l'Ecologie un outil (MIMOZA) permettant de simuler l'impact du parc prospectif routier sur les émissions urbaines. Cet outil permet l'accès aux données nationales de parc routier prospectif du CITEPA par type de véhicules (5 groupes), par norme EURO et par année (de 2010 à 2015). Si aucune donnée plus précise n'est disponible localement, ces parcs peuvent être utilisés localement dans les modèles de trafic, mais la situation devra être considérée au cas par cas. Le statut de l'outil, encore récemment en évaluation, est à vérifier auprès du Ministère. À noter que si des données plus précises sont disponibles par type de véhicules mais pas par norme EURO, le logiciel permet de répartir les données suivant la répartition nationale de l'année d'étude.

2.4.2 Rapport NO₂/NO_x prospectif des émissions trafic

Les ratios NO₂/NO_x préconisés sont ceux utilisés dans l'outil MIMOZA, c'est-à-dire ceux fixés par la méthodologie EMEP/EEA 2009 mis à jour en 2010¹¹ accompagné des mises à jours futures de la méthodologie EMEP/EEA qui sont déjà dans le logiciel COPERT4¹²
http://www.emisia.com/download_file.html?file=COPERT4_v9_0.pdf.

Une exception cependant concerne les véhicules particuliers diesel pour lesquels un ratio plus élevé est utilisé (**+10 % par rapport à la norme EURO 4**) conformément aux préconisations nationales¹³.

À noter que lorsqu'un intervalle de valeurs est préconisé dans les méthodologies, la médiane sera choisie.

¹⁰ Zone d'Action Prioritaires pour l'Air

¹¹ EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, updated June 2010 Part B: sectoral guidance chapters, 1. Energy, 1.A. Combustion, 1.A.3.b Road transport update June 2010 (<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-3-b-road-transport.pdf>)

¹² http://www.emisia.com/download_file.html?file=COPERT4_v9_0.pdf

¹³ «Impact des technologies sur les émissions NO₂ de véhicules diesel, et santé» Saisine n°2006-009
http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/561629415138122661534136019483/NO2_diesel_avis_et_rapport_afsset_2009.pdf

2.5 MÉTÉO

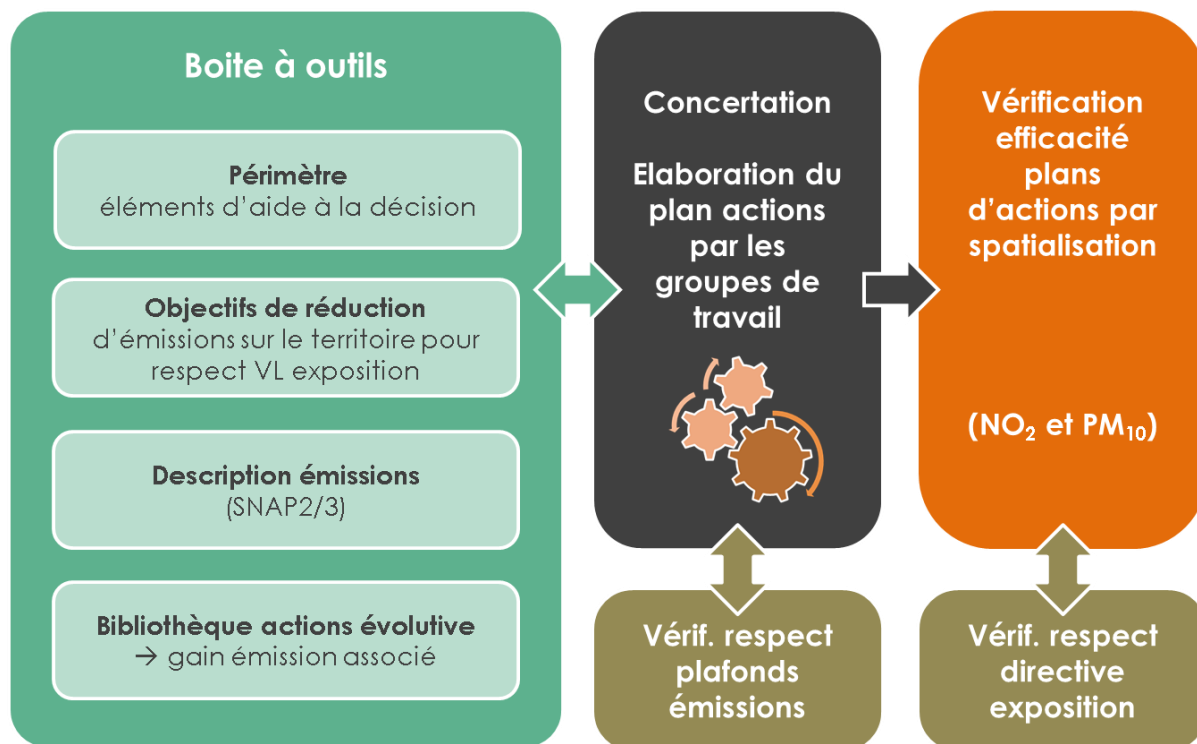
Concernant l'année météorologique de base, il avait été décidé de manière concertée entre le Ministère, le LCSQA et les AASQA que le choix se porterait sur **2009**. Il s'agit d'une année moyenne en termes météorologiques, et qui est donc considérée comme représentative de la situation la plus courante. 2007 aurait été une année candidate pour déterminer les effets de mesures de gestion sur d'importants épisodes de pollution. Mais ils étaient la conséquence d'événements de grande ampleur (production de nitrate d'ammonium à grande échelle, poussières telluriques...) et exceptionnel (du fait de l'occurrence de températures inhabituellement élevées au mois d'avril) et donc ne constitueraient pas forcément des exemples représentatifs de l'efficacité de mesures de gestion locales. De plus, lorsqu'une année est exceptionnelle en termes de conditions climatiques, la commission peut lever le contentieux pour cette année précise (jurisprudence de l'année 2007). Il faudra cependant que ce choix soit clairement justifié dans les rapports fournis à la Commission. Un argumentaire justifiant cette position sera rédigé par le Ministère à l'attention de la Commission Européenne.

3 EVALUATION DU PPA : UN ACCOMPAGNEMENT DE L'ENSEMBLE DU PROCESSUS D'ÉLABORATION DU PPA

3.1 INTRODUCTION

L'objectif de la méthodologie d'évaluation présentée est de fournir les éléments nécessaires à l'accompagnement de l'ensemble du processus d'élaboration des plans d'actions afin de construire des plans d'une réelle efficacité :

- Avant la phase de concertation, préparation des éléments d'aide à la décision :
 - Éléments d'aide à la décision sur le dimensionnement du périmètre du plan d'action
 - Description du cadastre d'émission de la zone (niveau SNAP 2 ou 3 selon les secteurs et les spécificités locales)
 - Objectifs de réduction d'émissions par secteur d'émissions permettant de résoudre les dépassements de valeur limite (la «charge critique»).
 - Bibliothèque d'actions types présentant le gain d'émissions associé à chaque action.
- A chaque étape de la phase de concertation, il est possible d'utiliser ces éléments pour guider les parties prenantes vers les actions les plus efficaces et indiquer l'effort supplémentaire à réaliser pour atteindre les objectifs.
- Avant la vérification finale par modélisation déterministe: consolidation
 - Vérifier que les objectifs sont atteints afin de ne pas réaliser une modélisation sur la base d'un scénario qui échouerait à résoudre les dépassements de valeur limite.
 - Vérifier que les objectifs liés aux plafonds d'émission nationaux sont bien respectés
- Vérification finale par modélisation déterministe: le plan doit résoudre les dépassements de valeurs limites.



Représentation schématique du processus général d'élaboration du PPA

3.2 EVALUATION 2015 TENDANCIELLE

La première étape de l'évaluation consiste à évaluer la situation 2015 tendancielle sur la base de laquelle le plan va être construit. Cette évaluation est basée sur une chaîne de modélisation validée (c.f. section 2.1) et vise à établir (conformément à ce qui est inscrit dans la section 1) :

- la situation vis-à-vis des valeurs réglementaires au niveau des stations de mesures utilisées dans le rapportage européen ;
- Le nombre d'habitants du périmètre PPA exposés à des dépassements des valeurs réglementaires, ainsi que la surface de territoire concernée ;
- La situation vis-à-vis des plafonds d'émissions nationaux concernant les PM_{10} , $PM_{2.5}$ et NO_x .

3.3 EVALUATION INITIALE PAR APPROCHE «CHARGE CRITIQUE»

On peut définir une charge critique comme la quantité maximale d'émission pour un polluant donné, globale ou par secteur d'activité, admissible sur un périmètre géographique pour ne pas dépasser une valeur réglementaire, ou un objectif de qualité de l'air, en termes d'exposition sur ce territoire, en tenant compte des arrivées de pollution exogènes.

L'approche est basée sur un nombre limité de simulations déterministes dont les résultats sont ensuite exploités de manière pragmatique pour vérifier le non dépassement des valeurs limites. L'idée est de bénéficier des avantages de la modélisation déterministe (prise en compte de la spatialisation des émissions et des mécanismes de chimie-dispersion) sans être limité par la lourdeur de sa mise en œuvre (impossibilité de réaliser un calcul déterministe pour chaque nouvelle proposition de scénario). L'approche utilisée permet d'évaluer chaque projet de plan de manière rapide et flexible.

Compte tenu des objectifs, il a été jugé que l'incertitude introduite par le traitement simplifié des calculs déterministes était acceptable. Cependant, la méthode simplifiée ne pourra pas se substituer à la modélisation déterministe dans le cadre de l'évaluation du plan d'action final.

Les étapes de la méthodologie sont illustrées par le cas de l'élaboration du PPA de Grenoble: les données sont présentées à titre d'illustration et ne correspondent pas aux calculs les plus récents.

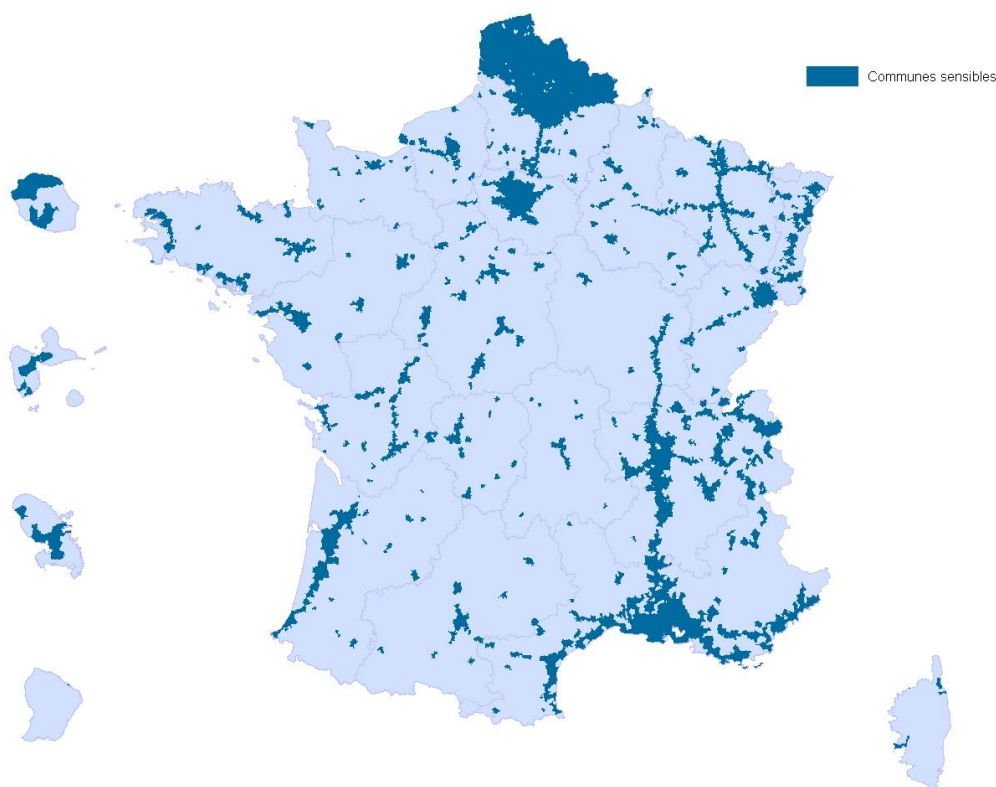
Deux approches de la méthode sont proposées suivant que le polluant considéré est PM_{10} ou NO_2 .

3.3.1 PM_{10} . Le périmètre conditionne la capacité d'action du PPA: la question des intrants

Introduction

La question du périmètre géographique des PPA est un point crucial car il doit être ajusté pour conférer aux PPA une capacité d'action à la hauteur des gains à réaliser. La question du périmètre se pose en des termes différents pour les PM_{10} et le NO_2 . Dans le cas des PM_{10} , la maîtrise des concentrations peut exiger de mettre en œuvre des actions de réductions des émissions sur un vaste domaine, alors que les niveaux de NO_2 , polluant plus «local», peuvent être réduits par des mesures de gestion locales des émissions.

La définition du périmètre géographique d'application peut également être guidée par l'analyse des zones sensibles à la pollution atmosphérique. Conformément au décret du 16 juin 2010 sur les Schémas régionaux Climat-Air-Energie, la cartographie de ces zones a été réalisée par chaque AASQA sur l'ensemble des régions françaises pour délimiter les zones géographiques pour lesquelles des mesures de gestion de la pollution atmosphérique doivent prévaloir sur d'autres objectifs dans le cas de la nécessité d'un arbitrage. Cette information doit également contribuer à cadrer le périmètre des PPAs, a minima elle doit être cohérente avec le périmètre défini. La carte nationale des zones sensibles à la pollution de l'air en juin 2012 est donnée ci-dessous.

