« Aide à la décision pour l'élaboration du PREPA »

Synthèse

Livrable n°2 faisant suite à la consultation des Parties prenantes

MEEM

BUREAU DE LA QUALITE DE L'AIR

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

30 juin 2016

« Aide à la décision pour l'élaboration du PREPA »

Synthèse

Livrable n°2 faisant suite à la consultation des Parties prenantes

Marché MEDDE : 1100025000 relatif à l'appui pour l'élaboration du futur programme de réduction des émissions de polluants atmosphériques

Sous la responsabilité de Nadine Allemand (CITEPA) avec l'appui de Laurence Rouil et Jean-Marc Brignon (INERIS)

CITEPA : Nadine Allemand, Jean-Marc André, Romain Bort, Sandra Dulhoste, Anaïs Durand, Céline Gueguen, Edith Martin, Etienne Mathias, Laetitia Nicco

INERIS : Bertrand Bessagnet, Jean-Marc Brignon, Antoine Chaux, Florian Couvidat, Jérôme Drevet, Sophie Hubin, Myriam Merad, Charline Pennequin, Elsa Real, Laurence Rouil, Simone Schucht

ENERGIES DEMAIN : Simon Mariani

AJBD : David Fayolle, Guillaume Le Clercq

Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)
42, rue de Paradis – 75010 PARIS – Tel. 01 44 83 68 83 – Fax 01 40 22 04 83

www.citepa.org | infos@citepa.org

Table des matières

1 ORGANISATION DE LA REALISATION DE L'ETUDE 4

2 METHODE DE CARACTERISATION APPROFONDIE DES MESURES MISE EN ŒUVRE 6

3 MESURES ETUDIEES ET PROPOSEES 11

3.1 MESURES DE REDUCTION DES EMISSIONS FAISANT L'OBJET DE LA CARACTERISATION MULTICRITERE 11

3.2 MESURES D'AMELIORATION DES CONNAISSANCES DE CERTAINES SOURCES 13

3.3 MESURES DE SENSIBILISATION 14

3.4 LEVIERS ADDITIONNELS ISSUS D'OPPORTUNITES REGLEMENTAIRES EUROPEENNES ET INTERNATIONALES 15

3.5 CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES 17

3.5.1 Mesures transport 17

3.5.2 Mesures industrie 19

3.5.3 Mesures résidentiel tertiaire 19

3.5.4 Mesures agriculture 20

3.5.5 Proposition d'autres mesures amélioration des connaissances dans le secteur des transports ou autres leviers 21

3.5.6 Avis sur la méthodologie 21

4 IMPACT SUR LES EMISSIONS EN 2020 EN FRANCE ET CAPACITE A ATTEINDRE LES ENGAGEMENTS DU PROTOCOLE DE GOTEBORG 22

5 IMPACT SUR LA QUALITE DE L'AIR 26

5.1 IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES 26

5.2 IMPACT SUR LES DEPASSEMENTS DE VALEURS LIMITES HORAIRES (NO_2 ET O_3) ET JOURNALIERES (PM_{10}) 30

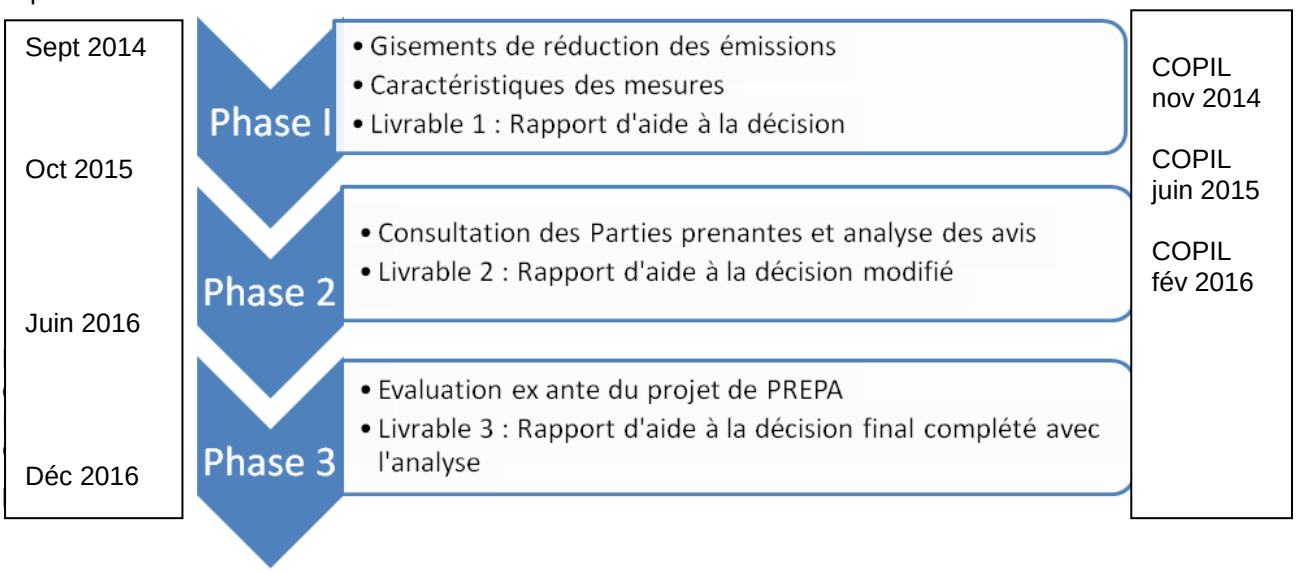
6 POTENTIELS DE REDUCTION DES EMISSIONS DES MESURES INDIVIDUELLES 31

7 CARACTERISATION DES MESURES EVALUEES 32

8 LEXIQUE 35

1 ORGANISATION DE LA REALISATION DE L'ETUDE

La synthèse disponible correspond aux travaux réalisés pour l'étude « *aide à la décision pour l'élaboration du PREPA* » et fait suite à la consultation des Parties prenantes qui s'est déroulée à l'automne 2015. Il s'agit d'une version modifiée de la synthèse réalisée en octobre 2015 à l'issue de la phase 1.



L'étude a été confiée par le Bureau de la Qualité de l'Air (BQA), Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC) du Ministère de l'environnement à un groupement géré par le CITEPA auquel participent l'INERIS, AJBD et Energies Demain. Le BQA a rencontré le groupement environ tous les 2 mois, pour une réunion visant le suivi approfondi de l'étude et la validation de certaines étapes.

Des comités de pilotage (COPIL) rassemblant les divers services du MEEM et d'autres ministères[1], des Agences spécialisées[2], visent à échanger sur les enjeux du PREPA et recevoir les commentaires des divers services sur les rapports fournis par le groupement à diverses étapes.

Suite à la mise à disposition du livrable n°1 « Aide à la décision pour le PREPA » daté d'octobre 2015, le MEEM a organisé les réunions de consultation des Parties prenantes en commençant par une réunion d'information au mois de septembre 2015 suivie de 3 réunions sectorielles ensuite. Les parties prenantes ont eu des délais de 3 à 6 semaines pour apporter leurs commentaires sur les documents mis en consultation et notamment les mesures évaluées.

Les réunions de consultation des parties prenantes consistaient en des réunions dites « d'information sur l'ouverture d'une consultation par secteurs d'activité ». Les réunions ont été le lieu à la fois d'échanges avec les secteurs d'activités mais aussi d'échanges entre services de l'Etat (MEEM, Ministère de la Santé, Ministère de l'Agriculture) et entre organismes publics d'expertise.

Lors de ces réunions, il y a eu une forte demande sur le déroulé du PREPA, ses liens avec les PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) et SRCAE (Schéma Régional Climat Air Energie) et les caractéristiques du futur texte réglementaire. Une large partie des craintes exprimées par les Parties prenantes portait sur la nature et la portée des mesures (obligatoires ou non, cohérence avec les PPA), sur la territorialisation des mesures ainsi que sur leur faisabilité, sur les mesures d'accompagnement ainsi que sur les conséquences du non respect de ces dernières.

La phase 2 est terminée et fait l'objet de ce livrable n°2. Il s'agit de versions modifiées des rapports réalisés en octobre 2015 (livrable n°1), exploitant notamment les avis des parties prenantes et apportant des précisions sur certaines mesures.

[1] DGPR, DGITM, DGALN, DGAC, DRIEE, CGDD, DGE, DGPAAT, DGCL
[2] ADEME, ANSES

Le rapport principal est associé à 5 annexes.

L'annexe A, rappelle le contexte de l'établissement du PREPA pour un lecteur moins averti (cette annexe n'a pas été modifiée en phase 2 car moins utile que les autres).

L'annexe B, présente les mesures sous forme de fiches résumées, avec les données issues des consultations de façon synthétique.

L'annexe C, présente les mesures sous forme de fiches détaillées, avec les données issues des consultations de façon détaillée.

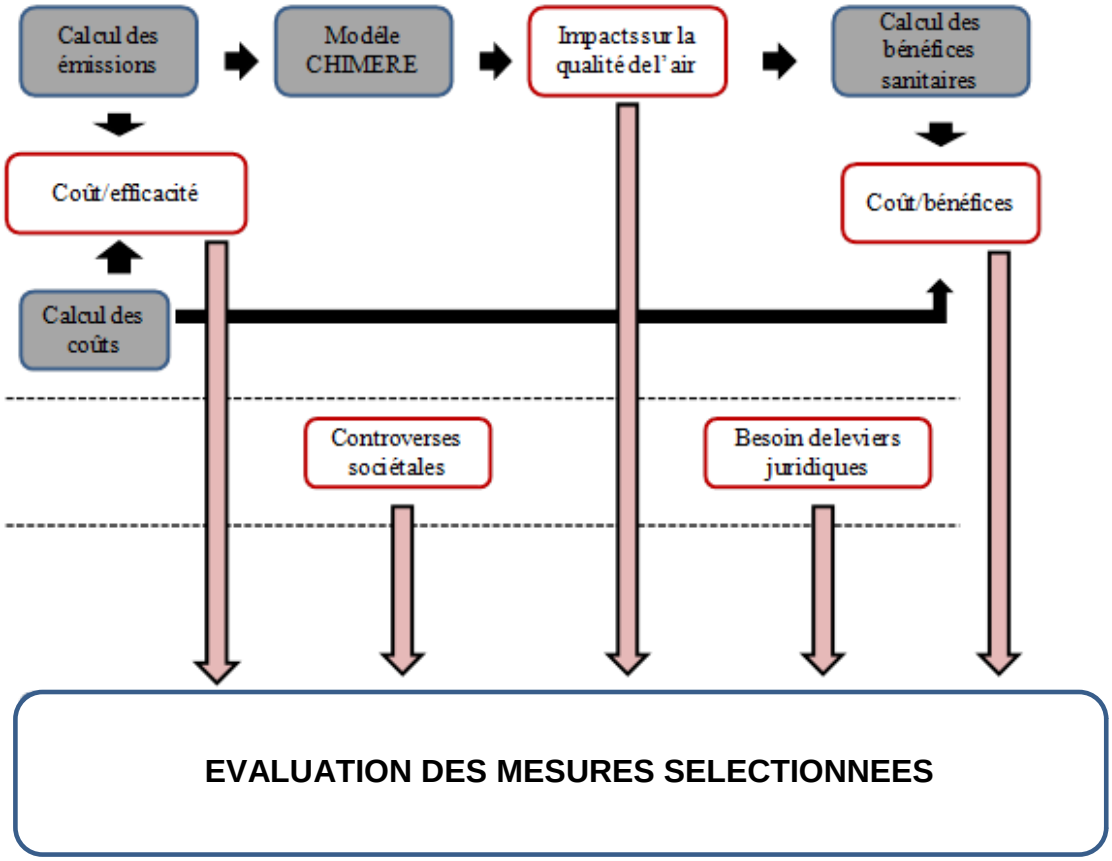
L'annexe D, présente la méthodologie employée de façon détaillée.

L'annexe E, présente les éléments d'analyse juridique.

Les versions du livrable 2 sont des versions modifiées et complétées du livrable 1, prenant en compte les commentaires des Parties prenantes et divers commentaires du MEEM.

2 MÉTHODE DE CARACTÉRISATION APPROFONDIE DES MESURES MISE EN ŒUVRE

La méthode mise en œuvre pour caractériser les mesures de réduction des émissions de polluants atmosphériques peut se résumer ainsi :



Les différentes étapes de la méthode sont décrites comme suit :

- <u>Calcul des émissions et des potentiels de réduction des émissions :</u>

Les potentiels de réduction des mesures sont évalués aux horizons 2020 et 2030 pour SO_2, NOx, COVNM, NH_3, PM_{10} et $PM_{2,5}$. Les impacts des mesures sur d'autres polluants comme les métaux lourds ou sur les gaz à effet de serre (GES) sont également considérés de façon qualitative (ou quantitative quand cela est possible).

Les données d'activité pour les années 2020 et 2030, nécessaires à la détermination des émissions en 2020, sont issues des travaux de projection des émissions du scénario tendanciel (ou « avec mesures existantes climat ») développé par le MEEM en 2012/2013 pour l'ensemble des secteurs émetteurs couverts par l'étude. Ces travaux permettent de se référer en effet à des niveaux de consommation d'énergie, à un mix énergétique et à des niveaux de production donnés pour 2020 et 2030 utiles pour l'étude.

Pour l'agriculture, les données d'activités développées en 2012/2013 ont été revues pour être mises à jour, à la demande du ministère en charge de l'agriculture. Les projections de cheptels et l'évolution de la fertilisation considérées pour le PREPA ont été fournies directement par le ministère en charge de l'agriculture et les taux d'évolution utilisés pour ces paramètres sont identiques à ceux d'autres études très récentes réalisées par le MEEM ou par le ministère en charge de l'agriculture lui-même (base de leurs scénarios tendanciels).

Ce scénario d'activités pour l'étude « PREPA », est donc un scénario tendanciel qui permet de rester dans une marge d'incertitude raisonnable en 2020 (et 2030) quant aux niveaux des

consommations d'énergie puisque ce scénario ne prend en compte que des mesures climat déjà adoptées.

Le potentiel de réduction des émissions en 2020 et 2030 a été déterminé pour chacune des mesures listées ci-après, selon des modes de calculs adaptés à chacune d'elles. De façon générale, les potentiels de réduction sont estimés en calculant les émissions avec et sans les mesures. Les émissions totales en 2020 et 2030 sont également estimées pour plusieurs jeux d'hypothèses de mises en place des mesures.

- Spatialisation des mesures

Les mesures n'ont pas toutes la même portée géographique. Suivant les secteurs d'émission impactés par la mesure, certaines visent plutôt les centres urbains, alors que d'autres ont une portée plus régionale, voire nationale. Afin de réaliser l'évaluation des mesures sur la qualité de l'air, les réductions d'émissions induites sont réparties géographiquement sur tout le territoire. Cela permet de distinguer les effets de mesures portant sur des polluants à courte durée de vie, dont l'impact est restreint au lieu proche des zones d'émissions, de ceux à plus longue durée de vie et/ou se formant par réaction chimique dans l'atmosphère durant leur transport, qui ont un impact régional, voire national.

- Impacts en 2020 sur la qualité de l'air

Cette analyse est réalisée avec un modèle numérique dit de chimie-transport, CHIMERE, co-développé par le CNRS et l'INERIS, et mis en œuvre pour simuler les niveaux de concentrations de polluants sur le territoire, en fonction des niveaux d'émissions. A partir des émissions et d'hypothèses sur la météorologie, ce modèle simule le transport, les transformations chimiques des polluants dans l'atmosphère ainsi que leur dépôt.

Dans le cadre de l'étude, toute mesure induisant une réduction d'au moins 3% des émissions pour au moins un polluant est simulée avec le modèle CHIMERE. Celui-ci calcule la réduction en 2020 des concentrations atmosphériques imputable à la mesure, ainsi que les réductions de dépassements de valeurs limites aux stations de mesure de la qualité de l'air. Pour les autres mesures, l'impact sur la qualité de l'air est estimé en extrapolant linéairement l'impact des mesures simulées par CHIMERE.

- Rapport entre coût (public et privé) et efficacité des mesures

Le coût total des mesures est estimé en prenant en compte le coût annuel total net pour le public et le privé. Ces coûts représentent les coûts de mise en œuvre d'une mesure au niveau de la France. Ils comprennent les investissements privés et publics annualisés, les coûts opérationnels privés et publics. Les coûts administratifs annuels n'ont pu être déterminés car il n'y a pas assez de données disponibles.

Le rapport entre coût et efficacité (exprimé en €/t de polluant non émise) est un paramètre plus complexe à estimer, la plupart des mesures étant multi polluants (une même mesure impacte plusieurs polluants à la fois). Une méthodologie spécifique a été utilisée, cohérente notamment avec les travaux effectués par l'International Institute for Applied Science Analysis (IIASA) réalisés pour la détermination des engagements de réduction pour la Commission européenne (Préparation du Paquet Air) :

- Dans le cas des mesures mises en place spécifiquement pour un polluant, les coûts de la mesure sont attribués à ce polluant.
- Dans le cas de mesures qui ne visent pas spécifiquement un polluant (comme une norme sur les véhicules de type euro), la règle établie pour le PREPA a été définie sur la base des travaux IIASA pour les mesures « transport » :
    - Lorsque la mesure agit sur plusieurs polluants, dont les NO_x, les coûts sont attribués aux NO_x,
    - Lorsque la mesure agit sur plusieurs polluants dont les PM mais pas les NO_x, les coûts sont attribués aux PM.

- Evaluation des bénéfices sanitaires et comparaison avec les coûts des mesures

Les bénéfices d'une mesure sont définis comme les impacts sanitaires évités par sa mise en œuvre, du fait de la réduction de l'exposition de la population aux polluants atmosphériques. D'autres bénéfices (impacts évités sur les écosystèmes, sur les forêts et les cultures, sur le bâti, impacts macroéconomiques, etc.) ont été exclus de l'analyse car difficiles à évaluer. Les bénéfices sont traduits en termes monétaires afin de disposer d'une base de comparaison commune, par rapport au coût des mesures. Dans le cadre de l'étude, le modèle ARP-FR[3] a été mis en œuvre. Il calcule les effets de la pollution de l'air sur des critères de santé (mortalité, morbidité) par l'intermédiaire de relations doses-réponses. La multiplication des effets sanitaires par leur valeur monétaire unitaire permet ensuite d'attribuer une valeur économique en € aux effets sanitaires évités par la mesure.

Les coûts d'impacts sanitaires de la pollution atmosphérique pris en compte dans l'étude peuvent être classés en trois catégories : coûts financiers médicaux (admissions à l'hôpital pour causes cardio-vasculaires et respiratoires, bronchites, asthme,…), coûts d'opportunité (e.g. perte de productivité pour des entreprises, pertes d'activités domestiques ou de loisirs), et des coûts non marchands liés à la mortalité prématurée ou aux années de vie perdues.

Cette approche, dite par voie d'impact (« impact pathway approach »), considère en données d'entrée les concentrations de polluants calculées par CHIMERE pour les scénarios d'émissions. Celles-ci sont croisées avec les densités de population pour calculer les réductions d'exposition moyenne de la population aux $PM_{2,5}$, à l'ozone et au NO_2.

Les bénéfices sanitaires attribuables à chaque mesure de réduction des émissions sont comparés aux coûts de ces mesures, les deux exprimés en € de 2013, ce qui constitue un critère de qualification de la mesure.

Il est à noter que les bénéfices liés à la réduction des émissions de GES ne sont pas pris en compte dans le calcul des bénéfices sanitaires. Certaines mesures dont les coûts excèdent les bénéfices sanitaires évalués dans ce rapport, peuvent donc rester pertinentes au regard des co-bénéfices pour la lutte contre le changement climatique.

- Analyse de la faisabilité et du besoin de leviers juridiques

Cette analyse a pour but d'évaluer si les mesures sont compatibles avec la règlementation existante, ou si des adaptations et des leviers juridiques semblent nécessaires pour une mise en œuvre plus sécurisée sur les plans juridique et règlementaire.

Trois situations ont été typiquement rencontrées et caractérisées :

- Cas favorable, lorsque des supports et incitations de nature juridique ou règlementaire existent déjà et vont dans le sens de la mesure du PREPA évaluée (cotation 3).
- Besoin d'adaptation de la réglementation lorsque des lacunes entre la mesure et le cadre juridique existant est possible et doit donc être complété (cotation 2).
- Besoin de concevoir un dispositif réglementaire si l'absence de tout cadre juridique pouvait remettre en cause le succès de l'application d'une mesure (cotation 1).

- Analyse de la faisabilité sociétale et des controverses des mesures

L'analyse de la faisabilité sociétale et des controverses permet d'éclairer l'aide à la décision en prenant en compte de façon précoce les perceptions, avis et connaissances des parties prenantes. Cette étude s'est appuyée sur l'analyse des comptes rendus des enquêtes publiques annexées aux plans de protection de l'atmosphère, sur la consultation et l'analyse de la presse et des médias sur les cinq dernières années ainsi que sur la consultation du panel d'experts du PREPA. A l'issue de cette étude, une cotation des mesures du PREPA a été effectuée, sur une échelle d'acceptabilité allant de 1 à 3 (1 si des controverses sont observées, 3 en l'absence de controverses), en vue de l'utilisation de ce critère pour caractériser les mesures. Cette cotation a été soumise à l'appréciation des parties prenantes lors des réunions dédiées.

[3] Modèle de quantification et monétarisation des impacts sanitaires Alpha-Risk Poll France

- Analyse multicritère finale pour la caractérisation des mesures

Cette caractérisation est développée sur la base d'une méthodologie d'aide multicritère à la décision.

Deux familles de critères ont été prises en considération.

Une famille « acceptabilité juridique et sociale », composée de deux critères :

C_{jur} : **Critère portant sur le besoin et la possibilité de mettre en place des leviers juridiques** pour la mise en œuvre des mesures.

C_{acc} : **Critère portant sur l'acceptabilité sociétale des mesures et les controverses**.

Une famille « environnement/économie » comportant les cinq critères suivants dont deux critères portent sur l'efficacité économique des mesures :

C_{env1} : **Critère « efficacité environnementale 1 » : ce critère évalue l'impact de chaque mesure sur la réduction des émissions atmosphériques de NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, NH_3 et COVNM.** A noter que ce critère est établi en pourcentage de réduction par rapport à une référence constituée par les plafonds nationaux d'émissions de ces polluants définis par le Protocole de Göteborg pour 2020[4]. Plus la valeur du critère est élevée, plus la capacité de réduction des émissions de la mesure est importante. La méthode permet une intégration de tous les polluants.

C_{env2} : **Critère « efficacité environnementale 2 » : ce critère évalue l'impact des mesures sur la qualité de l'air en 2020.** Il s'agit plus précisément de l'effet des mesures sur une réduction des dépassements de valeurs limites pour la qualité de l'air, en comparant la situation 2020 sans et avec la mesure. Plus sa valeur est élevée, plus la mesure permet d'améliorer la qualité de l'air.

C_{co1} : **Critère « co-bénéfices » traduisant la possible influence d'une mesure visant les polluants du Protocole de Göteborg, sur d'autres polluants tels que les métaux lourds et les gaz à effet de serre (GES)**. C'est un critère qui peut prendre 5 niveaux qualitatifs : la synergie avec d'autres polluants est maximale pour la valeur 5.

$C_{éco1}$: **Critère « efficacité économique 1 » : ce critère évalue le ratio coût/efficacité des mesures**, c'est-à-dire les coûts annuels nets (exprimés en € de 2013) d'une mesure donnée divisés par la réduction des émissions (exprimée en tonnes) du polluant principalement visé par cette mesure. Le critère porte donc sur le coût à la tonne d'émission de polluant évitée, exprimé en €/t. Le polluant pris en compte dans ce ratio est le polluant principalement visé par la mesure (se référer au mode de détermination du polluant principal un peu plus haut). Afin de rendre comparables des ratios calculés pour des polluants différents, ils ont été divisés par le coût de référence du polluant en question, tel que publié dans un rapport technique récent de l'Agence Européenne pour l'Environnement. Une valeur inférieure à 1 indique une mesure dont les coûts sont acceptables, par rapport à cette référence. Au-delà de 1, la mesure devient de plus en plus onéreuse. Il est vrai que ces coûts correspondent à des valeurs globales et on pourrait regretter qu'ils ne prennent pas en compte l'aspect sectoriel. Mais c'est une approche plus robuste qui permet en quelque sorte de « normaliser » le coût de la mesure par rapport au coût qu'engendre le polluant visé par la mesure sur la santé, les écosystèmes et le bâti. Le principal biais de cette approche est l'attribution du coût d'une mesure à un polluant cible, alors que certaines mesures concernent plusieurs polluants. Nous estimons cependant la démarche satisfaisante pour rendre compte du coût véritable d'une mesure.