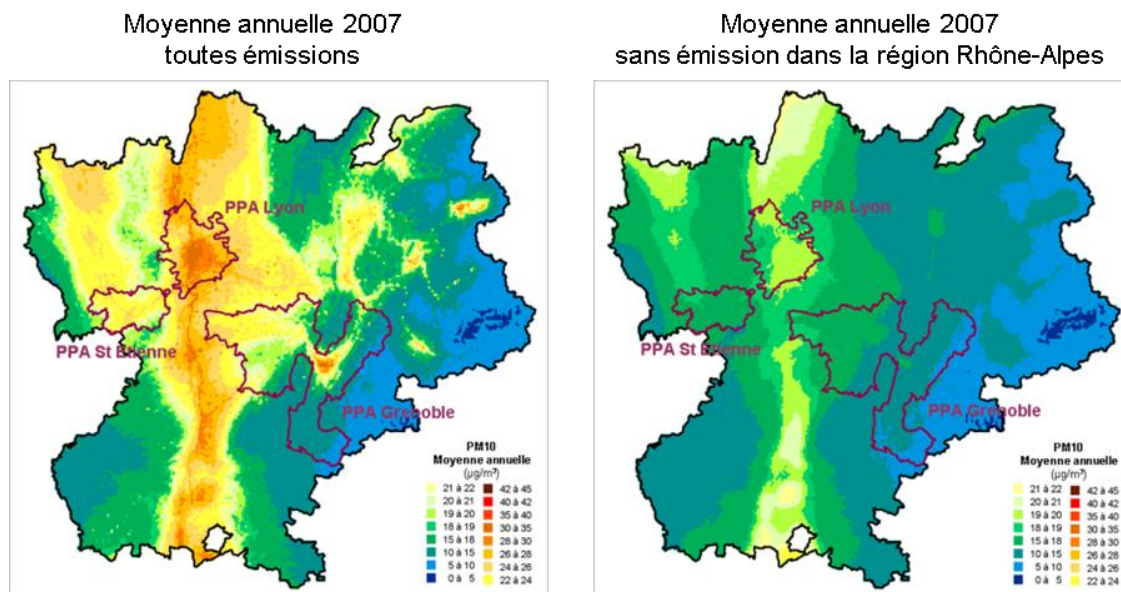


Carte des zones sensibles établies par région- Juin 2012

La section suivante traite des particules, le NO₂ est traité ensuite.

Les PM₁₀ sont des polluants résultant d'émissions primaires de particules, mais aussi de réactions chimiques à partir de précurseurs particulaires ou gazeux. Ces réactions peuvent avoir lieu sur des échelles de temps relativement importantes et selon leur nature et leur origine, les épisodes de pollution de PM₁₀ peuvent s'étendre sur de grands domaines géographiques. Ainsi un domaine géographique d'aire trop limitée peut s'avérer inadapté pour la définition d'un PPA efficace si celui-ci cible en premier lieu les PM. En effet, si la zone est trop petite, la part exogène des polluants sera trop importante et les mesures du PPA risquent d'être inefficaces.

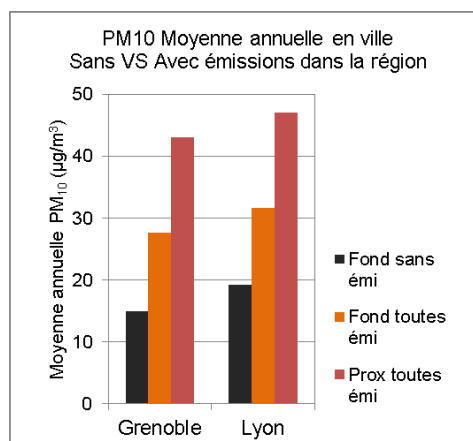
L'impact des émissions réalisées à l'extérieur d'une zone donnée sur la concentration de particules affectant cette zone est illustré ci-dessous. Les cartographies représentent la concentration moyenne de PM₁₀ modélisée dans la région Rhône-Alpes (modèle régional PREVALP) dans le cas d'une prise en compte des émissions régionales (cas «normal», à gauche) ou dans le cas «sans émissions» («coupure» de la totalité des émissions de la région, à droite). Il apparaît que les niveaux de particules de la région Rhône-Alpes sont fortement influencés par les émissions exogènes à la région. Par exemple, dans la vallée du Rhône la concentration annuelle moyenne liée aux émissions exogènes peut dépasser 20 µg/m³ soit environ la moitié des concentrations modélisées dans le cas «normal».



Cartographie de la concentration moyenne annuelle de PM₁₀ (µg/m³) modélisée en Rhône-Alpes. A gauche: cadastre régional des émissions 2007, conditions aux limites CHIMERE. A droite: aucune émission sur le périmètre de la région, conditions aux limites CHIMERE.

À titre d'exemple, le graphique ci-contre montre la concentration annuelle moyenne modélisée dans les conditions présentées ci-dessus dans le cas de Grenoble et Lyon. Le niveau de PM₁₀ modélisé en l'absence d'émissions dans la région représente plus de 1/2 du niveau de fond et plus du 1/3 du niveau modélisé en situation de proximité trafic (par modèle de rue).

Remarque: ces chiffres sont supérieurs à ceux présentés dans la suite du rapport dans le cadre de l'analyse détaillée de la contribution des émissions exogènes aux périmètres PPA. Cela est essentiellement lié au fait que l'analyse détaillée est basée uniquement sur les jours de dépassement de 50 µg/m³ et non sur tous les jours de l'année.



Ainsi, il apparaît que l'analyse préliminaire de la contribution des émissions exogènes aux épisodes de pollutions auxquelles sont soumises l'agglomération ou la zone cible doit permettre, en complément de l'analyse de la portée politique du plan, de définir au mieux son périmètre géographique. C'est la garantie de disposer d'un plan d'action qui a un impact significatif sur les niveaux de concentration et les dépassements. Cette première étape essentielle mérite l'accompagnement de Comités de Pilotage (COPIL) cadrant l'établissement des plans.

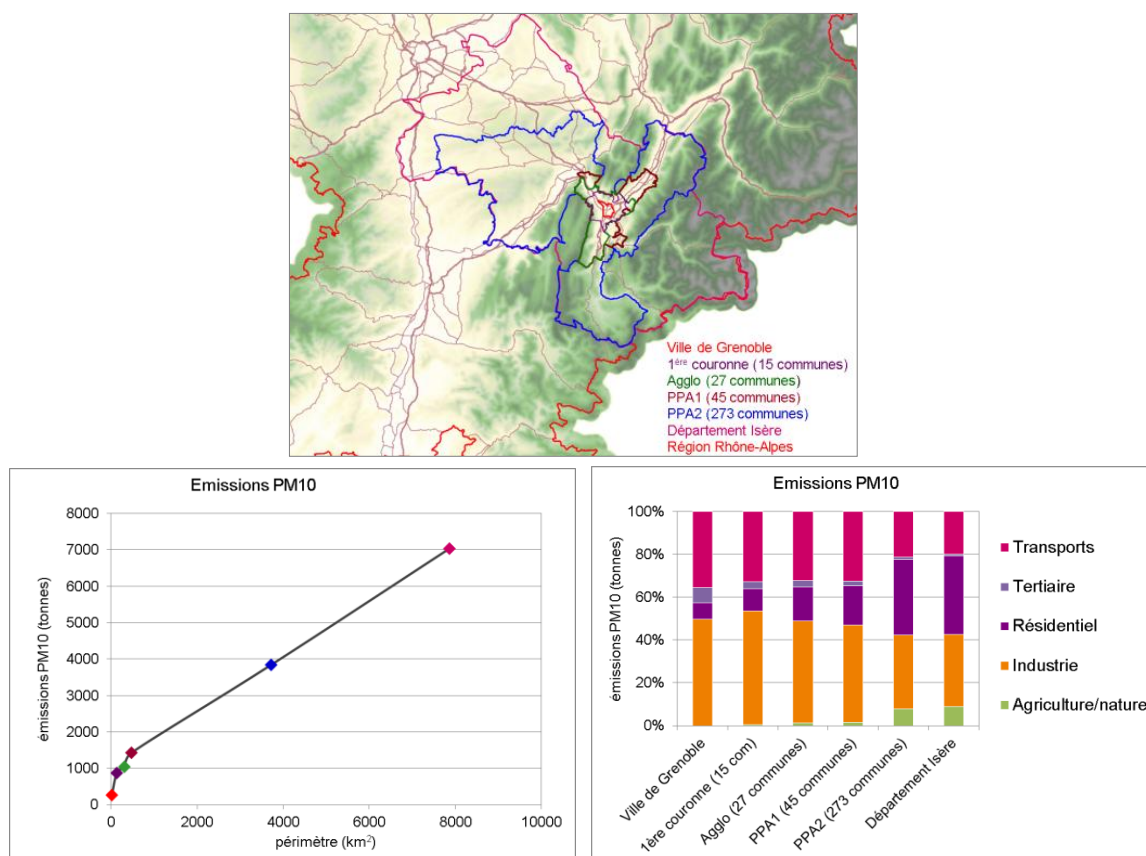
Les paramètres qui doivent être pris en compte pour dimensionner le périmètre PPA :

- Maximiser la contribution des émissions de l'intérieur du périmètre (*i.e.* les émissions sur lesquelles le PPA va agir) afin de minimiser la part exogène.
- Diversifier les secteurs d'activité sur lesquels le PPA pourra agir (*e.g.* étendre le périmètre aux zones périurbaines voire rurales permet généralement d'inclure des émissions de particules liées au chauffage au bois).
- Rechercher la cohérence avec périmètres des autres plans locaux (*e.g.* SCoT, S3PI...)
- Rechercher la cohérence avec les contours des zones sensibles à la pollution atmosphérique établis dans les SRCAE
- La prise en compte des deux premiers points tend généralement à définir un périmètre aussi grand que possible, il convient de noter que l'opérationnalité du plan *i.e.* sa capacité à établir une réglementation locale peut nécessiter que le périmètre soit de dimension «raisonnable».

La démarche de définition du périmètre demande de réaliser un arbitrage entre ces différents paramètres (qui peuvent être contradictoires), d'où la nécessaire implication des COPIL.

Étape 1 : Analyse du cadastre

En première approche, une analyse spatiale du cadastre d'émission sur la base des critères évoqués ci-dessus permet généralement de cibler un périmètre géographique pertinent. La figure ci-dessous illustre une analyse du cadastre d'émissions (2015 tendanciel pour la région de Grenoble): 6 périmètres de dimensions croissantes sont testés (figure haut gauche). De manière automatique, l'accroissement du périmètre permet d'augmenter le tonnage d'émissions de PM₁₀ maîtrisé par le PPA (figure bas gauche). Cependant, la relation surface du périmètre sur tonnage d'émission est non linéaire et l'analyse de cette relation est nécessaire pour fournir des éléments de décision concernant le périmètre. À Grenoble, un périmètre limité à l'agglomération ne donne accès qu'aux émissions de l'industrie et des transports (figure bas droite). De manière intéressante, l'extension du périmètre à un territoire périurbain voire rural permet d'inclure des émissions de chauffage (au bois) et donc d'accéder à un levier d'action supplémentaire.

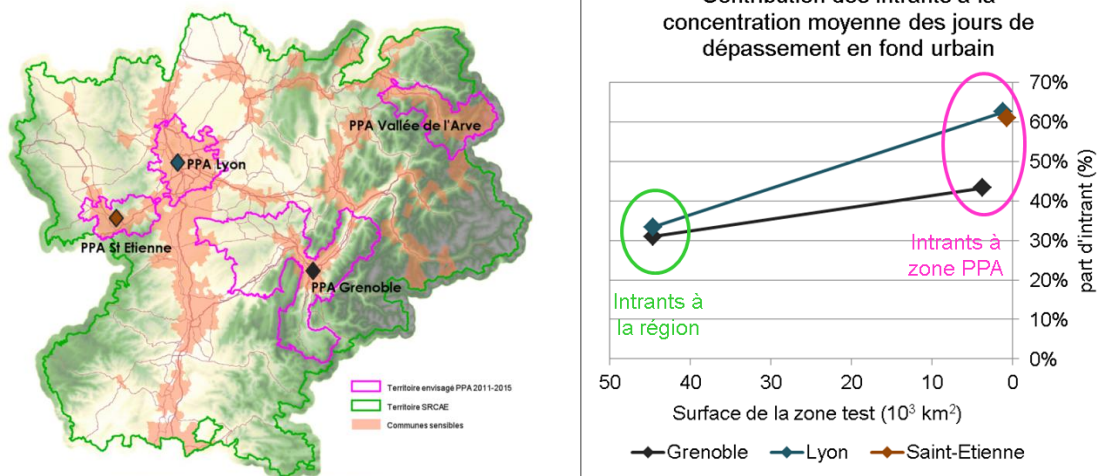


Exemple d'analyse de cadastre dans le cadre de la définition du périmètre du PPA de Grenoble (cadastre 2015 tendanciel)

Etape 2 : Caractérisation de la contribution des particules exogènes aux concentrations de la zone

→ Dans le cas où un modèle régional est disponible

Un calcul peut être réalisé en «coupant» la totalité des émissions du cadastre 2015 tendanciel à l'intérieur de la zone PPA testée. La concentration résiduelle à l'intérieur de la zone PPA correspond alors donc à la contribution des émissions exogènes à la zone PPA. Il est possible de réaliser un test de sensibilité pour dimensionner le périmètre du PPA. La figure ci-dessous, basée sur l'analyse réalisée en Rhône-Alpes, montre que la part d'intrants est dépendante de la dimension du périmètre de la zone.



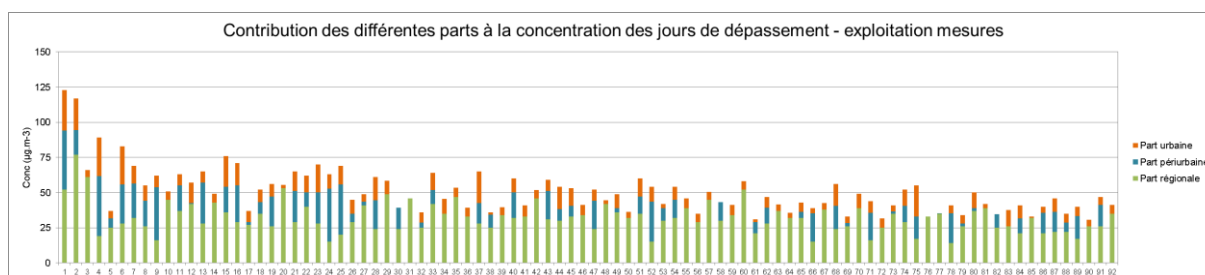
Exemple de niveaux d'intrants calculés par modélisation déterministe (cadastre zone PPA «coupé») pour différents périmètres de Rhône-Alpes (cadastre hors périmètre test : 2015 tendanciel, météo 2007)

→ Dans le cas où le modèle régional n'est pas disponible : exploitation conjointe de résultats de mesure et de résultats de la modélisation nationale selon le scénario tendanciel

Dans le cas où le modèle régional est indisponible ou si le calendrier du projet ne permet pas de réaliser les calculs «coupure», la méthode proposée pour estimer la part d'intrants à la zone et dimensionner le périmètre PPA repose sur deux approches indépendantes dont les résultats doivent converger: exploitation des résultats de mesure et exploitation des résultats nationaux du modèle CHIMERE.

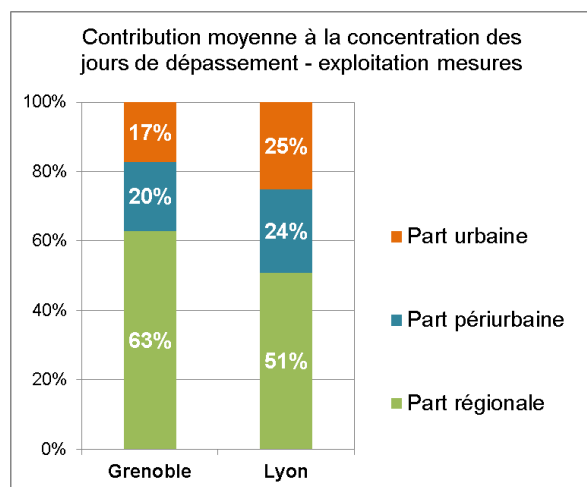
- **Les données métrologiques peuvent être exploitées pour dériver la part d'intrants.**

Cette analyse repose sur l'hypothèse que la concentration de particules mesurée en situation de fond urbain résulte de la somme des contributions rurale+périurbaine+urbain (cette hypothèse d'additivité implique de réaliser un certain nombre de postulats concernant la chimie des particules et l'échelle spatiale des champs de concentration et néglige de considérer que les concentrations rurales peuvent être influencées par la ville elle-même). Cependant en première analyse on s'autorise à dériver, par soustraction, la contribution des différentes parts (urbaine, périurbaine et régionale) pour les jours de dépassement de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la base des mesures quotidiennes réalisées au niveau de 3 stations de typologies différentes (urbaine, périurbaine et rurale; figure ci-dessous). Pour ce faire, la station de typologie «rurale» considérée doit être significativement éloignée de toute source de pollution, et notamment de la zone cible.



Contribution des différentes parts à la concentration des jours de dépassement ($>50 \mu\text{g}.\text{m}^{-3}$). La contribution de chaque part (urbaine, périurbaine et régionale) est calculée par soustraction sous l'hypothèse d'additivité des concentrations de particules. L'analyse est illustrée dans le cas de la région grenobloise.

La contribution de chaque part à la concentration moyenne des jours pollués est représentée ci-dessous.



Contribution moyenne à la concentration des jours de dépassement. La contribution de chaque part (urbaine, périurbaine et régionale) est définie par soustraction sous l'hypothèse d'additivité. L'analyse est illustrée dans le cas de la région grenobloise et lyonnaise.

Nous ne disposons que de peu d'éléments de validation, cependant la comparaison des résultats produits par cette approche basée sur l'analyse de données métrologiques avec ceux produits par

l'approche « coupure » utilisant la modélisation déterministe sont cohérents. Le périmètre PPA de Grenoble inclut toute l'agglomération, l'ensemble du territoire périurbain et une partie de territoire de rural. La part d'intrants calculée par l'approche « coupure » est de 43% (c.f. section précédente) alors que l'approche basée sur la métrologie indique qu'un périmètre incluant tout le territoire périurbain (périmètre plus petit que celui testé par approche « coupure ») aurait une part d'intrants inférieure à 63%¹⁴. Sans être incohérente l'approche métrologique manque tout de même de résolution. À Lyon le périmètre est plus restreint et n'inclut qu'une partie du territoire périurbain. L'analyse basée sur la métrologie permet d'évaluer que la part d'intrants est comprise entre 75% (si le périmètre n'incluait que le territoire urbain) et 51% (si le périmètre incluait la totalité du territoire périurbain). La part d'intrants estimée par l'approche « coupure » est de 63% (c.f. section précédente).

Remarque :

- La validité de l'analyse dépend fortement de la sélection des stations de mesure et peut manquer de résolution. Ce choix repose sur l'expertise territoriale des AASQA.
- L'inclusion de données de campagnes de mesures pourrait être envisagée dans le cadre de cette analyse afin d'en augmenter la résolution spatiale.
- Dans la mesure où l'évaluation est réalisée à horizon 2015, il faut faire l'hypothèse que l'évolution tendancielle des émissions affectent de la même manière la zone intra-PPA et extra-PPA et que la part d'exogène calculée pourra être appliquée directement en termes relatifs dans un contexte 2015 tendanciel..

- **Une analyse peut également être réalisée à l'aide de la modélisation nationale tendancielle.**

En particulier, avec une résolution de 50 km, la simulation européenne tendancielle représente probablement les niveaux de fond ruraux sur toute la France. Dans le cas où le domaine du PPA est suffisamment étendu pour contenir à la fois des stations urbaines et périurbaines, on peut alors considérer que la moyenne des concentrations de la simulation européenne tendancielle sur le domaine PPA est représentative des intrants au domaine. La mise en œuvre de cette approche nécessite de considérer les situations des zones géographiques PPA au cas par cas et doit être confrontée aux mesures disponibles.

3.3.2 PM10: Description méthode d'évaluation préliminaire

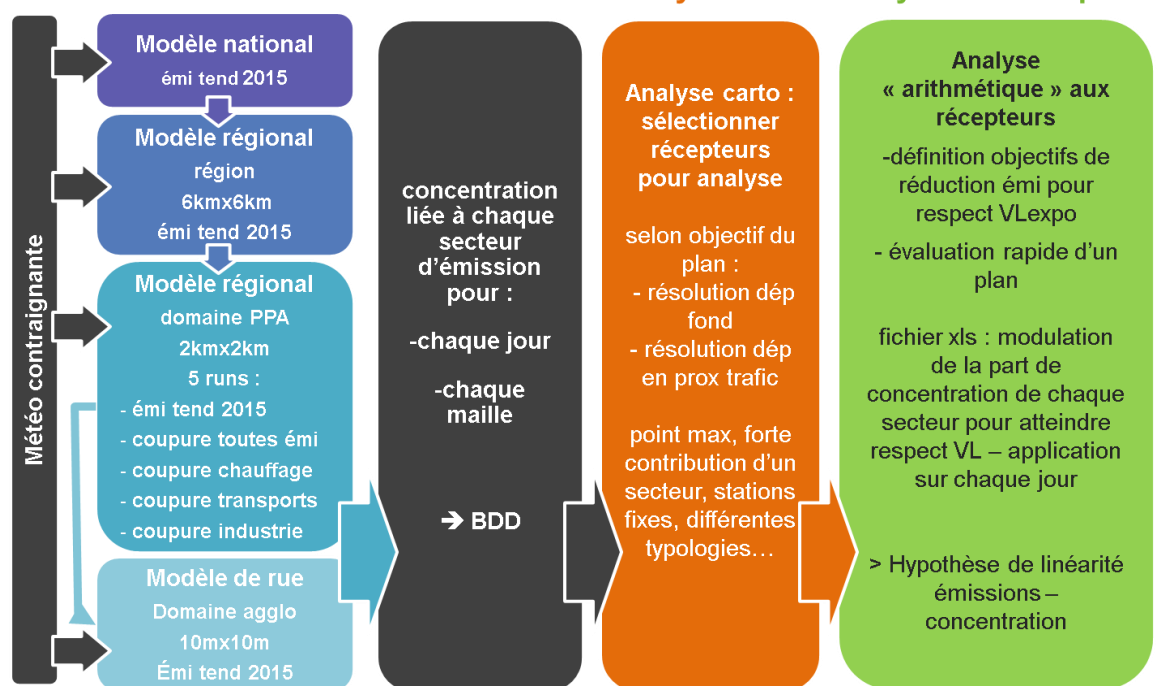
Deux versions de la méthodologie sont proposées : une version reposant sur un modèle régional validé et une version simplifiée applicable sur les territoires ne disposant pas de modèle régional.

3.3.2.1 Dans le cas où un modèle régional est disponible : approche « coupure »

La méthodologie repose sur 3 étapes : modélisation déterministe avec « coupure » totale des secteurs d'émissions d'intérêt dans le cadastre, une analyse cartographique des résultats de modélisation et une analyse arithmétique au niveau de points jugés représentatifs.

¹⁴ La différence pourrait justement s'expliquer par la non prise en compte de l'influence de la ville sur la zone rurale

Modélisation déterministe

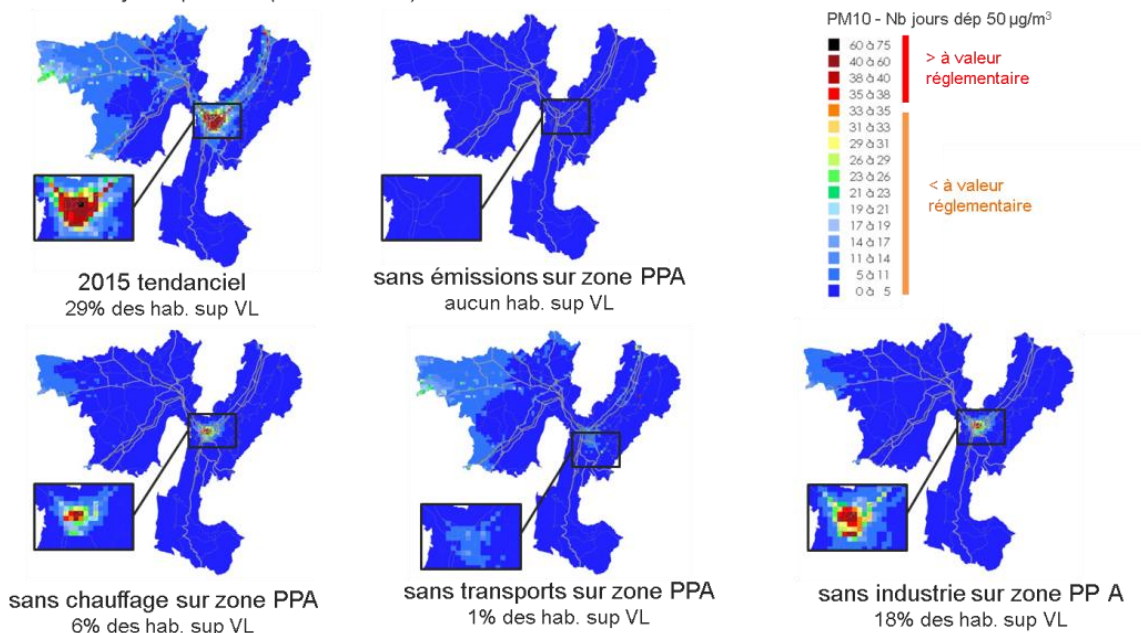


Représentation schématique des étapes de l'approche d'évaluation simplifiée pour les PM10

Etape 1. Modélisation déterministe « coupures » cadastre

Cinq simulations ont été réalisées avec le modèle régional (modélisation déterministe; 2kmx2km) en modulant le cadastre d'émission 2015 tendanciel de la zone PPA (cadastre complet; sans émissions: permet de dériver la contribution des particules exogènes à la zone PPA; sans émission chauffage, sans émission industrie, sans émission transports). Les coupures concernent tous les polluants et toutes les SNAP anthropiques (*i.e.* toutes les SNAP sauf 11: NO de sols et COV biogéniques). Un calcul avec le modèle urbain permet de dériver la contribution de proximité. Le traitement de ces simulations permet de connaître en tout point du territoire la contribution de chaque secteur d'émissions à la concentration horaire de PM₁₀. Il est alors possible de traiter ces données pour ne travailler que sur la base des jours de dépassement de 50 µg/m³.