$C_{éco2}$: **Critère « efficacité économique 2 » : ce critère porte sur une comparaison** (par soustraction) **entre les bénéfices sanitaires** (les effets sur la santé dus à la pollution de l'air et évités par la mesure en question) **attribuables à une mesure donnée et les coûts de la mesure**, les deux exprimés en € de 2013. Plus la valeur est élevée, plus la mesure présente un bénéfice net élevé. Une valeur négative exprime une mesure dont les coûts sont supérieurs aux bénéfices sanitaires.

[4] Réduction des émissions en %/2005 traduit en plafond en 2020 connaissant la référence 2005

Pour caractériser chaque mesure, deux hiérarchisations multicritère partielles de l'ensemble des mesures ont été réalisées, respectivement sur les deux groupes de critères suivants :

- Critères relatifs aux besoins de leviers juridiques et au niveau de controverse sociétale,
- Critères environnement-économie : impacts sur la qualité de l'air et aspects économiques.

Les mesures ont été réparties en 4 classes :

- Le niveau 1 : les mesures les mieux classées dans le pré-ordre final, soit les mesures faisant partie des 25% du haut de la hiérarchie.
- Le niveau 2 : mesures faisant partie des 25% après les mesures de niveau 1.
- Le niveau 3 : mesures faisant partie des 25% après les mesures de niveau 2.
- Le niveau 4 : les mesures les moins bien classées dans le pré-ordre final, c'est-à-dire les mesures faisant partie des 25% après les mesures de niveau 3.

Ces critères globaux fournissent une caractérisation synthétique de chaque mesure en termes environnement-économie et acceptabilité juridique et sociale.

3 MESURES ÉTUDIÉES ET PROPOSÉES

Les divers types de mesures suivants sont proposés par l'étude « Aide à la décision pour le PREPA ».

Seules les mesures présentées en chapitre 3.1 ont été évaluées sur l'ensemble des paramètres présentés ci-dessus, c'est-à-dire potentiels de réduction des émissions, coûts, impacts sur la qualité de l'air, performances coûts bénéfices, controverses et faisabilité sociétale, aspects juridiques.

D'autres mesures proposées ne font pas l'objet de cette évaluation, soit parce qu'elles étaient difficilement évaluables au niveau national mais étaient intéressantes à proposer (mesure avec un but de sensibilisation et d'implication du public), soit parce qu'il s'agissait de l'identification de leviers supplémentaires issus de l'amélioration des connaissances pour certaines sources d'émissions ou de leviers internationaux à mobiliser pour favoriser des réductions dans des secteurs ne pouvant être abordés que dans ce cadre.

3.1 MESURES DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS FAISANT L'OBJET DE LA CARACTÉRISATION MULTICRITÈRE

Ces mesures font l'objet de la caractérisation multicritère. Il s'agit de mesures existantes dont les effets sont attendus dans les prochaines années et de mesures nouvelles venant renforcer les réductions.

<u>Mesures mises en place récemment</u>

- Transport routier : règlements introduisant les normes Euro 5 et Euro 6a/b pour les véhicules particuliers et utilitaires légers ainsi que EURO V et VI pour les véhicules utilitaires lourds, les bus et cars.
- Engins mobiles non routiers (EMNR) : des réglementations existantes introduisent des étapes de réduction des émissions entre 2010 et 2015 qui impactent les évolutions futures. L'impact de ces réglementations a été mis en évidence pour les engins de l'agriculture/sylviculture et de l'industrie[5].
- Installations industrielles (hors installations de combustion) : application du décret de 2013 portant transposition du chapitre II de la Directive sur les Emissions Industrielles.

  L'impact de la mesure a pu être estimé pour certains secteurs tels que la production de verre et de ciment, le raffinage du pétrole, la sidérurgie dont les conclusions MTD (meilleure technique disponible) ont été publiées[6].
- Installations de combustion de puissance thermique supérieure à 50 MW : application du nouvel arrêté combustion de 2013.
- Installations de combustion de puissance comprise entre 2 et 50 MW : application des nouveaux arrêtés combustion de 2013[7].

<u>Des mesures réglementaires nouvelles ou en préparation au niveau européen, entrant en application entre 2015 et 2020</u>

- Transport routier : contrôle de conformité des véhicules particuliers et utilitaires en conditions réelles (Cycle real Driving Emissions ou RDE) (Euro 6c) et au règlement n°168/2013 relatif aux deux roues et autres engins.

  L'efficacité de la norme Euro 6 sur les émissions des véhicules légers diesel devrait être améliorée par la mise en place de nouvelles procédures de contrôle des valeurs limites d'émissions des véhicules. Il s'agit de l'introduction du contrôle de conformité des véhicules particuliers et utilitaires en conditions réelles (RDE) aux dates d'introduction

[5] L'impact est pris en compte aussi pour les autres EMNR dans le scénario PREPA avec mesures existantes évaluées mais non mis en évidence individuellement pour les différents types d'EMNR

[6] A la date de réalisation de l'étude

[7] La directive dite « installation moyenne de combustion » du Paquet Air de 2013, n'a pas été considérée dans l'évaluation, les valeurs limites qu'elle introduit n'étant applicables que bien après 2020.

de l'étape 6c des règlements européens.

Après de longues négociations, le règlement 2016/646 de la Commission portant modification du règlement (CE) n° 692/2008 en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6) a été publié le 20 avril 2016.

- Engins mobiles non routiers : proposition de règlement pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers du 25/09/2014. Il est à noter que le Parlement européen a approuvé l'accord informel sur le texte de compromis relatif à la proposition de règlement le 5 juillet 2016**.**
- Equipements de combustion domestiques au bois : poursuite du déploiement d'appareils labélisés et plus efficaces, avec nouveaux critères pour les labels, règlement européen éco-conception.

Des mesures relatives aux sources d'émissions de NH_3 du secteur agricole

Le secteur agricole est le principal émetteur de NH_3, polluant pouvant avoir un impact significatif sur la production de particules secondaires (en combinaison avec les NO_x, il y a formation de nitrate d'ammonium) et un impact sur les écosystèmes par enrichissement des sols en azote. Les épisodes de mauvaise qualité de l'air en PM_{10} du printemps sont attribuables en partie aux épandages d'engrais minéraux et organiques, fort importants à ces périodes.

Les mesures évaluées concernent : la gestion des lisiers et fumiers, la gestion de la fertilisation minérale et des mesures aux bâtiments. Elles ont été sélectionnées parce qu'elles présentent des potentiels de réduction et sont déjà connues. L'impact d'un déploiement de ces mesures à plus ou moins grande échelle a été évalué.

En agriculture, le cycle de l'azote complexifie la mise en place des mesures et les 17 mesures testées ne sont pas additionnables et ceci doit être gardé en mémoire. Un scénario AGRI hypothèses basses ($AGRI_{bas}$ (Brûlage des résidus + substitution urée + augmentation du temps au pâturage)) est développé ainsi qu'un scénario AGRI hypothèses hautes ($AGRI_{haut}$ (Brûlage des résidus + substitution urée + alimentation bi-phase + lavage d'air + évacuation gravitaire tous les 15 jours + couverture fosse haute technologie + incorporation immédiate + évacuation déjections volailles + raclage des lisiers de bovins + brumisation) pour déterminer un potentiel de réduction des émissions de NH_3 bas et haut.

Il doit être noté que la mesure « interdiction du brûlage aux champs des résidus de culture » est également évaluée. Contrairement aux autres, elle concerne les émissions directes de particules.

Des mesures nationales et locales de gestion du trafic routier

Les mesures de gestion du trafic évaluées ont été retenues à partir de l'examen de sources telles que les plans de protection de l'atmosphère existants, le plan national relatif à l'atténuation du changement climatique et les schémas régionaux climat air énergie, le plan d'urgence pour la qualité de l'air (PUQA), mais aussi d'autres travaux du MEEM, en particulier les travaux réalisés sur les mesures destinées à favoriser le report modal (transport combiné…).

Certaines mesures transport identifiées dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTE-CV) ont également été prises en compte (au moment de la réalisation du rapport, la loi n'était pas encore adoptée et les caractéristiques des mesures testées peuvent être un peu différentes de celles des mesures définitivement adoptées).

- Restriction de circulation en cas de dépassement des seuils d'alerte de qualité de l'air en zone urbaine. Limitation de l'accès aux centres villes des véhicules les plus polluants (Zone de Circulation Restreinte). Cette mesure est notamment inscrite dans la LTE-CV.
- Augmentation des taxes sur les carburants.

Mesures de développement du transport combiné

- Développement du transport combiné route - rail.
- Amélioration ou création de voies navigables nouvelles.

Mesures de modernisation du parc routier

Le parc de véhicules routiers présente une inertie dans son renouvellement. Il a été jugé utile de tester quelques mesures destinées à utiliser de nouvelles motorisations, en synergie avec les enjeux climat notamment mais aussi des mesures issues du PUQA.

- Nouvelles motorisations (pénétration de véhicules électriques et hybrides).
- Renouvellement en véhicules à faibles émissions d'une part des véhicules des flottes publiques.
- Promotion du développement des transports en commun urbains propres.

Mesures climat relatives aux bâtiments

De nombreuses mesures interdépendantes existent dans ce domaine. Le choix a été fait de mener l'évaluation sur quelques mesures majeures sur le sujet, susceptibles d'avoir un impact significatif. Pour cela, un découpage par type de parc (existant et construction neuve) et public cible des mesures a été retenu. Il distingue les parcs suivants : résidentiel privé, logements sociaux, tertiaire privé et tertiaire public.

3.2 MESURES D'AMÉLIORATION DES CONNAISSANCES DE CERTAINES SOURCES

Ces mesures permettraient de mieux définir les éventuels potentiels de réduction pour des sources encore mal connues mais impactant les émissions de façon significative. Les potentiels de réduction des émissions existent certainement dans divers secteurs mais ceux-ci sont trop mal connus pour en permettre une évaluation précise ainsi que des coûts associés. Un certain nombre de secteurs ont été identifiés, liés notamment aux émissions de particules et de COVNM.

- Equipements indépendants de chauffage domestique au bois. Amélioration de la connaissance des parcs, des âges des appareils, des performances.
- Activités émettrices de PM peu connues : transformation du bois, travaux publics et construction. Les deux secteurs mériteraient des investigations pour mieux connaitre les niveaux d'émissions aujourd'hui associés à de grandes incertitudes, les facteurs déterminant les émissions et les potentiels de réduction et leurs coûts.
- Abrasion des routes, des pneus et des freins des véhicules routiers et des équipements hors routes (ferroviaire), sources émettrices de PM. En 2030, ces sources dépassent largement les émissions de PM à l'échappement. Approfondir la connaissance des moyens de réduction des émissions de PM par abrasion serait intéressant non seulement pour les véhicules routiers mais aussi pour les engins hors routes et les autres transports.
- Engins mobiles non routiers des secteurs de l'industrie, du bâtiment, du tertiaire, de résidentiel, de l'agriculture et sylviculture : structure des parcs, âge des engins, efficacité des mesures de réduction en condition réelle.
- Aviation : les émissions de PM issues des moteurs et de l'abrasion sont encore mal connues. Le renforcement des connaissances serait utile[8].

[8] Ajouté suite à commentaires de l'ACNUSA

- Impact du contrôle technique renforcé pour les véhicules automobiles. L'article 65 de la LTE-CV introduit un contrôle technique renforcé. L'impact de ce renforcement est difficilement estimable avec les données existantes prises en compte pour les inventaires d'émissions. Un approfondissement des connaissances est nécessaire pour connaître le nombre de véhicules potentiellement défectueux et estimer l'impact du contrôle renforcé sur leurs émissions[9].
- Agriculture : renforcer la connaissance de ce niveau de déploiement des mesures de réduction en fonction des régions françaises serait utile pour réduire les incertitudes sur l'estimation des émissions de NH_3.
- Brûlage des déchets verts par les particuliers, brûlage des câbles à l'air libre : ces activités illicites et aux émissions difficilement estimables, peuvent être impactantes au plan local.
- Solvants utilisés dans les produits domestiques hors peintures et colles : il s'agit de la deuxième source de COVNM en métropole en 2013. Les progrès réalisés en termes de diminution des teneurs en solvants sont mal connus en raison de la diversité des produits et mériteraient d'être investigués.

3.3 MESURES DE SENSIBILISATION

Ces mesures ont un caractère incitatif et pédagogique destiné à favoriser l'engagement du public ou d'acteurs des transports.