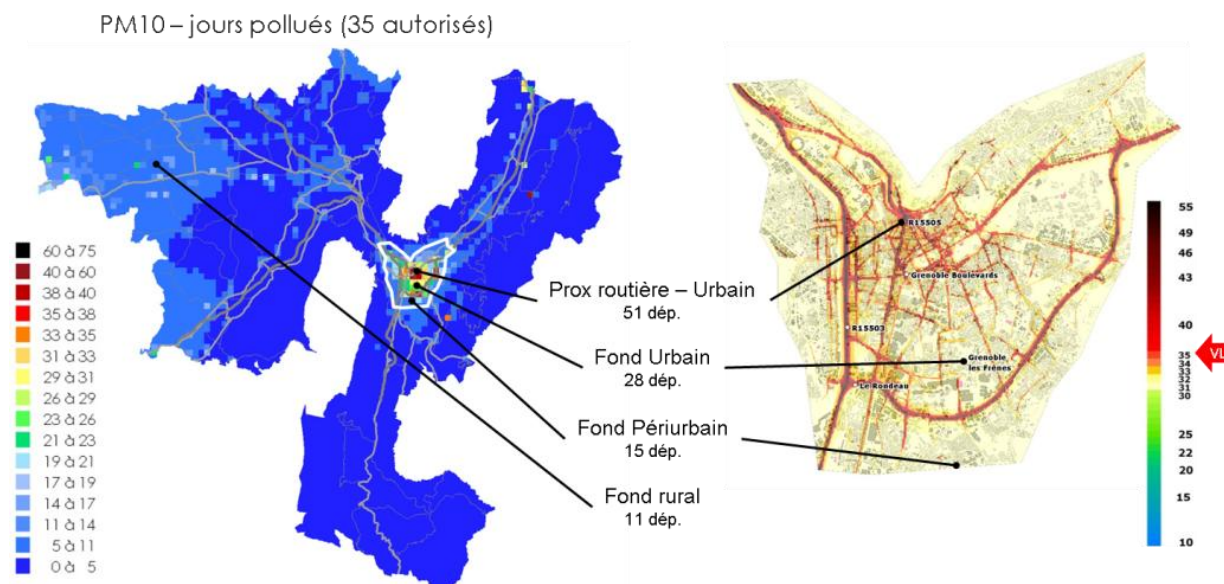
PM10 – jours pollués (35 autorisés)



Résultats des calculs régionaux par modélisation déterministe pour les différentes « coupures » du cadastre d'émission de la zone PPA de Grenoble (résolution chimère 2kmx2km, cadastre hors zone PPA 2015 tendanciel). Les transports et le chauffage apparaissent comme les leviers d'actions les plus efficaces.

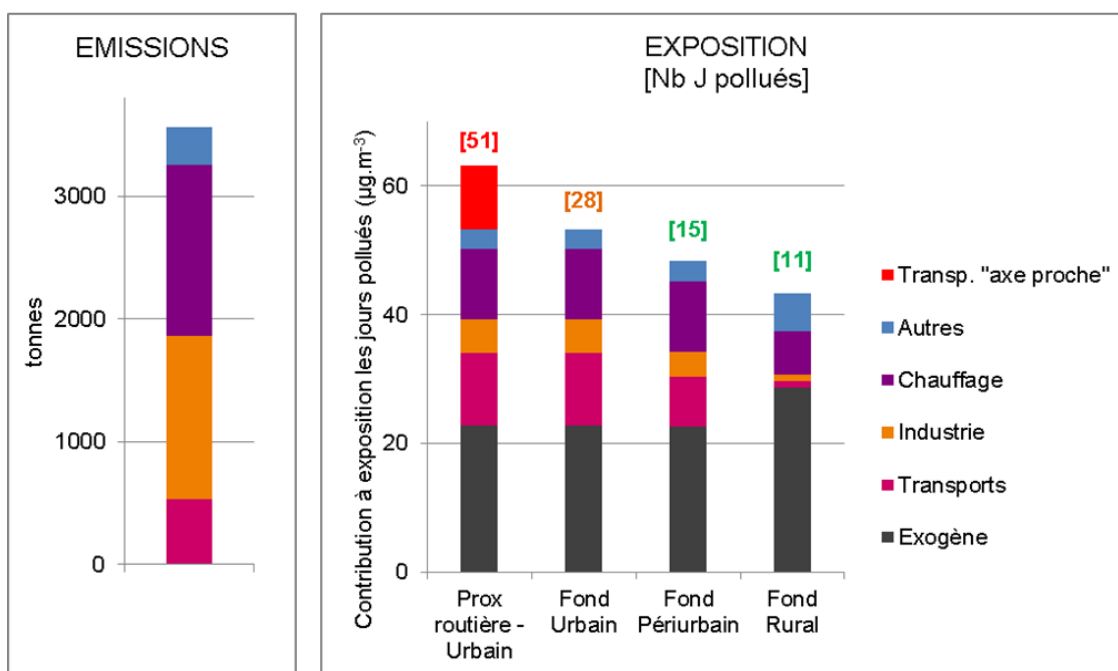
Etape 2. Analyse cartographique

Une analyse cartographique permet ensuite de choisir des «récepteurs» représentatifs des concentrations maximales pour chaque typologie (typiquement proximité routière-urbain, urbain, périurbain et rural).



Calcul régional de la situation 2015 tendancielle permettant de sélectionner les «récepteurs»

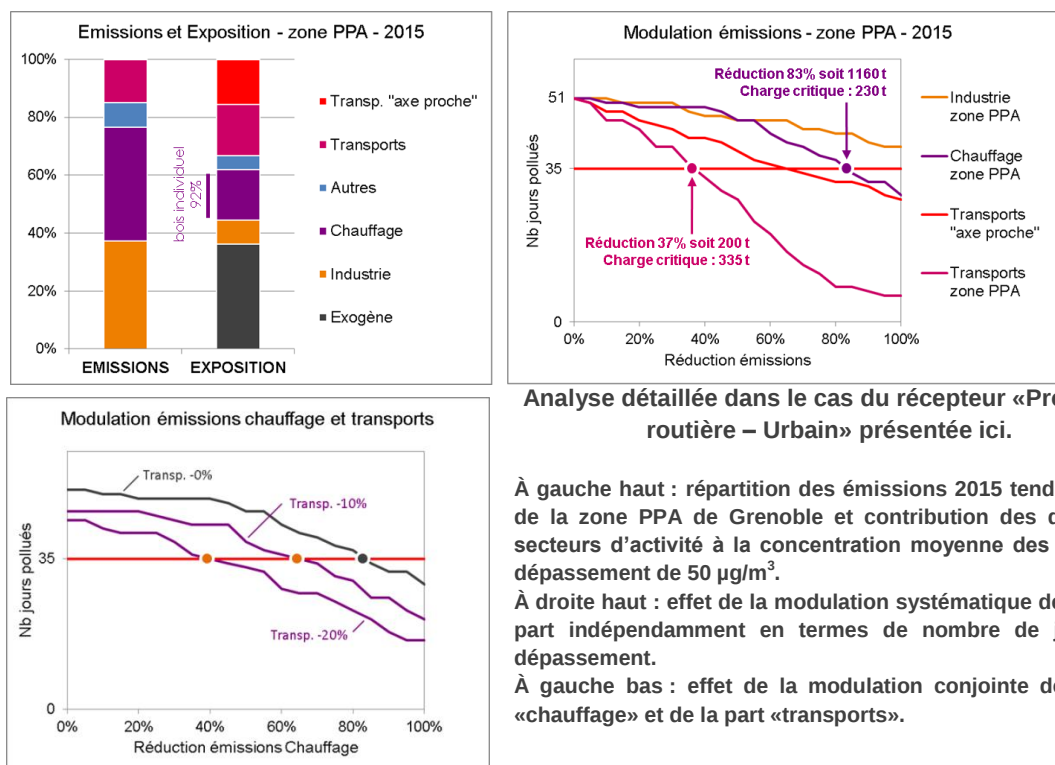
PM10 – jours pollués (35 autorisés)



Répartition des émissions 2015 tendanciennes de la zone PPA de Grenoble (gauche) et contribution des différents secteurs d'activité à la concentration moyenne des jours de dépassement de 50 µg/m³

Etape 3. Analyse arithmétique

Sur ces «récepteurs», une analyse arithmétique permet ensuite d'évaluer les impacts sur la qualité de l'air (nombre de jours de dépassement) en fonction de toute combinaison de réductions des émissions de chaque secteur (cf. figure ci-dessus). L'analyse implique de faire l'hypothèse que la variation d'émission d'un secteur sur la zone PPA est linéairement liée à la variation de part de concentration quotidienne liée à ce secteur sur la zone PPA (c.f. annexe 4). Il est ainsi possible de quantifier les combinaisons de réductions d'émissions nécessaires au respect des normes de la qualité de l'air dans les différentes typologies territoriales (par exemple pour Grenoble, action combinée sur le chauffage au bois individuel et les transports).



Cette analyse permet de:

- Fixer des objectifs par secteur avant la phase de concertation
- Evaluer le projet de plans au fur et à mesure de son élaboration
- D'une manière générale: illustrer les enjeux lors des réunions de concertation

3.3.2.2 Dans le cas où le modèle régional n'est pas disponible

La méthodologie est fondée sur les mêmes étapes que celles décrites précédemment. L'étape 1 a été adaptée pour pallier l'absence de modèle régional.

Etape 1. Déterminer la responsabilité de chaque secteur d'activité dans la concentration des jours de dépassement: exploitation du cadastre 2015 tendanciel «jours pollués»

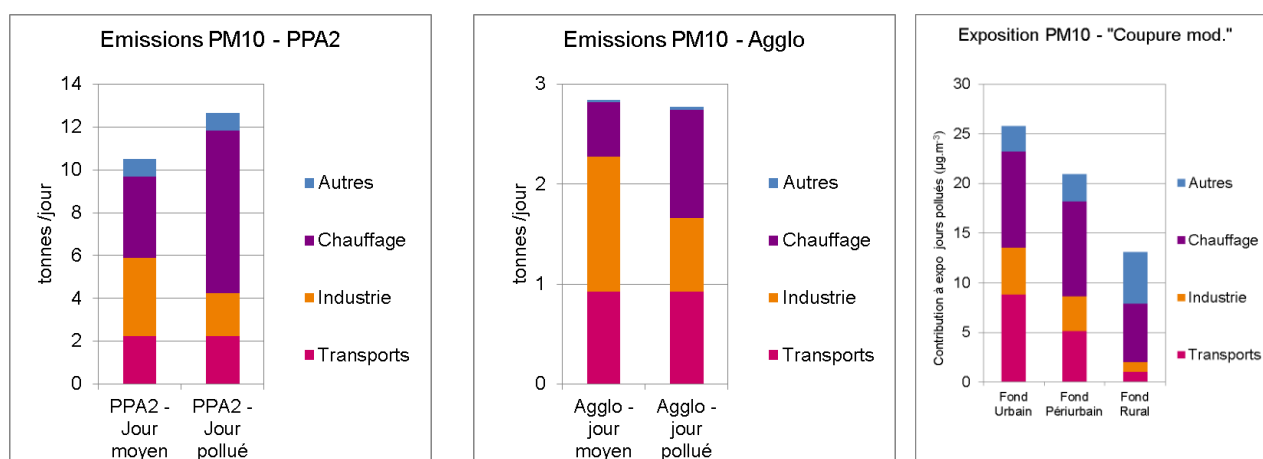
La part d'intrants a déjà été calculée, l'objectif est maintenant d'estimer la responsabilité de chaque secteur d'émission dans la concentration en PM_{10} des jours de dépassement *i.e.* d'identifier les activités qui sont responsables des dépassements afin de les cibler dans le plan d'actions. En l'absence de modélisation des « coupures » par secteur d'activité, une approche exclusivement basée sur l'exploitation du cadastre est envisageable mais doit être utilisée avec précaution.

Sur la base du cadastre 2015 tendanciel, il est possible de calculer la répartition sectorielle des émissions pour les jours pollués (c.f. Figure ci-dessous à gauche) sur la base des fonctions de désagrégation temporelle des émissions par SNAP (l'annexe 5 présente des clés de désagrégation temporelle de l'INS). À défaut d'une analyse portant sur les jours pollués sur l'ensemble de l'année, un travail sur les jours hivernaux pourrait constituer une approximation acceptable.

Cependant, l'analyse reposant sur la modélisation montre que la responsabilité de chaque secteur d'émission dans la concentration des jours de dépassement est variable spatialement (figure présentée précédemment et figure ci-dessous droite). Ainsi, de manière évidente il n'est pas possible de caractériser la part de chaque secteur en tout point de la zone PPA sur la base d'une répartition sectorielle «jours pollués» unique. En particulier, le cadastre de la zone PPA2 sous-estime la responsabilité des transports en situation de fond urbain.

Une manière de résoudre cette difficulté serait de considérer que l'objectif est de caractériser la responsabilité des secteurs d'émissions en situation urbaine *i.e.* là où la situation est la plus dure. Une manière de reconstituer la responsabilité de chaque secteur pourrait être d'utiliser la répartition sectorielle des émissions «jours pollués» sur un périmètre plus restreint (Agglomération) ou de mixer les répartitions sectorielles «jours pollués» pour la zone PPA totale (pour une prise en compte des secteurs chauffage et industrie) et Agglomération (pour une prise en compte du secteur des transports).

Ces choix sont dépendants du contexte local et sont soumis à l'expertise territoriale des AASQA.



A gauche: répartition sectorielle des émissions pour les jours pollués sur le périmètre PPA2 (tendanciel 2015).

Au centre: idem sur la zone Agglomération (plus petite que PPA2).

A droite: contribution des différents secteurs d'activité à la concentration moyenne des jours de dépassement de 50 µg/m³. La figure reprend les données déjà présentée précédemment sans la part d'intrant.

La responsabilité liée à la proximité routière peut être dérivée à partir du modèle urbain (tendanciel 2015). En l'absence de modèle urbain, l'exploitation des mesures en situation de proximité routière est envisageable mais exige de redresser les valeurs pour prendre en compte l'évolution tendancielle des émissions.

Etape 2. Analyse cartographie

Dans le cas où un modèle urbain est disponible il est possible d'investiguer plusieurs récepteurs, sinon l'analyse se limitera aux stations de mesures disponibles.

Etape 3. Analyse arithmétique

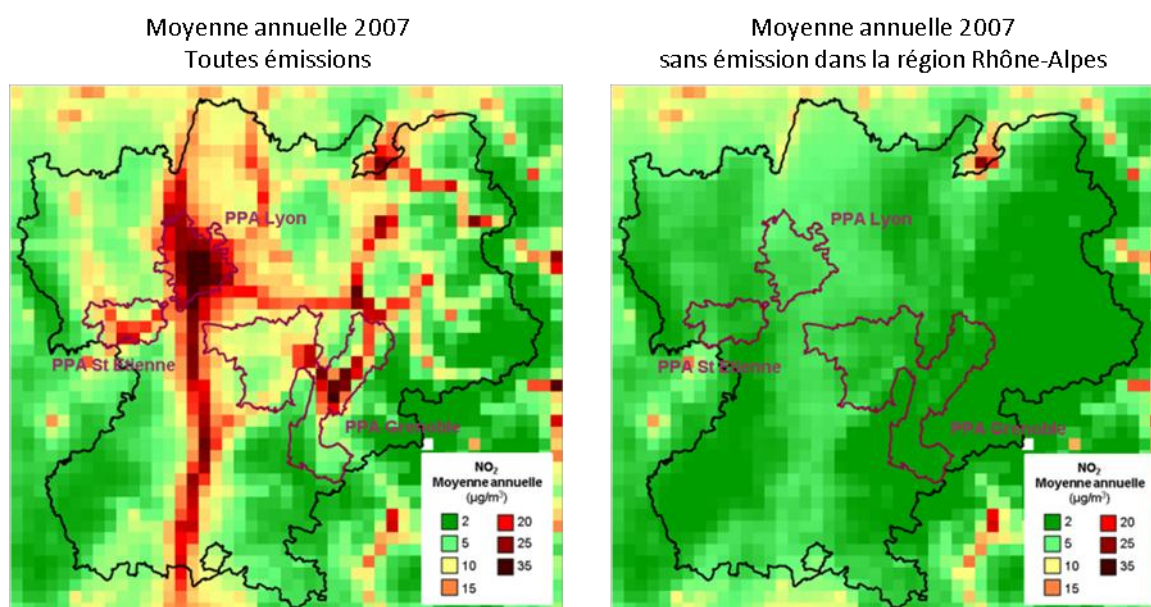
L'approche est identique à celle décrite dans le cas où le modèle régional est disponible.

3.3.3 NO₂: Description méthode d'évaluation préliminaire

Un polluant local et une forte responsabilité des transports

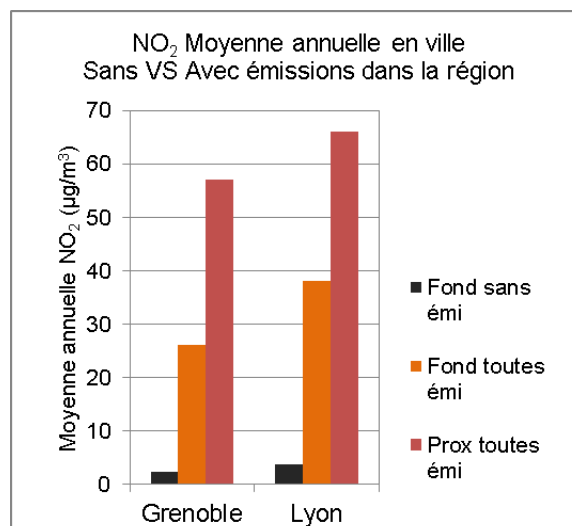
Le NO₂, du fait de sa grande réactivité chimique, est considéré comme un polluant local: les niveaux observés en un point donné sont très largement influencés par les sources proches du point. La question du périmètre et de la contribution des émissions exogènes ne se pose donc pas dans les mêmes termes que dans le cas des PM₁₀.

À titre d'illustration, les cartes ci-dessous représentent la concentration annuelle moyenne de NO₂ modélisée dans la région Rhône-Alpes (modèle régional PREVALP) dans le cas d'une prise en compte des émissions régionales (cas «normal», à gauche) ou dans le cas «ans émissions» («coupure» de la totalité des émissions anthropique de la région, à droite). En l'absence d'émissions anthropiques à l'intérieur de la région, la concentration de NO₂ est généralement inférieure à 5 µg/m³ et représente une part très faible de la concentration totale.



Cartographie de la concentration moyenne annuelle de NO₂ (µg/m³) modélisée en Rhône-Alpes. À gauche: cadastre régional des émissions 2007, conditions aux limites CHIMERE. À droite: aucune émission sur le périmètre de la région, conditions aux limites CHIMERE.

Le graphique ci-contre montre la concentration annuelle moyenne modélisée dans les conditions présentées ci-dessus dans le cas de Grenoble et Lyon. Le niveau de NO₂ modélisé en l'absence d'émission dans la région est très faible en regard du niveau de fond, et à plus forte raison en comparaison du niveau modélisé en situation de proximité trafic (par modèle de rue).

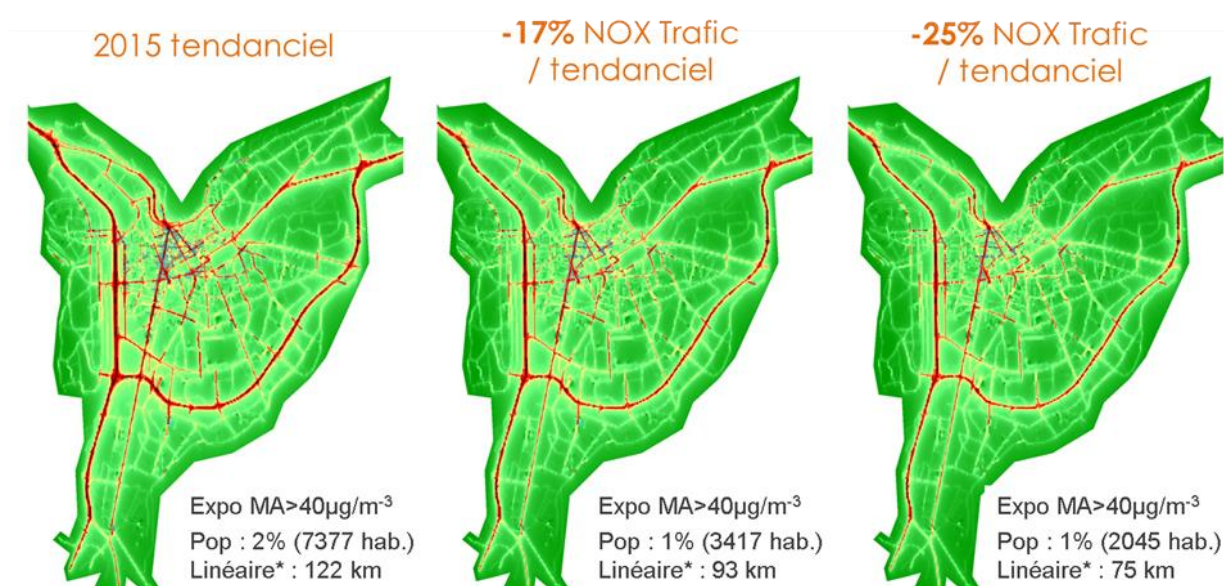


Les éléments présentés ci-dessus illustrent la dimension locale du NO₂. Ainsi, alors que dans le cas des particules les mesures de gestion devaient porter sur un vaste territoire pour être efficaces, dans le cas du NO₂, les dépassements constatés pourront être évités et contrôlés par des mesures de réduction des émissions de portée très locale (par exemple l'implantation de zones à bas niveaux d'émission dans les zones urbaines).

En outre, d'une manière générale le secteur des transports est responsable de la majorité des émissions de NO_x. Les dépassements de NO₂ sont d'ailleurs essentiellement observés à proximité des axes routiers. C'est donc ce secteur qui sera ciblé en priorité par les actions de réduction des émissions.

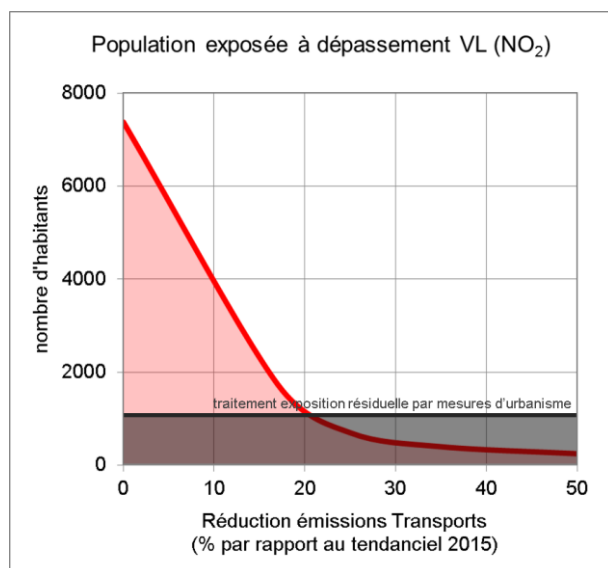
Dans le cas où le modèle urbain est disponible et validé

La méthode consiste à réaliser plusieurs calculs avec le modèle urbain en modulant de manière systématique les émissions du trafic et en évaluant pour chaque itération la longueur de linéaire routier concernée par les dépassements et la population exposée. En effet, ces indicateurs sont importants car pour réduire l'exposition, le plan d'action peut agir sur les émissions mais aussi sur la protection des populations par des mesures d'urbanisme (*e.g.* déplacement des établissements sensibles).



Exemple de résultats pour 2 niveaux de réduction des émissions trafic calculés avec le modèle urbain de l'agglomération de Grenoble

La figure ci-dessous est une mise en forme des résultats de modélisation et fournit les éléments d'aide à la décision concernant les abattements nécessaires en termes d'émissions et l'arbitrage entre réduction d'émission *versus* traitement des points noirs résiduels par des mesures d'urbanisme.

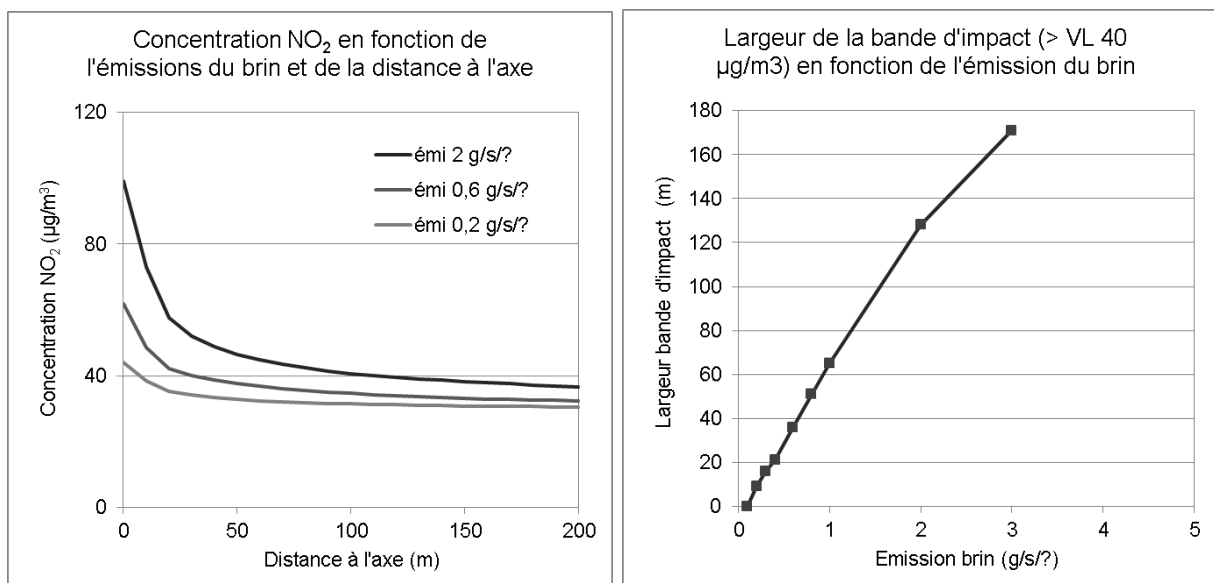


Une question importante concerne la manière de moduler la concentration horaire de fond qui entre dans le modèle. Dans le cas où les actions envisagées concerneraient l'ensemble de la zone, il n'est pas aberrant de moduler le fond (besoin de réaliser un calcul avec le modèle régional). Dans le cas où les actions pressenties concerneraient certains axes et affecteraient peu les émissions globales de NO_x, il est possible de conserver un fond 2015 tendanciel pour toutes les itérations.