- Transports partagés (covoiturage et auto-partage) et utilisation des modes de déplacement doux[10]. Ces mesures auraient tout à fait leur place dans le PREPA car elles participent à la réduction des émissions de polluants issues du transport, mais n'ont pas pu être évaluées précisément dans le cadre de l'étude « aide à la décision ». Ces mesures sont fortement soutenues par les Parties prenantes pour notamment favoriser la baisse de la sur occupation de l'espace par l'automobile et renforcer les actions prises au niveau local[11],[12],[13]. Il est à noter que le ministère de l'environnement développe un plan national de mobilité propre[14]. Le PREPA pourra y faire référence.
- Transport routier de marchandises - Charte Objectif CO_2 et démarche FRET 21: la réduction des émissions de polluants liés à l'engagement des professionnels du transport de marchandises par voie routière dans les chartes CO_2, ont été estimées positives de façon qualitative selon une étude réalisée récemment par l'ADEME. La Charte objectif CO_2 a été étendue au fret routier. La démarche « FRET21 » a été lancée par le MEEM en mai 2015 et vise à réduire l'impact sur le climat du transport de marchandises en incitant les entreprises agissant en qualité de donneurs d'ordres des transporteurs à mieux intégrer l'impact des transports dans leur stratégie de développement durable. Le PREPA pourra envisager faire des liens avec ces programmes.
- Combustion du bois dans les appareils indépendants de chauffage domestique. Même si les progrès techniques sont attendus sur les nouveaux appareils labellisés et que le

[9] Mesure ajoutée suite commentaire du Conseil National des Professions de l'Automobile (CNPA)
[10] Modes actifs, non motorisés comme la marche et le vélo
[11] Le GART (Groupement des Autorités Responsables de Transport) souligne notamment : le PREPA ne peut être uniquement axé sur une évolution des motorisations des véhicules et la limitation de la circulation automobile : il doit aussi cibler l'évolution des usages vers les modes alternatifs à l'autosolisme et permettre le développement d'une alternative efficace… Par ailleurs, la priorité accordée au changement de motorisation ne résout pas le défi de la sur-occupation de l'espace par l'automobile dans les centres urbains, et l'enjeu de congestion et de pollution qui lui sont sous-jacents.
[12] Le ministère de la Santé souligne : Intégrer dans le PREPA, les déplacements durables que sont les mobilités actives, les transports collectifs, les dispositifs de partage de véhicules, et de fixer des objectifs de développement de ces modes dans le PREPA (ainsi que des moyens de financement associés). Le ministère souhaiterait dans les mesures proposées pour le PREPA des scénarios de développement de ces différents modes de déplacement.
[13] Pour lutter contre la PA, certains PDU s'appuient sur des mesures pérennes permettant d'entraîner un report modal durable vers les modes alternatifs aux modes motorisés soit transports collectifs, marche et vélo. Il est souhaitable que les mesures du PREPA puissent renforcer les actions (Syndicat des Transport d'Ile de France (STIF).
[14] Un document préparatoire est disponible : stratégie de développement de la mobilité propre. Juin 2016 – DGITM/MEEM

règlement européen éco-conception entre en application en 2020-2022, augmenter la sensibilité des particuliers sur les bonnes pratiques du chauffage au bois est nécessaire par des campagnes de sensibilisation, la transmission de messages par les professionnels (installateurs et industriels)[15].

La disponibilité de professionnels formés et experts pour l'installation des équipements dans les conditions optimales est également à favoriser, leur rôle étant essentiel[16].

3.4 LEVIERS ADDITIONNELS ISSUS D'OPPORTUNITÉS RÉGLEMENTAIRES EUROPÉENNES ET INTERNATIONALES

Des leviers possibles nécessiteraient de mobiliser les niveaux de décisions supra-nationaux :

- Transport maritime : limitation des émissions de NO_x et SO_2 du trafic maritime international. Des études montrent le bénéfice que pourrait avoir la création d'une zone NECA en Manche et Mer du Nord. Le développement de cette réglementation au niveau international pourrait donc apporter un impact positif sur la qualité de l'air[17].
- Examen du potentiel de réduction additionnel des émissions de COVNM dans les revêtements à base de solvants à destination du bâtiment et du grand public.
- Examen du potentiel de réduction dans les produits domestiques hors revêtement.

[15] Ajouté suite suggestion de l'ADEME
[16] Ajouté suite à des commentaires de la fédération française des poêliers atriers.
[17] Armateurs de France estime que la réduction des émissions de SO_2 a eu un impact financier extrêmement important avec un surcoût de combustibles de l'ordre de 60 à 70 % soit des investissements également très lourds. Les impacts économiques sont lourds et les impacts sociaux désastreux.

En résumé, les mesures faisant l'objet de la caractérisation multicritère sont les suivantes :
(en lettres bleues les mesures existantes (ME) et en lettres vertes des mesures additionnelles (MA))

Mesures	Code utilisé
Mesures dans le secteur industriel et production d'énergie	
Arrêté du 26 août 2013 relatif aux installations de combustion de puissance > 50 MWth	PROC-IC1$_{ME\ PM-SO2\ ou\ NOx}$ (1)
Décret du 2 mai 2013 portant transposition des dispositions générales et du chapitre II de la directive IED pour les procédés énergétiques (VLE annexe V ou valeurs hautes NEA MTD)	PROC-IC2$_{ME\ PM-SO2\ ou\ NOx}$(1)
Décret du 2 mai 2013 portant transposition des dispositions générales et du chapitre II de la directive IED pour le raffinage de pétrole (valeurs hautes NEA MTD)	PROC-IC3$_{ME\ SO2}$ (1)
Arrêté du 26 août 2013 pour les installations de combustion de puissance 20 à 50 MW et arrêté du 25 juillet 1997 modifié pour celles de 2 à 20 MW	PROC-IC4$_{ME\ PM-SO2\ ou\ NOx}$ (1)
Application de valeurs intermédiaires entre valeurs basses et hautes des NEA MTD pour les procédés énergétiques et le raffinage de pétrole	PROC-IC5$_{MA\ PM-SO2\ ou\ NOx}$ (2) (3)
Mesures dans les transports	
Normes Euro 5 et V relatives aux véhicules légers et aux véhicules utilitaires	TR1$_{ME}$ (1)
Normes Euro 6 et VI relatives aux véhicules légers et aux véhicules utilitaires	TR2$_{ME}$ (1)
Pénétration des véhicules hybrides et électriques	TR3$_{ME}$ (1)
Etape Euro 6c avec cycle Real Driving Conditions	TR4$_{MA}$ (2) (3)
Règlement n°168/2013 du 15 janvier 2013 relatif aux véhicules à 2 ou 3 roues	TR5$_{MA}$ (2) (3)
Renouvellement en véhicules propres d'une part des véhicules des flottes publiques	TR6$_{MA}$ (2) (3)
Restriction de circulation en cas de dépassement des seuils d'alerte de qualité de l'air en zones urbaines	TR7$_{MA}$ (2) (3)
Promotion du développement des transports en commun urbains électriques	TR8$_{MA}$ (2) (3)
Augmentation des taxes sur les carburants	TR9$_{MA}$ (2) (3)
Limitation de l'accès en centres villes aux véhicules les plus polluants (ZCR)	TR10$_{MA}$ (2) (3)
Limitation des émissions de l'abrasion des freins	TR11$_{MA}$ (2) (3)
Mesures relatives au transport combiné	
Développement du transport combiné rail - route	TC1$_{MA}$ (2) (3)
Amélioration ou création de voies navigables nouvelles	TC2$_{MA}$ (2) (3)
Mesures pour les engins mobiles non routiers de l'industrie et de l'agriculture	
Phase IIIB et IV des règlements engins mobiles non routier de l'agriculture et de l'industrie	THR1$_{ME}$ (1)
Proposition de règlement pour les moteurs à combustion interne destinés aux EMNR du 25/09/2014	THR2$_{MA}$ (2) (3)
Mesures pour le résidentiel et le tertiaire	
Résidentiel - Aides au parc privé : rénovation et systèmes de chauffage	RT1$_{ME}$ (1)
Résidentiel - Rénovation parc social	RT2$_{ME}$ (1)
Résidentiel et tertiaire- Réglementations thermiques des constructions neuves	RT3$_{ME}$ (1)
Tertiaire - Rénovations et changements de système tendanciel	RT4$_{ME}$ (1)
Chauffage urbain - fond chaleur changement du mix énergétique	RT5$_{ME}$ (1)
Nouvelles exigences Flamme verte / hypothèses basses	RT6$_{MA}$ (3)
Nouvelles exigences Flamme verte / hypothèses hautes	RT7$_{MA}$ (2)
Résidentiel - Obligation de rénovation thermique lors des ravalements de face et de toiture	RT8$_{MA}$ (3)
Résidentiel - Rénovation de tout le parc social à horizon 2030	RT9$_{MA}$ (3)
Résidentiel - Objectif de 500 000 rénovations annuelles lourdes / an	RT10$_{MA}$(2)
Tertiaire - Décret d'obligation de rénovation tertiaire à horizon 2020 et renforcement à horizon 2030	RT11$_{MA}$ (3)
Tertiaire - Rénovation de l'ensemble du parc public	RT12$_{MA}$ (3)
Tertiaire - Objectif de -60% de consommation du tertiaire à horizon 2050	RT13$_{MA}$(2)

Mesures pour l'agriculture*	
Interdiction totale du brûlage des résidus de cultures aux champs	AGRI1$_{MA}$(2)(3)
Remplacement de l'urée par d'autres engrais	AGRI2 $_{MA}$ (2)(3)
Augmentation du temps passé au pâturage (+20j)	AGRI3$_{MA}$ (3)
Alimentation bi-phase en élevages porcins	AGRI4 $_{MA}$(2)
Lavage d'air des bâtiments d'élevages porcins	AGRI5 $_{MA}$(2)
Evacuation fréquente des déjections –raclage en V	AGRI6 $_{MA}$
Evacuation fréquente des déjections – Evacuation gravitaire tous les 15j	AGRI7$_{MA}$(2)
Couverture des fosses à lisier haute technologie	AGRI8$_{MA}$(2)
Couverture des fosses à lisier basse technologie	AGRI9$_{MA}$
Epandage des lisiers par pendillards	AGRI10$_{MA}$
Epandage des lisiers par injection	AGRI11$_{MA}$
Incorporation post épandage des lisiers et/ou fumiers immédiate	AGRI12$_{MA}$(2)
Incorporation post épandage des lisiers et/ou fumiers dans les 12h	AGRI13$_{MA}$
Incorporation post épandage des lisiers et/ou fumiers dans les 24h	AGRI14$_{MA}$
Évacuation des fientes de poules pondeuses en cages par tapis avec séchage forcé avant stockage	AGRI15$_{MA}$(2)
Raclage des lisiers de bovins au bâtiment	AGRI16$_{MA}$(2)
Brumisation dans les bâtiments porcins	AGRI17$_{MA}$(2)

* en agriculture les mesures sont connues mais leur déploiement large n'est que peu réalisé, d'où la classification en mesures additionnelles.
L'ensemble des mesures n'est pas additionnable. Pour la compréhension des graphiques suivants, il est utile de rappeler :
(1) mesures existantes : elles entrent dans le scénario « PREPA avec mesures existantes (évaluées) ». Ces mesures sont enlevées pour le scénario PREPA sans mesures existantes évaluées.
(2) mesures additionnelles : elles sont prises en compte dans MA haut.
(3) mesures additionnelles : elles sont prises en compte dans MA bas.

3.5 CONSULTATION DES PARTIES PRENANTES

Lors des réunions de consultation des parties prenantes, des interrogations sont apparues. Des réponses ont été directement adressées mais le rapport livrable n°2 a aussi été complété pour apporter certaines précisions. Il était attendu des retours sur la liste des mesures, sur les hypothèses et sur les évaluations effectuées.

30 Parties prenantes ont donc adressé des commentaires sur le livrable n°1. Bien que cela soit difficile à comptabiliser exactement, ce sont environ 400 commentaires provenant pour la plupart du secteur agricole et ensuite, des Parties prenantes liées à l'organisation des transports qui ont été reçus.

Les avis et commentaires produits peuvent se caractériser selon les sujets suivants :

- Questions générales,
- Méthodologie,
- Caractéristiques des mesures,
- Freins à la mise en œuvre des mesures,
- Leviers pour la mise en œuvre.