Dans le cas où le modèle urbain est indisponible

À ce jour, la majorité des AASQA s'est dotée d'un modèle urbain. Cet outil constitue un élément clé de l'observatoire local de la qualité de l'air puisqu'il permet de cartographier la qualité de l'air (et donc d'évaluer la population exposée, d'identifier les points noirs...) pour une situation passée ainsi que pour un scénario prospectif. L'élaboration d'un plan d'actions sans outil de ce type est un exercice délicat et risqué. **Il apparaît donc prioritaire que les AASQA disposent d'un modèle urbain sur leur territoire d'agrément, le valide et le maintienne.** En outre, la capacité d'un modèle urbain à décrire convenablement la qualité de l'air est avant tout dépendante de la qualité de la description des données trafic qui l'alimentent. **Les données concernant le trafic doivent donc être collectées de manière prioritaire auprès des acteurs locaux compétents**

Cependant, compte tenu du calendrier contraint de l'élaboration des PPA et du délai nécessaire au déploiement d'un modèle, des éléments simplifiés pourront être fournis par le LCSQA si nécessaires aux AASQA qui les demanderaient. Ces éléments statistiques permettent de calculer la «bande d'impact» (i.e. la bande soumise à un dépassement de VL en bordure d'axe routier) en fonction du niveau de fond et des émissions de l'axe (c.f. ci-dessous). Il convient de noter que l'application de ces données statistiques peut être réalisée dans un SIG mais requière des données de trafic prospectives fiables.



Éléments statistiques permettant de calculer la largeur de la « bande d'impact » en fonction du niveau de fond et de l'émission de l'axe routier.

À gauche : profil de décroissance de la concentration en NO₂ pour 3 niveaux d'émissions de l'axe (fond = 26 µg/m³, rue ouverte, condition de dispersion moyenne). A droite : largeur de la bande exposée à une concentration supérieure à 40 µg/m³ en moyenne annuelle en fonction de l'émission de l'axe routier (idem).

3.4 BOITE À OUTIL : DES ACTIONS TYPES QUANTIFIÉES

3.4.1 Chauffage

- Mesures incitatives ou réglementaires susceptibles de faire évoluer les consommations de bois et des autres combustibles
- Mesures conduisant à l'évolution du parc des chaudières

3.4.2 Transports

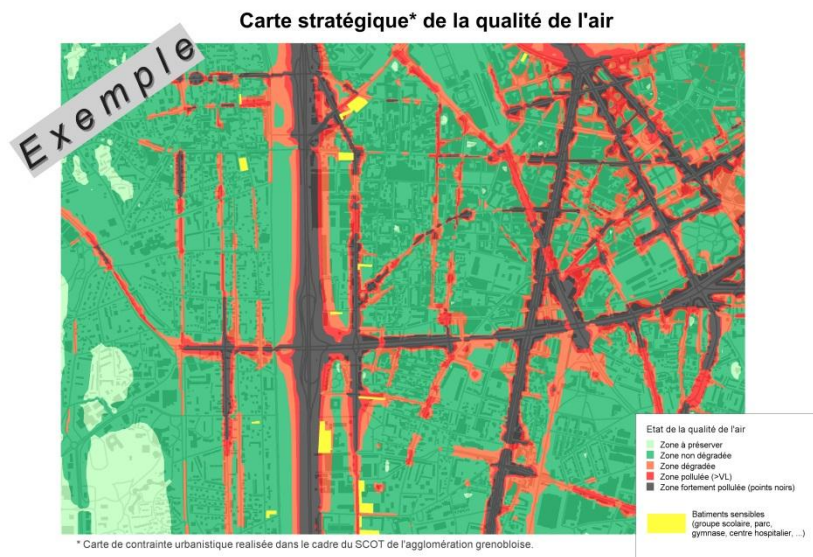
- Taux de déploiement accru des véhicules électriques notamment pour les transports en commun (y compris initiatives type «Autolib»)
- Zones à bas niveau d'émission de type ZAPA (définitives ou temporaires)
- Péages urbains
- Réductions de vitesse
- Incitation à l'utilisation de la marche ou du vélo

3.4.3 Industrie

- Prise en compte de l'évolution des sites industriels sur les sites inclus dans les périmètres des PPA
- Evolution de l'activité d'exploitation des carrières; implantation de mesures locales explicitement destinées à limiter l'envol de poussières
- Chantiers et BTP à recenser précisément sur la zone avec éventuellement des mesures ciblées destinées à limiter les émissions de PM
- Prise en compte des dispositions et VLE de la Directive EI appliquées aux industries implantées localement
- Implantation dans les ports pétroliers de mesures destinées à limiter l'évaporation des COV (implantation d'unités de récupération de vapeurs par exemple)

3.4.4 Urbanisme

Les trois actions suivantes sont basées sur la production par les AASQA d'une «carte stratégique air» et leur inscription dans les PPA requièrent de travailler sur le développement d'une méthodologie standardisée (deux niveaux selon outils à disposition) qui devra être validée au niveau national.



- **Traitement des points noirs de la qualité de l'air**

L'identification et la caractérisation des points noirs seront réalisées sur la base de l'analyse de la «carte stratégique de qualité de l'air» actualisée régulièrement (réalisée sur la base d'une méthodologie validée par le MEDDTL actuellement en projet)

Traitement des points noirs de la qualité de l'air par des actions spécifiques de :

- Protection des populations par modification du bâtiment : par exemple en installant des systèmes de traitement de l'air intérieur, en choisissant la fonction des pièces du bâtiment en fonction de leur exposition (côté rue *versus* cour)... Les bâtiments abritant une population sensible devront être traités de manière prioritaire (personnes âgées, petite enfance, personnes immuno-déficientes...)
- Réduction des émissions locales : actions transports sur axes spécifiques, source ponctuelle
- Déplacement de l'établissement si les deux actions précédentes ne montrent pas de résultat satisfaisant

- **Prendre en compte la qualité de l'air dans les projets d'urbanisme (action portée par les services de l'état)**

Inclure un volet air dans les porter à connaissance dans le but de ne pas aggraver l'exposition de la population à des dépassements des normes de la qualité de l'air.

L'analyse développée sera basée sur la «carte stratégique de qualité de l'air» actualisée régulièrement (réalisée sur la base d'une méthodologie validée par le Ministère de l'Ecologie actuellement en projet). Deux types de projets devront faire l'objet d'une analyse :

- projets concernant l'implantation de nouvelles populations
- projets concernant l'implantation de nouvelles activités émettrices

Par exemple :

- Examen de l'implantation de nouveaux bâtiments à vocation d'habitat dans une zone déjà soumise à des dépassements de valeur réglementaire (à moins de mettre en œuvre les mesures de protection *ad hoc*). Les établissements recevant un public sensible devront être traités avec une attention particulière.
 - Pas de nouvelle implantation d'activités économiques ou d'équipements susceptibles d'engendrer une dégradation de la qualité de l'air dans une zone déjà fragile.
- **Prendre en compte la qualité de l'air dans les projets d'urbanisme (action portée par les collectivités)**

Prendre en compte les enjeux de la qualité de l'air dans les projets d'urbanisation (SCOT, PLU) dans le but de ne pas aggraver l'exposition de la population à des dépassements des normes de la qualité de l'air.

3.5 CONSOLIDATION DU GAIN GLOBAL DU PLAN

Avant de réaliser la validation finale du plan par modélisation déterministe, il convient de vérifier et quantifier que le gain d'émissions global réalisé par le projet de plan permet :

- d'atteindre les objectifs de réduction d'émissions calculés par l'approche «charge critique» permettant de respecter les valeurs limites à horizon 2015
- d'atteindre les objectifs de réduction liés au plafond d'émissions nationaux.

3.6 VALIDATION DU SCÉNARIO PPA PAR MODÉLISATION DÉTERMINISTE

La dernière étape de l'évaluation consiste à évaluer le scénario «mesures additionnelles» (ou PPA). Cette évaluation est basée sur une chaîne de modélisation validée (c.f. section 2.1) et vise à établir (conformément à ce qui est inscrit dans la section 1) :

- la situation vis-à-vis des valeurs réglementaires au niveau des stations de mesures utilisées dans le rapportage européen
- Le nombre d'habitants du périmètre PPA exposés à des dépassements des valeurs réglementaires, ainsi que la surface de territoire concernée.
- La situation vis-à-vis des plafonds d'émissions nationaux concernant les PM₁₀, PM_{2.5} et NOx.

4 AUTRES POLLUANTS

Le présent guide cible plus particulièrement la gestion des dépassements des valeurs limites de particules (PM₁₀) et de dioxyde d'azote, établies par la réglementation et qui demeurent récurrents en France. Un certain nombre de polluants couverts par les Directives qualité de l'air (2008/50/CE et 2004/107/CE) ne sont plus concernés par les dépassements de valeurs limite en France (plomb, monoxyde de carbone par exemple) et d'autres ne sont réglementés que par des valeurs cibles ou des objectifs à long terme (ozone, métaux lourds, HAP). Cela suffit à justifier la priorité accordée aux particules et dioxyde d'azote dans la méthodologie proposée.

Cependant il est important de mettre en perspective les résultats obtenus avec leurs possibles impacts sur les autres polluants atmosphériques, même si ceux-là ne sont pas régis par des valeurs limites. C'est en particulier le cas de l'ozone.

Le problème de l'ozone n'est toujours pas résolu dans une vaste partie de l'Europe méridionale et en particulier en France. Les valeurs cibles sont régulièrement dépassées (même si on note une baisse sensible du nombre de dépassements du seuil horaire d'information depuis quelques années) et les objectifs en termes d'impacts sur les écosystèmes et la santé sont loin d'être respectés.

Or, toutes les études montrent qu'une réduction des émissions de NO_x sans réduction des émissions de COV peut s'avérer inopérante sur les niveaux d'ozone, voire contre-productive. En effet, la non-linéarité du processus de formation de l'ozone explique que selon les régimes chimiques, la réduction des oxydes d'azote peut entraîner une augmentation des niveaux d'ozone, notamment en zone urbaine. Il est donc important de qualifier ces impacts dans l'évaluation des PPA. La mise en œuvre de modèles déterministes de chimie-transport aux échelles nationale et régionale permet d'accéder aux concentrations d'ozone au même titre que les autres polluants visés. Cette fonctionnalité doit être systématiquement exploitée. Si des effets négatifs des réductions envisagées dans le cadre des PPA sont mis en évidence pour l'ozone, il serait opportun d'imaginer des mesures complémentaires de réduction des émissions de COV qui aideraient à limiter cet effet. Celles-ci seraient à définir en fonction de l'examen des sources sur le territoire d'application du PPA et pourraient viser en priorité des COV réactifs tels que les COV éthyléniques et aromatiques.

Il est recommandé de réserver un chapitre dans les PPA à cette question de façon quasi-systématique au moins pour les territoires méridionaux soumis à de forts niveaux d'ozone.

Il sera également intéressant de mesurer l'effet des mesures de gestion pour les particules sur les concentrations d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) régis par une valeur cible dans la directive de 2004. Une baisse attendue liée à actions réductions émissions particules est attendue de façon systématique. Considérant le caractère préoccupant des HAP pour la santé humaine, cette analyse complémentaire et peu coûteuse basée sur les résultats de modélisation disponibles issus des modèles de chimie transport et des inventaires d'émissions, est fortement recommandée.

ANNEXES

Annexe 1: Objectifs de réduction des émissions à l'horizon 2015

Il est mentionné dans le paragraphe 1.1 que l'un des objectifs des PPA est de permettre le respecter les objectifs nationaux de réduction des émissions des polluants à l'horizon 2015. Dans cette optique, le courrier de la DGEC envoyé aux préfets le 16 mars 2011 fait état des objectifs de réduction de 30% des émissions de PM_{2,5} et de PM₁₀ et de 40% des émissions de NO_x par rapport à l'année 2007. Cependant, les inventaires en région ne sont pas toujours disponibles pour cette année de référence. La définition des objectifs (en pourcentage de réduction des émissions) à atteindre par rapport à une année de référence différente de 2007 peut être établie dans un tableau de correspondance.

À condition de faire l'hypothèse que les émissions en région évoluent de la même manière que les émissions au niveau national, les ratios entre émissions de l'année 2007 et émissions de l'année X de référence pour les inventaires d'émission locaux, peuvent être obtenus à partir du rapport «Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France Séries sectorielles et analyses étendues» (le plus récent) du CITEPA. Il est alors possible de dériver des objectifs de réduction déclinés par année selon la formule suivante :

$$\%reduction_{/X} = \frac{[S]_{2007}}{[S]_X} \times (\%reduction_{/2007} - 1) + 1$$

Avec $\%reduction_{/X}$ et $\%reduction_{/2007}$ les objectifs de réduction pour l'année X et pour l'année 2007 respectivement (en pourcentage) et $[S]$ les concentrations pour la substance S (pour l'année 2007 ou pour l'année X).

Avec cette formule et les données nationales d'évolution des concentrations, le tableau suivant est établi :

Substance	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
NOx	0,51	0,50	0,49	0,48	0,46	0,45	0,43	0,40	0,35	0,30	0,28
PM25	0,47	0,45	0,42	0,41	0,40	0,36	0,33	0,30	0,29	0,25	0,23
PM10	0,54	0,52	0,64	0,48	0,45	0,41	0,36	0,30	0,28	0,24	0,21

Tableau 1 : objectifs de réduction des émissions de NO_x, PM_{2,5} et PM₁₀ (nationaux et locaux), déclinés selon l'année du cadastre de référence.

Annexe 2 : Modulation par SNAP des cadastres locaux à partir des variations tendanciennes nationales OPTINEC IV

Dans le cas où un inventaire prospectif 2015 local n'est pas disponible, il est possible d'utiliser les variations tendanciennes par SNAP de niveau 3 estimées à l'échelle nationale dans le cadre d'OPTINEC 4 (scénario AMSM) afin de moduler le cadastre local de référence. Cette méthode présuppose que les émissions par SNAP à l'échelle locale varient de manière identique à celles nationales.

Selon cette hypothèse, les émissions locales de l'année 2015 ($E_{\text{locale}}(2015)$) sont calculées à partir des émissions locales de référence ($E_{\text{locale}}(\text{année de référence})$) et du ratio entre émissions nationales pour l'horizon 2015 et pour l'année de référence :

$$E_{\text{locale}}(2015) = E_{\text{locale}}(\text{année de référence}) \times \frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence})} \text{ (pour chaque SNAP)}$$

Dans l'étude OPTINEC 4, les variations nationales sont données par rapport aux années de référence nationales 2005 et 2009. Les variations suivantes : $\frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence}=2009)}$ et $\frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence}=2005)}$ sont fournies aux utilisateurs du guide dans le fichier Excel **«ratio_OPTINEC_2009-2015.xls»**.

Dans le cas où l'inventaire local n'est disponible ni pour l'année 2005 ni pour l'année 2009, il conviendra de faire une interpolation linéaire à partir de ces années pour obtenir une estimation des émissions nationales de référence : $E_{nat}(\text{référence})$ et ainsi calculer $\frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence})}$. Là encore, l'hypothèse de linéarité de variations des émissions est une hypothèse forte, non nécessairement réaliste. Si les émissions nationales sont disponibles au format SNAP détaillé voulu pour l'année de référence locale, il est alors conseillé de recalculer les variations nationales $\frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence})}$.

Les émissions locales de l'année 2015 ($E_{\text{locale}}(2015)$) par SNAP de niveau 3 sont ensuite obtenues par la formule suivante :

$$E_{\text{locale}}(2015) = E_{\text{locale}}(\text{année de référence}) \times \frac{Enat(2015)}{Enat(\text{référence})} \text{ (pour chaque SNAP)}$$

Dans le cadre d'OPTINEC 4, seul les polluants suivant sont traités : NO_x , SO_2 , COV, $\text{PM}_{2.5}$ et NH_3 . En ce qui concerne les émissions de PM_{10} , nous proposons d'utiliser les spéciations par SNAP de niveau 3 des ratios $\text{PM}_{10} / \text{TSP}^{15}$ et $\text{PM}_{2.5}$: les émissions de TSP étant issues de l'INS (Fichier Excel joint **«synthese_ratio_pm10_pm25.xls»**) afin de dériver des valeurs d'émission de PM_{10} à l'horizon 2015 à partir des émissions de $\text{PM}_{2.5}$ prospectives PM_{10} 2015. Pour les autres polluants, les valeurs prospectives suggérées par EMEP peuvent être utilisées.

¹⁵ Total Suspended Particles

Annexe 3 : Paramètres impactés et pris en compte dans les scénarios tendanciels nationaux et régionaux et exemple de mesures additionnelles

Secteur d'activité et réglementation courante	Paramètres impactés et pris en compte dans les projections nationales (tendanciel national)
Installations de combustion (hors raffineries) GIC, petites installations de combustion et équipements domestiques	- Evolution de la demande énergétique - Contraintes réglementaires sur les VLE - Taux de renouvellement des grandes installations - Projections de la consommation de bois et des autres combustibles - Evolution du parc des chaudières
Procédés de production Raffinage Sidérurgie Métallurgie et chimie Carrières Bâtiment	- Valeurs limites d'émission dans le secteur raffinage (soufre) - Evolution de la production d'acier en France - Evolution des productions dans les secteurs de la chimie, industries du bois, pâte à papier, alimentation et autres - Evolution de l'activité d'exploitation des carrières - Chantier et BTP
Utilisation des solvants et autres produits	- Evolution des consommations de peintures et vernis dans le secteur automobile et des VLE actuelles (hors IED) qui réglementent le secteur - Evolution des consommations de peintures bâtiment et autres peintures industrielles - Evolution de la consommation de solvants pour le traitement de surface et évolution technologique qui vise à limiter l'usage des solvants chlorés
Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques Caoutchouc Produits pharmaceutiques et non pharmaceutiques Peintures, colles, encres Imprimerie	- Evolution de la demande et de la consommation de COVNM
Extraction et distribution de combustibles fossiles	- Evolution de l'activité import/export aux terminaux des navires

Terminaux pétroliers Stations services	- Evolution des activités aux stations services
Transport routier	- Implantation des VLEs selon les normes EURO - Evolution de la teneur en soufre des carburants - Evolution du trafic routier pour les différentes catégories de véhicules - Evolution des consommations de gazole et d'essence - Taux de pénétration des véhicules électriques
Autres modes de transport	
Agriculture	

Tableau 2 : Hypothèse de construction du scénario tendanciel national (AMSM)

Secteur d'activité et réglementation courante	Paramètres pouvant être pris en compte dans les projections tendanciel national et comme mesures additionnelles
Installations de combustion (hors raffineries) équipements domestiques	- Mesures incitatives ou réglementaires susceptibles de faire évoluer les consommations de bois et des autres combustibles - Mesures conduisant à l'évolution du parc des chaudières ?
Procédés de production Raffinage Sidérurgie Métallurgie et chimie Carrières Bâtiment	- Prise en compte de l'évolution des sites industriels sur les sites inclus dans les périmètres des PPA - Evolution de l'activité d'exploitation des carrières ; implantation de mesures locales explicitement destinées à limiter l'envol de poussières - Chantiers et BTP à recenser précisément sur la zone avec éventuellement des mesures ciblées destinées à limiter les émissions de PM
Utilisation des solvants et autres produits	- Prise en compte des dispositions et VLE de la Directive EI appliquées aux industries implantées localement
Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques Caoutchouc Produits pharmaceutiques et non pharmaceutiques Peintures, colles, encres Imprimerie	- Prise en compte des dispositions et VLE de la Directive EI appliquées aux industries implantées localement

Extraction et distribution de combustibles fossiles Terminaux pétroliers Stations services	- Implantation dans les ports pétroliers de mesures destinées à limiter l'évaporation des COVs (implantation d'Unités de récupération de vapeurs par exemple)
Transport routier	- Taux de déploiement accru des véhicules électriques notamment pour les transports en commun (+initiatives type Autolib) - ZAPA (définitives ou temporaires) - Péages urbains - Réductions de vitesse - Incitation à l'utilisation de la marche ou du vélo - ...
Autres modes de transport	
Agriculture	

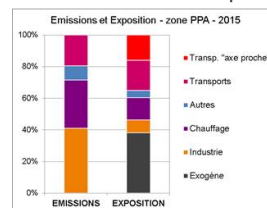
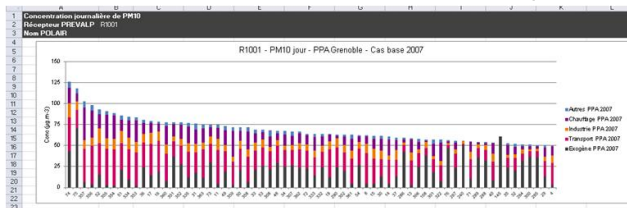
Tableau 3 : paramètres à explorer pour définir des tendanciels régionaux ou des scenarios « mesures additionnelles »

Annexe 4 : Fichier Excel pour analyse «arithmétique»

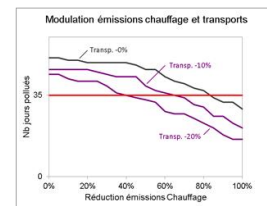
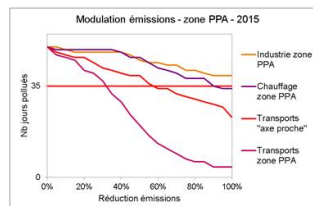
Un fichier Excel, permettant une analyse arithmétique des données de modélisation, a été développé par ATMO Rhône-Alpes. Cet outil, encore en phase de validation, peut être fourni sur demande, avec à la charge de l'utilisateur de contrôler les résultats fournis par l'outil.

→ Exploitation « arithmétique » (xls) des données de modélisation pour fixer objectif et évaluer le plan d'action en construction

- Illustration de la contribution de chaque secteur d'émission aux dépassements

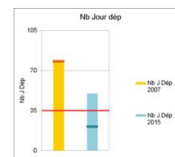


- Illustre effet modulation systématique des émissions pour définition objectifs



- Permet évaluation effet de la modulation des émissions de chaque secteur sur le nombre de dépassements

2015	Exogène PPA	Transports PPA	Industrie PPA	Chauffage PPA	Autres PPA	Transport Prox	Total PPA
Emissions 2015	626	1221	885	293	3225		3225
Emissions 2015	626	1221	885	293	3225		3225
Modulation émissions (reusses)	0	0	0	0	0	0	0
%modulation	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Nb J Dep 2015	1	0	0	0	0	0	50
Nb J Dep 2015	1	0	0	0	0	1	50

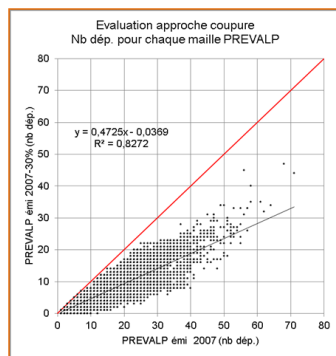


Annexe 5: Hypothèse de linéarité entre la variation d'émission d'un secteur sur la zone PPA et la variation de la part de concentration quotidienne liée à ce secteur sur la zone PPA

→ Approche « coupure » : validation préliminaire

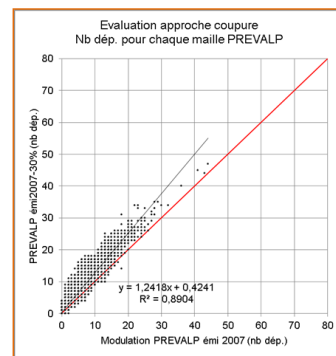
2 runs avec 2 cadastres

- Cadastre 2007
- Cadastre 2007-30% : réduction de 30% sur toutes les SNAP et toutes les mailles



1 run « natif » VS modulation par approche coupure

- Modélisation avec cadastre 2007-30%
- Approche coupure : modulation -30% sur toutes les parts, chaque jour et sur chaque maille

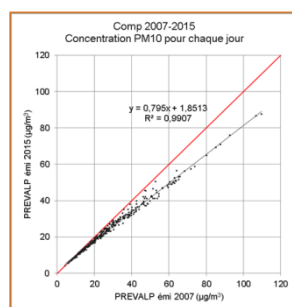


→ Approche coupure : tendance à la sous-estimation du nombre de dépassement

→ Approche « coupure » : validation préliminaire

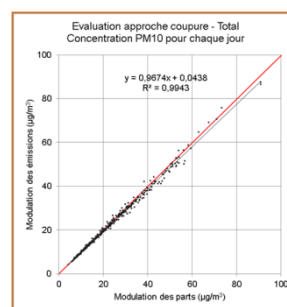
2 runs avec 2 cadastres

- Cadastre 2007
- Cadastre 2015 tendanciel (SRCAE Rhône-Alpes)



1 run « natif » VS modulation par approche coupure

- Modélisation avec cadastre 2007-30%
- Approche coupure : modulation -30% sur toutes les parts, chaque jour et sur chaque maille



→ Approche coupure : tendance à la sous-estimation du nombre de dépassement

Annexe 6 : Utilisation des profils temporels dans l'INS

Cette annexe explique comment utiliser les clefs de désagrégation temporelle de l'INS fournit dans les fichiers Excel suivant :

«*profils_temporels_sources_fixes.xlsx*», «*profils_temporels_sources mobiles.xlsx*» et «*profils_temporels_sources_biotiques.xlsx*».

Un secteur d'activité est décrit par 3 clés d'entrée : une activité SNAP (de niveau 3), si besoin une rubrique (complément d'information à l'activité SNAP) et enfin un combustible associé (napfue).

Une activité ou émission dans l'INS est stockée sous forme d'une valeur annuelle. Celle-ci peut être répartie sur les mois, jours et heures de l'année par des profils temporels.

Selon le type d'émetteurs, les algorithmes de temporalisation sont différents.