On peut retenir les avis suivants sur les mesures :

3.5.1 Mesures transport

Les mesures transports ont été largement commentées. De l'opposition s'exprime sur certaines d'entre elles. Dans certains cas, les avis des parties prenantes peuvent être opposés. Des parties prenantes suggèrent des moyens pour lever les freins à la mise en place de certaines des mesures et en améliorer l'acceptabilité.

- Transport doux et covoiturage : les parties prenantes souhaitent des signaux venant des autorités nationales au travers du PREPA pour soutenir les politiques locales en la matière, notamment pour diminuer l'importance des déplacements motorisés. Elles demandent aussi des mesures pérennes pour cibler l'évolution des usages vers les

modes alternatifs et permettre le développement d'alternatives efficaces.

- L'importance du contrôle technique renforcé des véhicules a été soulignée.
- L'intérêt de la déductibilité de la TVA sur l'essence pour favoriser le renouvellement des flottes d'entreprises sur ce type de motorisation a été souligné.
- La pertinence de recommander l'étude des zones NECA (zones à émissions de NOx contrôlées) ou l'extension des zones SECA (zones à émissions de SO_2 contrôlées) n'est pas soutenue.
- Pour les parties prenantes, les freins pour l'usage des véhicules hybrides rechargeables et électriques sont non seulement économiques mais aussi liés à leur disponibilité pour les entreprises notamment, au manque de points de recharge avec les places de stationnement adaptées mais aussi à la faible autonomie de ces véhicules. Les impacts économiques indirects mériteraient d'être plus investigués.
- Le coût de la mise en place du règlement Euro 6c et les conditions d'homologation en cycle «real Driving conditions» $TR4_{MA}$ pourraient être peut-être sous estimés par le présent rapport.
- Des parties prenantes s'opposent à la proposition de révision du Code des collectivités territoriales et du Code de la construction et de l'habitation, visant à "pouvoir opérer sur les biens patrimoniaux des collectivités territoriales" et de "doter les places de stationnement (...) des bâtiments publics des infrastructures nécessaires pour permettre la recharge des véhicules électriques et hybrides rechargeables pour favoriser le renouvellement en véhicules à faibles émissions d'une part des véhicules des flottes publiques. L'Etat ne devrait pas empiéter sur la libre gestion du patrimoine des collectivités.
- Les collectivités devraient avoir le choix des mesures à prendre pour diminuer les émissions de leurs salariés au travers de l'incitation à de nouveaux usages avec le développement d'une flotte d'autopartage, le développement du covoiturage pour les déplacements professionnels…
- Les dispositifs permettant de mieux caractériser les véhicules permettront de mieux cibler les véhicules polluants pour la mise en place de mesures de restriction de la circulation en cas de dépassement du seuil d'alerte de pollution en zone urbaine ($TR7_{MA}$) et de limitation de l'accès en centres villes aux véhicules les plus polluants (ZCR) ($TR10_{MA}$).
- Il existe des enjeux relatifs à la répartition des rôles et des coûts entre collectivités et préfectures pour la gestion des épisodes de pollution et des ZCR, les types d'alternatives à déployer, les modalités d'organisation entre collectivités et préfectures pour anticiper au mieux l'avènement d'un pic de pollution.
- La lisibilité des règles et l'accompagnement des populations concernées par les restrictions de circulation et les ZCR doivent être approfondis, avec un système d'identification des véhicules simple et lisible, une offre alternative de transport au véhicule personnel et des aides financières pour les ménages les plus modestes. Au-delà de l'accompagnement des particuliers, la mise en place de dispositifs d'accompagnement des professionnels et notamment des petites entreprises pourra contribuer à une meilleure acceptabilité de la mesure.
- Il est très important pour les parties prenantes de mentionner les technologies propres comme des alternatives possibles aux véhicules thermiques classiques pour les bus. La filière 100 % bus électrique n'en est encore qu'à ses balbutiements, et de nombreuses questions restent en suspens (durabilité des batteries, rentabilité, modèle économique avec achat ou location des batteries, etc.).
- En raison des impacts économiques très importants liés au renouvellement des flottes, les Autorités responsables de l'Organisation des Transports peuvent être amenées à réduire leur offre.
- La mesure augmentation des taxes sur les carburants remporte beaucoup de critiques sur son impact économique pour les usagers mais aussi des soutiens, au travers de

suggestions d'extension des taxes à d'autres secteurs et l'intérêt à donner des signaux prix pour faire changer durablement le comportement de mobilité. Il est suggéré d'augmenter plus le gasoil que l'essence.

- Une hausse des taxes couplée à une hausse du baril, aurait cependant des conséquences extrêmement pénalisantes pour les ménages les plus modestes et les ruraux qui n'ont d'autres alternatives que de se déplacer avec leurs propres véhicules.
- L'augmentation de la fiscalité exacerbe la concurrence que subissent les stations-service traditionnelles de la part des GMS[18], et accentue leur disparition alors qu'elles assurent le maillage territorial.
- La hausse des taxes sur les carburants ne doit pas pénaliser les entreprises de transport collectif de personnes. L'augmentation des taxes sur les carburants devrait ainsi être accompagnée d'une hausse du taux de remboursement de la TICPE dont bénéficient les entreprises de transport en commun de personnes.
- La hausse des taxes sur les carburants devrait faire l'objet d'études macroéconomiques en termes de compétitivité et de report de pouvoir d'achat.
- Les investigations menées sur le développement du transport combiné rail - route ont mis en évidence un manque de données sur les émissions par abrasion des freins des trains de marchandises. Dans l'état actuel des connaissances, les estimations effectuées, la mesure renforce les émissions de $PM_{2,5}$ en 2020. Ce résultat contre-intuitif peut s'expliquer par le fait que raisonnant en 2020, les émissions des poids lourds ont plus fortement baissé que celles des trains. Toutefois l'exercice de modélisation mené conduit à une réduction des concentrations de PM_{10}, les émissions des trains ne se faisant pas en ville. Un impact sanitaire positif existe même s'il reste faible.
- Le report modal fluvial route nécessite l'usage de moteurs très faiblement émetteurs sur les bateaux. Le gain en termes de polluant est inexistant avec des moteurs qui ne seraient aux normes les plus exigeantes.

3.5.2 Mesures industrie

- Les mesures industrie n'ont pas été très commentées. Il y a eu un besoin de correction d'hypothèses pour la détermination des coûts d'une mesure qui ont été effectuées par le groupement.

3.5.3 Mesures résidentiel tertiaire

- Les mesures à caractère politique climat dont les cobénéfices en termes de pollution atmosphérique ont été évalués (RT1 à $RT5_{ME}$ et RT8 à $RT13_{MA}$), n'ont pas suscité de commentaires particuliers.
- Les avis exprimés sur les mesures $RT6_{MA}$ et $RT7_{MA}$, amélioration des performances des équipements indépendants de chauffage domestique et des chaudières au bois, mis sur le marché, liée à l'augmentation des exigences « Flamme Verte » ont permis de définir les hypothèses à retenir en matière de coûts[19].
- Il est très important que les équipements indépendants de chauffage au bois soient installés dans les règles de l'art. Il est essentiel que cela soit fait par des professionnels formés. L'installation, les conduits de fumées, la qualité du combustible, sont les éléments tout aussi importants que l'équipement lui-même pour le bon fonctionnement, la sécurité, l'économie et le rendu écologique d'un chauffage au bois. La filière apprentissage devrait être aussi développée.

[18] Grandes et moyennes surfaces
[19] Des hypothèses de coûts hautes et basses avaient été faites. Les hypothèses basses ont été retenues

3.5.4 Mesures agriculture

Globalement, les retours des parties prenantes sur les mesures proposées ont été très constructifs. Les commentaires visaient en particulier à rappeler ou à préciser l'opérationnalité des mesures et notamment les difficultés de leurs mises en œuvre. Pour autant, les avantages des mesures préconisées ont également été abordés par les parties prenantes et l'acceptabilité des mesures discutée de manière raisonnée.

3 mesures génèrent de la controverse et leur niveau d'acceptabilité a donc été revu par le groupement par rapport à leur notation initiale (les mesures notées 3 sont passées à 2, celles à 1 sont restées à ce niveau). Il s'agit des mesures suivantes :

- Le brûlage des résidus de cultures au champ est mis en œuvre pour des questions agronomiques et sanitaires mais son emploi est rare. Les alternatives pourraient être plus préjudiciables (emploi de produits phytosanitaires) ou d'un coût prohibitif (incinération).
- Le remplacement de l'urée par d'autres engrais moins émetteurs ne devrait pas être l'approche à privilégier pour baisser les émissions liées à l'urée. Il existe des coûts indirects non pris en compte dans l'évaluation. Il a aussi été souligné que la spatialisation des réductions sur le territoire ne prenait pas en compte la répartition régionale des formes d'engrais ce qui peut avoir un impact sur les potentiels d'amélioration de la qualité de l'air estimé.
- Les parties prenantes s'opposent plutôt à l'évacuation des fientes de poules pondeuses en cages par tapis avec séchage forcé avant stockage estimant qu'elle génère peu de réductions additionnelles et nécessite des modifications des bâtiments conséquentes comme en témoignent ses coûts alors que les bâtiments avicoles ont pour beaucoup, été récemment mis aux normes.

Pour les autres mesures, les commentaires des parties prenantes concernent essentiellement l'opérationnalité des mesures, des compléments d'informations.

- L'augmentation du temps passé au pâturage (+20 jours) est déjà maximisée par les éleveurs dans la mesure où ils y ont tout intérêt. De fortes incitations seront nécessaires pour inverser la tendance à la baisse de cette pratique selon les parties prenantes. Il peut y avoir une controverse entre directive nitrate et lutte contre la pollution de l'air.
- L'alimentation biphase des porcins est largement acceptée et diffusée dans le monde agricole. Elle ne pose pas de soucis tant qu'elle reste dans le cadre défini par le CORPEN (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement), sans hausse drastique des exigences sur l'azote.
- L'évacuation fréquente des déjections par raclage en V et l'évacuation gravitaire tous les 15 jours ont des coûts et ces mesures peuvent générer du temps supplémentaire d'opération.
- Les couvertures haute et basse technologies présentent des contraintes de mise en œuvre et de coût d'investissement (y compris pour les basses technologies). D'un autre côté, il existe des cobénéfices associés aux couvertures de fosses, qui limitent les conséquences de la pluviométrie par exemple.
- L'épandage par pendillards et l'épandage par injection sont appréciés mais présentent des coûts ainsi que certaines contraintes liées à la couverture végétale, au type de sols et au type d'effluents. La disponibilité des matériels au moment des besoins pour l'épandage pose aussi question.
- Les enfouissements post épandage immédiat, à 12h et à 24h requièrent des moyens humains et techniques plus importants, notamment pour les incorporations rapides (besoin de 2 tracteurs, de deux personnes et donc coût plus important) qui les rendent difficiles à mettre en œuvre. L'assiette testée a semblé exagérée dans la mesure où une bonne partie des effluents sont actuellement épandus sur prairie.
- Le raclage des lisiers de bovins au bâtiment nécessite de refaire les bâtiments ce qui conduit à des coûts très élevés.

3.5.5 Proposition d'autres mesures amélioration des connaissances dans le secteur des transports ou autres leviers

Suite aux commentaires, des mesures ont été rajoutées. Se référer au chapitre 3.2 à 3.4.

3.5.6 Avis sur la méthodologie

La méthodologie repose sur une étude des mesures sectorielles exhaustive et l'analyse multicritère finale est pertinente sur le principe. Des limites sont observées, auxquelles les réponses sont les suivantes :

- Limite possible de la méthode de modélisation pour la définition des impacts de mesures avec des impacts essentiellement locaux ($TR6_{MA}$ …).

  Le groupement peut expliquer que le modèle CHIMERE mis en œuvre sur une année entière pour calculer les concentrations de dioxyde d'azote, d'ozone et de particules en moyenne horaire, avec une résolution spatiale d'environ 7 km sur l'ensemble du territoire. Il est bien adapté avec une incertitude maitrisée, à la simulation des concentrations de polluants en fond, y compris en fond urbain. En revanche, le modèle ne peut pas restituer les niveaux de proximité près de sources (par exemple trafic routier, industrie) qui seraient très localisés à leur environnement immédiat et donc pas nécessairement représentatifs de l'exposition chronique des citoyens. Le modèle est bien adapté à l'évaluation des impacts des mesures sur la pollution de fond urbain qui est bien restituée.

- Méthode d'évaluation du critère économique Céco1 basé sur un ratio des coûts / référence de l'Agence Européenne de l'Environnement prenant en compte les dommages sur l'environnement.

  Le groupement estime que l'approche qu'il a mise au point et utilisé, est robuste et permet de « normaliser » le coût de la mesure par rapport au coût engendré par le polluant visé par la mesure sur la santé, les écosystèmes, et le bâti. Pour le groupement, le principal biais de l'approche est d'attribuer une mesure à un polluant cible, alors que certaines mesures concernent plusieurs polluants (et aussi le CO_2, comme le développement des véhicules électriques).

- Représentativité des émissions estimées de NOx pour les automobiles.

  Des explications sont apportées dans les annexes B et C, quant aux caractéristiques du modèle COPERT utilisé. Ce modèle prend bien en compte les émissions réelles des véhicules, issues de mesures faites par des laboratoires européens.

- Non reprise exacte des critères définis dans les articles de la LTE-CV dans les mesures étudiées. L'étude a débuté alors que la LTE-CV était en cours d'élaboration. Même si parfois les paramètres testés ne sont pas exactement ceux de la LTE-CV, les tendances sont bien exprimées.

4 IMPACT SUR LES ÉMISSIONS EN 2020 EN FRANCE ET CAPACITÉ À ATTEINDRE LES ENGAGEMENTS DU PROTOCOLE DE GÔTEBORG

Dans cette partie, 4 scénarii sont présentés et comparés :

- Le scénario « PREPA sans mesures existantes évaluées » qui correspond à un scénario PREPA « tendanciel » intégrant uniquement des mesures déjà mises en œuvre et ne figurant pas dans les mesures évaluées dans le présent rapport. Ces mesures peuvent être les réglementions combustion antérieures, les normes Euro 4 et IV…,
- Le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » qui correspond au scénario précédent auquel sont ajoutées les mesures existantes déjà engagées qui devraient être mises en œuvre d'ici 2020 et qui ont fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de cette étude,
- 2 scénarii « PREPA » correspondant au scénario précédent auquel sont ajoutées des mesures additionnelles regroupées en 2 groupes selon leurs potentiels de réduction. En effet, chacune des mesures ayant fait l'objet de la caractérisation multicritère présente des potentiels de réduction des émissions. En raison de la non additionnalité de toutes les mesures, 2 groupes sont constitués et leurs potentiels de réduction sont donnés dans les deux tableaux ci-après pour 2020 :

Scénario « Mesures existantes évaluées + MA[20] haut » ou scénario « PREPA haut » : les mesures additionnelles donnant les réductions maximales sont prises en compte (pour le résidentiel/tertiaire : appareils Flamme verte $RT7_{MA}$ hypothèses hautes et mesures bâtiment objectif, $RT10_{MA}$ et $RT13_{MA}$. Pour l'agriculture : mesures interdiction du brûlage des résidus agricoles aux champs, remplacement de l'urée, alimentation bi-phase, lavage d'air, couvertures haute technologie, incorporation post épandage immédiate, évacuation fréquente des déjections par évacuation gravitaire, évacuation des fientes de poules pondeuses en cages par tapis à séchage forcé, raclage des lisiers et brumisation des bâtiments porcins (AGRI1+ AGRI2 + AGRI4 + AGRI5 + AGRI7 + AGRI8 + AGRI12 + AGRI15 à AGRI17)). Ces mesures sont repérées par (1) et (2) dans le tableau du chapitre 3.

Scénario « Mesures existantes évaluées + MA bas » ou scénario « PREPA bas » : les mesures additionnelles donnant les réductions minimales sont prises en compte (pour le résidentiel/tertiaire : appareils Flamme verte $RT6_{MA}$ hypothèses basses et mesures bâtiment $RT8_{MA}$, $RT9_{MA}$, $RT11_{MA}$ et $RT12_{MA}$. Pour l'agriculture : interdiction du brûlage des résidus agricoles aux champs, remplacement de l'urée par d'autres engrais et augmentation du temps passé au pâturage (AGRI1 à AGRI3). Ces mesures sont repérées par (1) et (3) dans le tableau du chapitre 3.

D'autres groupements ont été testés mais ne sont pas présentés dans cette synthèse (Ils sont disponibles dans le rapport principal). Les résultats correspondants sont les suivants *(A noter que seules les lignes « résidentiel tertiaire » et « agriculture » changent dans ces 2 tableaux).*

Tableau 1 : réductions des émissions apportées par les mesures existantes évaluées et MA haut en 2020

Réduction des émissions t/an	**$PM_{2.5}$**	**SO_2**	**NO_x**	**NH_3**	**COVNM**
Procédés industriels et installations de combustion hors équipement de combustion au bois	8 498	60 125	59 332	0	0
Résidentiel tertiaire (mesures bâtiment objectif et forte pénétration des appareils Flamme verte)	19 832	5 967	18 443	0	26 272
Transport routier	12 907	69	229 644	1 104	17 575
Transport hors route	2 477	0	50 308	0	19 317
Mesures de transport combiné	-22*	2	311	3	4
Agriculture hypothèse haute	2 780	126	1 189	139 400	2 453
Total	**46 472**	**66 289**	**359 226**	**140 506**	**65 621**

*augmentation des émissions

[20] ME= Mesures existantes ; MA= Mesures additionnelles

Tableau 2 : réductions des émissions apportées par les mesures existantes évaluées et MA bas en 2020

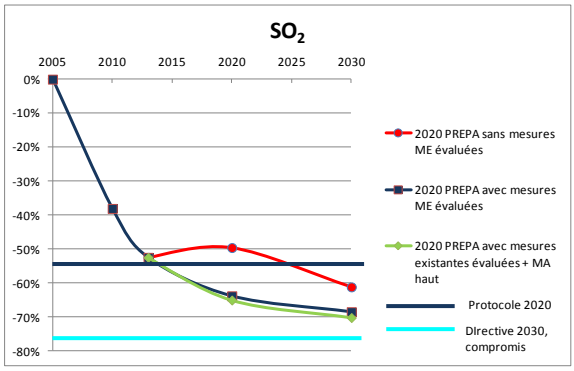
Réduction des émissions t/an	$PM_{2.5}$	SO_2	NO_x	NH_3	COVNM
Procédés industriels et installations de combustion hors équipement de combustion au bois	8 498	60 125	59 332	0	0
Résidentiel tertiaire (mesures bâtiment et faible pénétration des appareils Flamme verte)	11 812	3 937	14 553	0	17 597
Transport routier	12 907	69	229 644	1 104	17 575
Transport hors route	2 477	0	50 308	0	19 317
Mesures de transport combiné	-22*	2	311	3	4
Agriculture hypothèse basse	2 542	126	1 189	63 885	2 453
Total	**38 214**	**64 259**	**355 336**	**64 992**	**56 946**

*augmentation des émissions

Les mesures existantes évaluées sont prises en compte dans le scénario « PREPA avec mesures existantes ME ». Ces dernières ainsi que les mesures additionnelles hautes ou basses sont prises en compte respectivement dans le scénario « PREPA avec mesures existantes et MA_{haut}» et le scénario « PREPA avec mesures existantes et MA_{bas}».

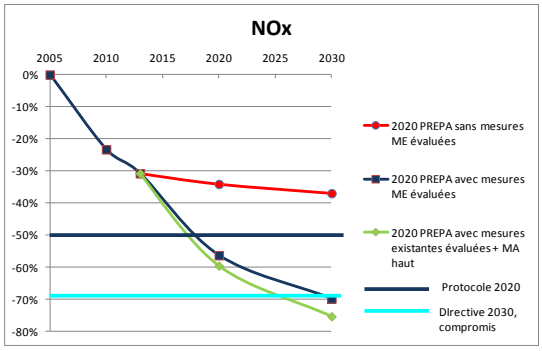
Les cinq figures ci-après présentent les réductions en 2020 par rapport à 2005 pour chacun des polluants selon les 3 ou 4 scénarii. L'engagement directive 2030 correspond au texte de compromis du 30 juin 2016 qui préfigure le texte final.

Figure 1 : émissions de SO_2 réduites par les diverses mesures en 2020 et 2030 / 2005 selon les divers scénarii PREPA



Selon la figure 1, pour le SO_2, le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » permet d'accomplir une réduction significative par rapport à 2013 (sans oublier qu'en 2013, les émissions ont diminué de 53% par rapport à 2005). L'engagement Göteborg 2020 de -55% par rapport à 2005 est atteint avec les mesures existantes évaluées (mesures relatives aux installations de combustion et aux procédés industriels incluses dans le scénario PREPA avec mesures existantes évaluées). Les mesures additionnelles potentielles testées apportent des réductions supplémentaires modestes : les principaux leviers de réduction ayant été utilisés. L'engagement 2030 de -77%/2005 est difficile à atteindre selon ce scénario.

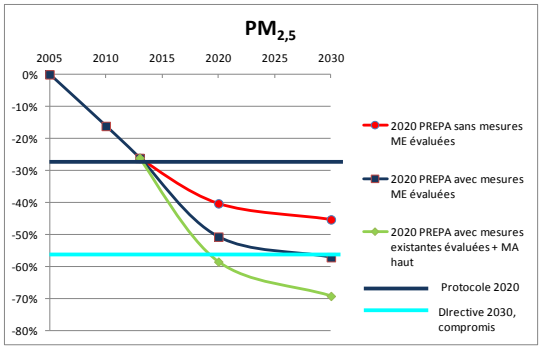
Figure 2 : émissions de NO_x réduites par les diverses mesures en 2020 et 2030 / 2005 selon les divers scénarii PREPA

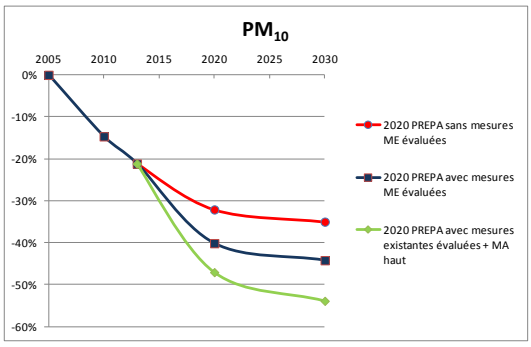


Pour les NO_x, le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » permet d'accomplir une réduction très significative par rapport à 2013 (sans oublier qu'en 2013, les émissions ont diminué de 31% par rapport à 2005).

L'engagement Göteborg 2020 de -50% par rapport à 2005 est atteint avec les mesures existantes évaluées (normes Euro 6 relatives aux véhicules routiers notamment, incluses dans le scénario PREPA avec mesures existantes évaluées). Les mesures additionnelles potentielles testées apportent des réductions supplémentaires de quelques kt (taxes sur les carburants, Euro 6c Real driving conditions, mesures gestion des transports et mesures bâtiments).

Figure 3 : émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ réduites par les diverses mesures en 2020 et 2030 / 2005 selon les divers scénarios PREPA



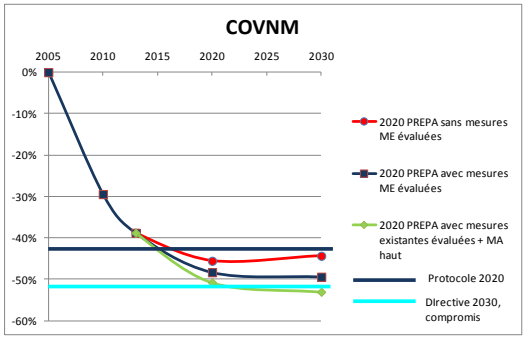


Pour les PM_{10} et $PM_{2,5}$, le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » permet d'accomplir une réduction très significative par rapport à 2013 (mesures relatives aux installations de combustion, mesures bâtiment notamment, normes Euro), sans oublier qu'en 2013, les émissions ont diminué de 26% par rapport à 2005).

L'engagement Göteborg 2020 de -27% par rapport à 2005 est atteint en 2020 sans le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées », il est d'ailleurs déjà presque atteint en 2013. Par ailleurs, les mesures additionnelles potentielles testées apportent un très bon potentiel de réduction supplémentaire (taxes sur les carburants, amélioration des performances des équipements au bois domestiques, mesures transports et mesures bâtiments).

Pour les PM_{10} et les $PM_{2,5}$ comme pour les COVNM, les réductions futures dépendent fortement de ce qui pourra être accompli au niveau des équipements individuels de chauffage domestique au bois et à la réalité des émissions réelles de ces équipements (prenant en compte notamment les composés organiques condensables).