L'INS est décomposé en trois types d'émetteurs :

- Sources fixes : industrie et combustion hors industrie : résidentiel, tertiaire, institutionnel et combustion dans l'agriculture (SNAP de niveau 1 : 01, 02, 03, 04, 05, 06, 08 et 09).
- Sources mobiles
- Sources agricoles (hors combustion)

LES SOURCES FIXES

Pour déterminer une activité horaire à partir d'une activité annuelle, les sources fixes utilisent trois profils :

- Un profil annuel sur base mensuelle: la somme des poids est égale à 1,
- Un (ou plusieurs) peigne jour: définit un poids pour chaque jour de l'année (365 ou 366 valeurs selon l'année). La somme des poids n'est pas nécessairement égale à 1,
- Un (ou plusieurs) profil journalier sur base horaire: la somme des poids est égale à 1.

Au sein de l'INS, les sources fixes sont scindées en deux groupes : les grandes sources ponctuelles (GSP) et les sources surfaciques. Suivant le type d'activité concernée, les profils temporels utilisés pour ces deux peuvent différer.

Le fichier Excel «*profils_temporels_sources_fixes.xlsx*» contient tous les éléments nécessaires pour temporaliser des données d'activités ou émissions.

Le tableau suivant présente les différents onglets présents dans le fichier :

Onglets	information	complément d'information
snap1	codification et intitulé du snap niveau 1	codification de l'activité
snap2	codification et intitulé du snap niveau 2	codification de l'activité
snap3	codification et intitulé du snap niveau 3	codification de l'activité

rubric	codification et intitulé du code rubric	ajoute un niveau d'information à la codification snap
napfue	codification et intitulé du code napfue	codification du combustible
calendrier	calendrier années 2004 à 2050	notamment, le type de jour dans la semaine et le nombre de jours dans le mois
def_heure	définition des heures contenues dans les profils	
def_profil_heure	définition des profils horaires	le cumul des ratios par profil est égal à 1
def_peignes_jour	définition des peignes jour	
def_profil_mois	définition des profils mensuels	le cumul des ratios par profil est égal à 1
profils_heure	ratio d'activités horaires	contient le ratio d'activités horaire (colonne part_heure) pour chaque profil horaire pour chaque heure du jour
peigne_jour	niveau d'activité journalier	contient le niveau d'activités journalier (colonne activité_jour) pour chaque peigne jour pour chaque jour de l'année (2004 à 2050)
profils_mois	ratio d'activités mensuelles	contient le ratio d'activités mensuel (colonne part_mois) pour chaque profil mensuel pour chaque mois d'une année. Ce ratio peut dépendre du département (colonne département) ou se situe l'activité. La valeur xxx indique que le ratio est le même quel que soit le département.
allocation_heure_gsp	alloue à une gsp un (ou plusieurs) profil(s) horaire(s) suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric. Plusieurs profils peuvent être associés à une même activité (par exemple snap3 = 030317) ; la colonne poids_profil donne le poids de ces différents profils.
allocation_jour_gsp	alloue à une gsp un (ou plusieurs) peigne(s) jour suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric. Plusieurs peignes peuvent être associés à une même activité (par exemple snap3 = 0020101) ; la colonne poids_peigne donne le poids de ces différents peignes.
allocation_mois_gsp	alloue à une gsp un profil horaire suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric.
allocation_heure_surf	alloue à une surfacique un (ou plusieurs) profil(s) horaire(s) suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric. Plusieurs profils peuvent être associés à une même activité (par

		exemple snap3 = 040201) ; la colonne poids_profil donne le poids de ces différents profils.
allocation_jour_surf	alloue à une surfacique un (ou plusieurs) peigne(s) jour suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric. Plusieurs peignes peuvent être associés à une même activité (par exemple snap3 = 020101) ; la colonne poids_peigne donne le poids de ces différents peignes.
allocation_mois_surf	alloue à une surfacique un profil horaire suivant l'activité étudiée	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et éventuellement un code rubric. La valeur xxx dans la colonne rubric indique que le profil est associé à une activité snap3 quel que soit son code rubric.

Algorithme de détermination d'une activité horaire

Nous nous appuyerons sur l'onglet calendrier pour avoir le nombre de jour d'un mois et le numéro du jour dans l'année étudiée.

Soit **A**, une activité annuelle. Pour déterminer la part de l'activité **A** sur une heure **h** d'un jour **j** et d'un mois **m** dans l'année, notée A_{hjm} , il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- récupération de l'identifiant id_profil_mois associé à l'activité A (SNAP/rubric) dans l'onglet allocation_mois_xxx
- récupération des ratios (part_mois) associé à id_profil_mois et au département *Dep* (si besoin) dans l'onglet profils_mois, récupération de 12 valeurs
- passage à un profil par jour en distribuant pour chaque jour de l'année, le pourcentage d'activité mensuelle équitablement sur tous les jours de chaque mois :

$$p_{jour_{j,snap,rubric,Dep}} = \frac{part_mois_m}{nbjours(mois(j))}$$

- récupération de l'identifiant id_peigne_jour associé à l'activité A (SNAP, rubric) et du poids du peigne $poids_peigne$ dans l'onglet allocation_jour_xxx. Plusieurs identifiants peuvent être récupérés.
- récupération des niveaux d'activité (activite_jour) associé aux id_peigne_jour et à l'année concernée, récupération de 365 (ou 366) valeurs pour chaque id_peigne_jour .
- On détermine pour chaque jour de l'année le niveau d'activité du peigne combiné :

$$peigneact_{j,snap,rubric} = \sum_{id_peigne_jour} (poids_peigne_{id_peigne_jour} * activite_jour_{id_peigne_jour,j})$$

- On calcule pour chaque jour de l'année de chaque activité (SNAP, rubric) et de chaque département D, les pourcentages d'activité journalière en multipliant la valeur p_{jour} par le peigne journalier $peigne_act$ et en normalisant par la somme, pour tous les jours de l'année, des $p_{jour} * peigne_act$:

$$poids_jour_{j,snap,Dep} = \frac{p_{jour_{j,snap,rubric,Dep}} * peigneact_{j,snap,rubric}}{\sum_j (p_{jour_{j,snap,rubric,Dep}} * peigneact_{j,snap,rubric})}$$

- récupération de l'identifiant *id_profil_heure* associé à l'activité A (snap/rubric) et du poids du profil *poids_profil* dans l'onglet *allocation_heure_xxx*. Plusieurs identifiants peuvent être récupérés.
- récupération des ratios (*part_heure*) associé à *id_profil_heure* dans l'onglet *profils_heure*, récupération de 24 valeurs par profil.
- On détermine pour chaque heure de la journée (h) et chaque activité (snap,rubric) le niveau d'activité horaire du profil combiné :

$$poids_heure_{h,snap,rubric} = \sum_{id_profil_heure} (poids_profil_{id_profil_heure,h} * part_heure_{id_profil_heure,h})$$

- On calcule enfin l'activité horaire $A_{h,j,m,snap,rubric}$ par rapport à l'activité annuelle $A_{snap,rubric}$ en combinant *poids_heure* et *poids_jour* :

$$A_{h,j,m,snap,rubric} = A_{snap,rubric} * poids_jour_{j,snap,Dep} * poids_heure_{h,snap,rubric}$$

LES SOURCES MOBILES

Pour déterminer une activité horaire à partir d'une activité annuelle, les sources mobiles utilisent 3 profils (groupe de profils) :

- un profil annuel sur base mensuelle : la somme des poids est égale à 1.
- un profil semaine sur base journalière : la somme des poids est égale à 1.
- un profil journalier sur base horaire : la somme des poids est égale à 1.

Au total, 454 groupes de profils temporels sont utilisés pour les sources mobiles :

- 142 sont associés au secteur routier : linéique, urbain surfacique (tout ce qui n'a pas été répertorié dans le linéique), les émissions de COVNM issues du stationnement diurne et les émissions de COVNM issues du cycle d'arrêt.
- 8 sont associés au secteur ferroviaire,
- 9 sont associés au secteur fluvial,
- 136 sont associés au secteur aérien,
- 159 sont associés au secteur maritime

Le fichier Excel «*profils_temporels_sources_mobiles.xlsx*» contient tous les éléments nécessaires pour temporaliser des données d'activités ou émissions.

Le tableau suivant présente les différents onglets présents dans le fichier :

Onglets	information	complément d'information
champs_profils	Cet onglet présente la définition de chacun des champs de l'onglet "profil".	
profils	Cet onglet contient tous les profils temporels	Ceux-ci sont indexés suivant le type d'émetteur (colonne type_emetteur). Pour les types routiers linéique et surfacique, un degré de finesse supplémentaire est apporté par le type de véhicules (colonne spécificité) : TV (véhicules légers) et PL (poids lourds).
champs_calendrier	présente les colonnes du calendrier	
calendrier	calendrier années 2004 à 2050	notamment, le type de jour dans la semaine et le nombre de jours dans le mois

Algorithme de détermination d'une activité horaire

Nous nous appuyons sur l'onglet calendrier pour avoir le nombre de jour d'un mois et le type du jour dans la semaine.

Soit **A**, une activité annuelle. Pour déterminer la part de l'activité **A** sur une heure **h** d'un jour **j** et d'un mois **m** dans l'année, notée **A_{hjm}**, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes :

- Détermination de la ligne de l'onglet « *profils* » correspondant à l'activité recherchée (type_recherché et spécificité).
- Détermination du poids du mois **m** : la valeur est obtenue dans la colonne *pmois***m** de l'onglet «*profils*».
- Détermination du poids du jour **j** dans le mois **m**:
 - Détermination du type de jour pour chacun des jours du mois (1 à i).
 - Récupération des poids de tous les jours du mois dans les colonnes *pjourxx* en affectant les poids suivant le type de jour (xx) dans la semaine.
 - Calcul de la somme des poids obtenus sur le mois :

$$SPJ = \sum_{i=1}^{i=\text{nombre de jours dans le mois}} \text{poids jours } (i)$$

- Calcul du poids du jour **j** du mois **m** (pjour):

$$pjourj = \text{poids jours } (j) / SPJ$$

- Récupération du poids de l'heure fonction du type du jour **j** colonne *pheure***h**.
- Calcul de l'activité **A_{hjm}** pour une heure **j** d'un jour **j** et d'un mois **m**:

$$A_{h,j,m} = A * pmoism * pjourj * pheureh$$

LES SOURCES AGRICOLES

A l'image des sources mobiles, pour déterminer une activité horaire à partir d'une activité annuelle, les sources biotiques utilisent 3 profils (groupe de profils) :

- un profil annuel sur base mensuelle: la somme des poids est égale à 12
- un profil semaine sur base journalière: la somme des poids est égale à 7
- un profil journalier sur base horaire: la somme des poids est égale à 24

Le profil semaine a la particularité d'être uniforme: l'activité journalière est la même quel que soit le jour de la semaine.

Le fichier Excel «*profils_temporels_sources_biotiques.xlsx*» contient tous les éléments nécessaires pour temporaliser des données d'activités ou émissions.

Le tableau suivant présente les différents onglets présents dans le fichier :

Onglets	information	complément d'information
snap1	codification et intitulé du snap niveau 1	codification de l'activité
snap2	codification et intitulé du snap niveau 2	codification de l'activité
snap3	codification et intitulé du snap niveau 3	codification de l'activité
rubric	codification et intitulé du code rubric	ajoute un niveau d'information à la codification SNAP
profils_heure	poids des activités horaires	
profils_jour	poids des activités journalières dans la semaine	Ceux-ci sont indexés suivant le type d'émetteur (colonne type_emetteur). Pour les types routiers linéique et surfacique, un degré de finesse supplémentaire est apporté par le type de véhicules (colonne spécificité) : TV (véhicules légers) et PL (poids lourds).
profils_mois	poids des activités mensuelles dans l'année	
allocation_profils	alloue à l'activité étudiée un profil mois (id_prf_moi), jour (id_prf_jou) et heure (id_prf_heu)	L'activité est définie par un code SNAP niveau 3 et un code rubric. Sur certaines activités, la colonne id_geo_region permet d'associer un profil temporel différent suivant la région où est située l'activité émettrice. Si id_geo_region = 0, les mêmes profils sont utilisés sur toute la France.

Algorithme de détermination d'une activité horaire

Soit **A**, une activité annuelle. Pour déterminer la part de l'activité **A** sur une heure **h** d'un jour **j** et d'un mois **m** dans l'année, notée **A_{hjm}**, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes:

- Récupération des identifiants id_prf_moi, id_prf_jou et id_prf_heu associé à l'activité **A** (snap, rubric) et à la région (si besoin) dans l'onglet allocation_profils
- Détermination du poids du mois **m** : la valeur est obtenue dans la colonne **m** de l'onglet «*profils_mois*». Ce poids sera appelé pmoism dans la suite de l'algorithme.

- Détermination du poids du jour **j** dans le mois **m** :
 - Détermination du type de jour pour chacun des jours du mois (1 à i).
 - Récupération des poids de tous les jours du mois dans les colonnes xx de chacun des jours en affectant les poids suivant le numéro du jour (xx) dans la semaine (onglet *profils_jour*).
 - Calcul de la somme des poids obtenus sur le mois :

$$SPJ = \sum_{i=1}^{i=\text{nombre de jours dans le mois}} \text{poids jours } (i)$$

- Calcul du poids du jour **j** du mois **m** (*pjour*) :

$$pjourj = \text{poids jours } (j) / SPJ$$

- Récupération du poids de l'heure fonction du type du jour **j**: colonne **h**:
 $pheureh = \text{poids}_h / 24$
- Calcul de l'activité A_{hjm} pour une heure **j** d'un jour **j** et d'un mois **m** :
 $A_{h,j,m} = A * pmoism * pjourj * pheureh$