Figure 4 : émissions de COVNM réduites par les diverses mesures en 2020 et 2030 / 2005 selon les divers scénarios PREPA

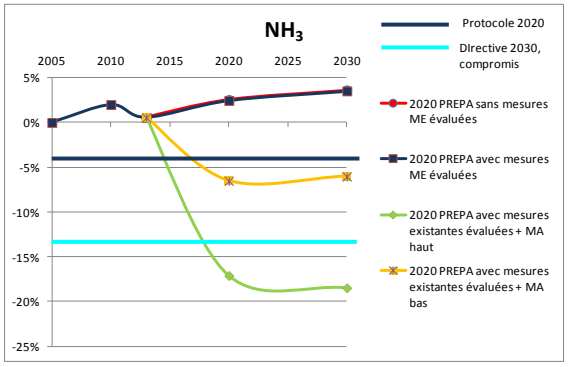


L'engagement Göteborg 2020 de -43% par rapport à 2005 est atteint en 2020 avec le scénario « PREPA sans mesures existantes évaluées ».

Les mesures additionnelles potentielles testées apportent un potentiel de réduction supplémentaire (taxes sur les carburants, amélioration des performances des équipements au bois domestiques, mesures transports et mesures bâtiments).

Comme pour les PM, l'enjeu sur les équipements domestiques au bois est important. Des réductions des émissions sont aussi possibles au travers d'autres mesures sur les transports et dans le bâtiment.

Figure 5 : émissions de NH_3 réduites par les diverses mesures en 2020 et 2030 / 2005 selon les divers scénarios PREPA



Pour le NH_3, seul le déploiement de mesures considérées additionnelles (considérées dans le scénario PREPA mesures existantes évaluées + MA_{haut} ou MA_{bas}) permet d'atteindre l'engagement de réduction Göteborg 2020 de -4% par rapport à 2005. Le déploiement plus large de ces mesures de réduction permet de se mettre sur la route de l'engagement 2030 de la directive en préparation.

De manière générale, les engagements du Protocole de Göteborg en 2020 sont atteints avec le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées ». Pour que cette prospective se réalise, il convient que toutes les mesures considérées soient bien appliquées partout, que leur déploiement soit large et que leur efficacité se démontre, notamment :

- Pour les réglementations de type ICPE[21] testées, l'application de valeurs limites d'émissions dans les délais (avant 2020) et pour toutes les installations concernées.
- Concernant la réduction des émissions de NO_x imputables aux normes Euro 6 et Euro VI : la réalité de cette réduction et la vitesse de renouvellement du parc des véhicules seront des éléments clefs. Il existe encore une grande incertitude sur les émissions réelles de NO_x des véhicules diesel pour la mesure Euro 6 qui pourraient être sous-estimées dans les évaluations effectuées (surestimation des réductions possibles). En effet, la norme Euro 6c prenant en compte le respect des standards sur la base d'un cycle en conditions réelles n'aura pas encore eu d'impact significatif en 2020, étant mise en place seulement potentiellement à partir de 2018. Les calculs ont été réalisés avec les meilleures données disponibles fournies par le programme COPERT, prenant en compte des facteurs d'émission basés des émissions réelles mesurées sur un certain nombre de véhicules pour Euro 6 et 6c[22].
- Pour les PM_{10}, les $PM_{2,5}$ et les COVNM, efficacité des mesures relatives aux équipements individuels de chauffage domestique au bois et niveaux d'émissions réels associés à ces équipements avec notamment les particules issues des composés organiques condensables.
- Pour le NH_3, déploiement large et effectif des mesures de réduction dans l'agriculture.

Les mesures bâtiment mises en place dans le cadre de la politique climat ont aussi un impact. Leur réussite est également nécessaire pour atteindre les réductions présentées. Les mesures additionnelles viennent consolider les réductions atteintes avec les mesures existantes.

[21] Installations classées pour la protection de l'environnement

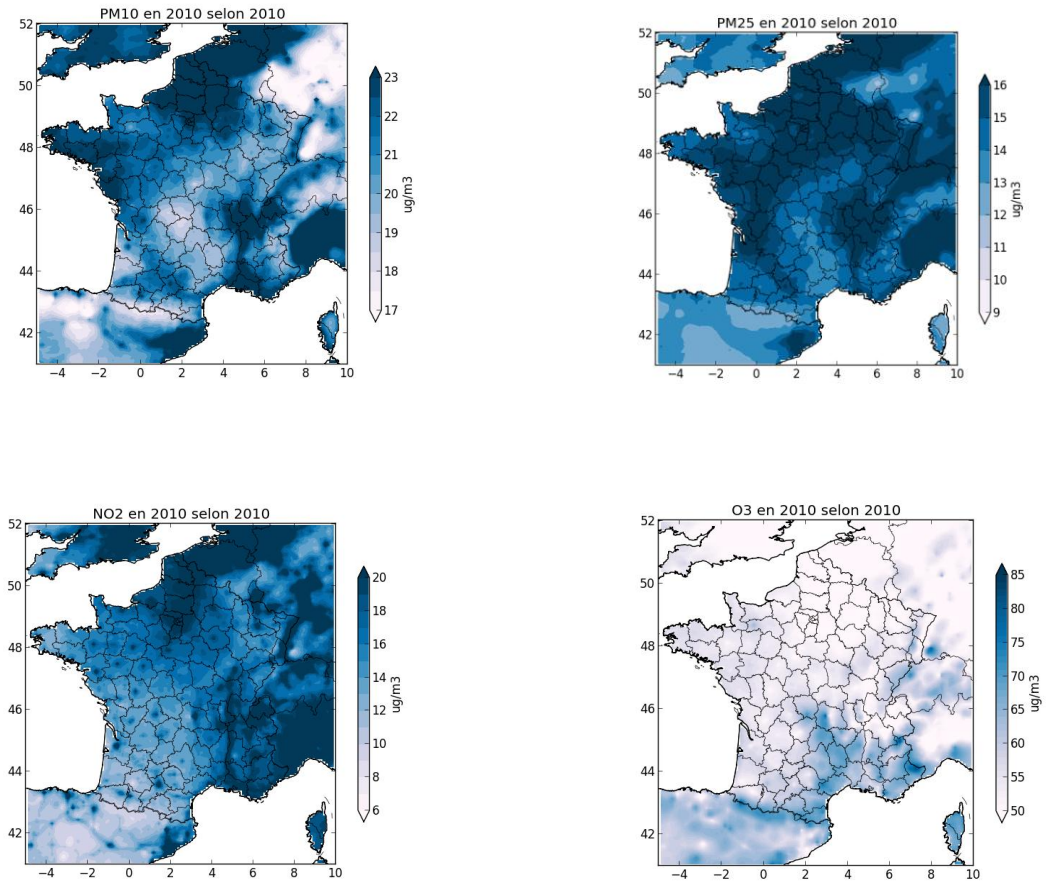
[22] Développé par EMISIA, pour la Commission européenne dans le cadre des inventaires d'émissions au niveau international

5 IMPACT SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

5.1 IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES

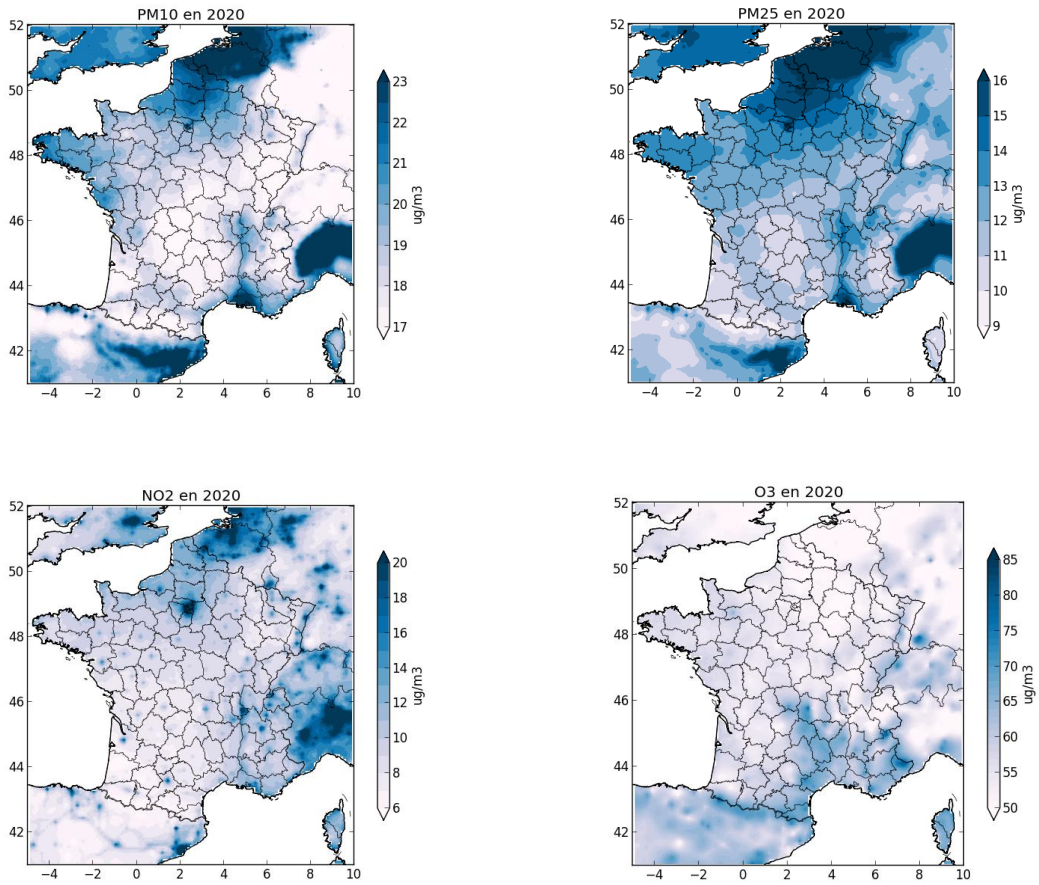
Les concentrations moyennes annuelles de NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ et O_3 ont été simulées et comparées pour les différentes mesures. En 2010, elles se présentent ainsi :

Figure 6 : Concentrations moyennes annuelles de NO_2, PM_{10}, $PM_{2,5}$ et O_3 en $\mu g.m^{-3}$ pour l'année 2010



Les simulations du scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » aboutissent aux cartes suivantes en 2020 :

Figure 7 : concentrations annuelles en NO_2, PM_{10}, PM_{25} et O_3 en µg.m^{-3} simulées en 2020 pour le scénario PREPA avec mesures existantes évaluées



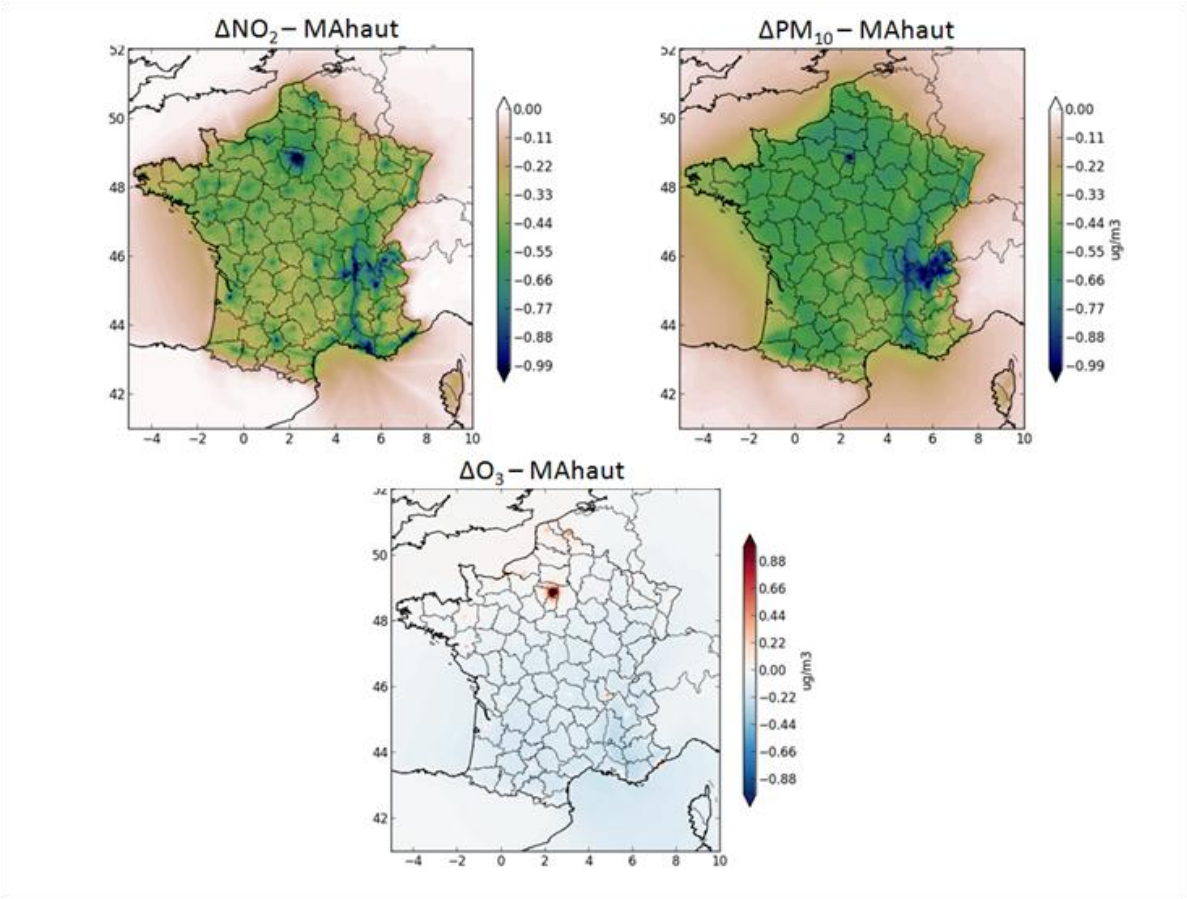
Par rapport à 2010, le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » permet de nettement réduire les concentrations de NO_2 et les valeurs élevées se concentrent alors dans les seules grandes agglomérations (Paris, Lyon…). Les concentrations de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont également fortement réduites.

Quant aux concentrations d'O_3, l'impact est plus faible. Elles sont légèrement réduites dans le Sud de la France, mais elles augmentent légèrement dans le Nord, en raison des différences de régimes chimiques. L'augmentation des concentrations dans le Nord de la France n'est cependant pas suffisante pour créer de nouveaux dépassements de l'ensemble des seuils pour l'ozone.

(Remarque : les conditions aux limites supposent que les émissions des pays de l'Union européenne et la Suisse respectent les engagements du Protocole de Göteborg).

Les baisses de concentrations moyennes annuelles apportées par les mesures additionnelles (hypothèses hautes) par rapport à la situation 2020 du scénario «PREPA avec mesures existantes évaluées» sont représentées sur les cartes de la figure suivante.

Figure 8 : réductions supplémentaires en moyenne annuelle 2020 des concentrations en NO_2, PM_{10} et O_3 permis par le groupe de mesures MA_{haut} (mesures additionnelles) par rapport au scénario PREPA avec mesures existantes évaluées en 2020

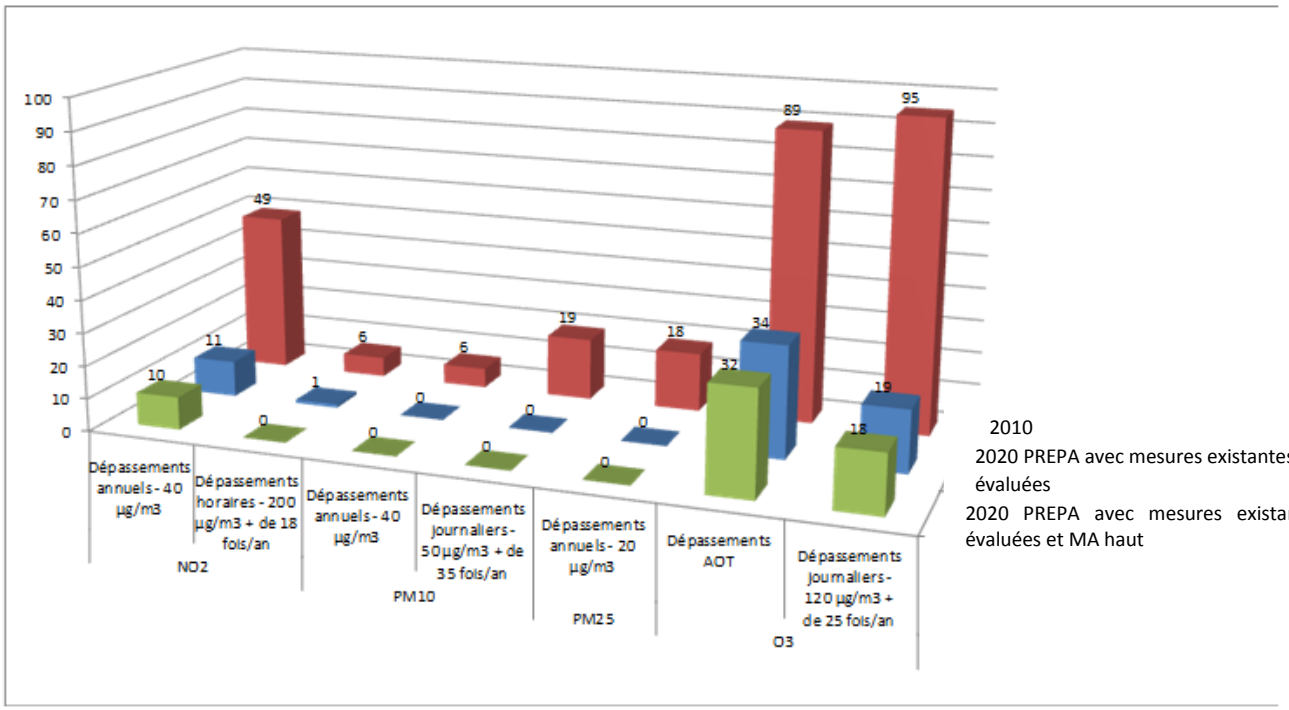


En termes de valeurs limites annuelles réglementaires[23], la situation est améliorée. Ces valeurs limites réglementaires sont calculées sur les stations du réseau de mesure. Une station est en dépassement si la moyenne annuelle du polluant considéré dépasse la valeur réglementaire et/ou si le nombre de fois où une valeur limite journalière est dépassée, atteint un seuil réglementaire. Dans le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées », si l'on considère les projections aux stations du réseau de mesure actuel (figure 9), il n'y a plus de stations en dépassement de valeurs limites pour $PM_{2,5}$ et PM_{10}. Les stations dépassant la moyenne annuelle limite de NO_2 sont réduites de plus de 75% et il n'y a plus qu'une seule station en dépassement de la limite annuelle basée sur le seuil horaire. Pour l'O_3, espèce pour laquelle il n'y a pas de valeur limite réglementaire mais une valeur cible relative à l'AOT et une valeur cible en valeur annuelle basée sur le seuil journalier, les dépassements sont réduits de respectivement 62 et 80%.

[23] Moyenne annuelle ou nombre de dépassements limites sur une année par station

La mise en place de l'ensemble des mesures additionnelles groupe haut (MA_{haut}) ne permet que de réduire légèrement le nombre de stations en dépassement des valeurs limites et cibles annuelles de NO_2 et d'O_3.

Figure 9 : nombre de stations du réseau actuel de mesure de la qualité de l'air sur le territoire présentant des dépassements des valeurs limites réglementaires annuelles (pour NO_2, PM_{10} et $PM_{2,5}$) ou des valeurs cibles annuelles (pour O_3) en 2010 et en 2020 selon le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » et en 2020 selon le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées + MA_{haut} »



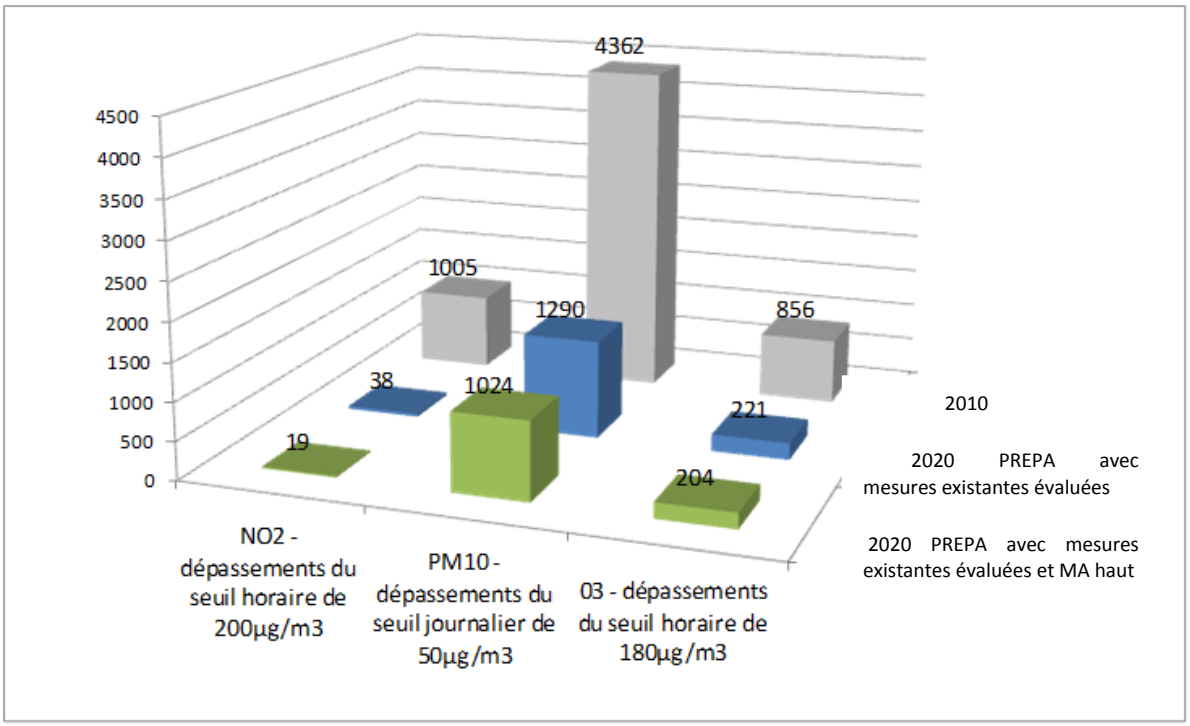
5.2 IMPACT SUR LES DÉPASSEMENTS DE VALEURS LIMITES HORAIRES (NO_2 ET O_3) ET JOURNALIÈRES (PM_{10})

En 2020, peu de stations du réseau de mesure de la qualité de l'air sur le territoire dépassent encore les valeurs limites réglementaires (ou valeurs cibles) annuelles (voir paragraphe précédent). L'impact individuel des mesures est donc estimé en se basant sur le nombre de dépassements des valeurs limites horaires (pour NO_2 et O_3) et journalières (PM_{10}) toutes stations de mesures confondues. Ces valeurs ne représentent pas des valeurs limites réglementaires mais permettent d'évaluer l'impact des mesures et des scénarios.

Les dépassements de la valeur moyenne horaire de NO_2 sont très fortement réduits par la mise en œuvre de PREPA avec mesures existantes, au point qu'il ne reste plus que 38 dépassements au lieu de 1005. La mise en œuvre des mesures additionnelles considérées dans MA_{haut} réduit encore presque de moitié ces dépassements. Pour les PM_{10}, les dépassements de la valeur moyenne horaire sont très fortement réduits par la mise en œuvre des mesures existantes. Les mesures additionnelles sur les particules apportent encore des réductions des dépassements des moyennes journalières. Pour l'ozone, les effets des mesures additionnelles sont plus marginaux.

Pour le NO_2, les dépassements de valeur limite sont concentrés sur Paris, Marseille, Lyon et Toulouse. Concernant l'ozone, les dépassements se concentrent sur le pourtour Méditerranéen et la vallée du Rhône.

Figure 10 : dépassements des seuils horaires et journaliers pour NO_2, PM_{10} et O_3, en 2010 et en 2020 selon le scénario « PREPA avec mesures existantes évaluées » et en 2020 selon le scénario « PREPA avec mesures évaluées + MA_{haut} »



6 POTENTIELS DE RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DES MESURES INDIVIDUELLES

En termes de potentiels de réduction des émissions, les mesures les plus performantes sont les suivantes selon les polluants :

En termes de SO_2, les mesures existantes relatives à la réduction des émissions de SO_2 dans les installations de combustion de puissance supérieure à 50 MWth (PROC-IC1$_{ME}$) et de 2 à 50 MWth (PROC-IC4$_{ME}$) apportent des réductions significatives. Les réductions attendues dans le secteur raffinage de pétrole (PROC-IC3$_{ME}$) sont également importantes. La mesure sur les procédés industriels énergétiques (PROC-IC2$_{ME}$) est également génératrice de réduction. Les mesures relatives à la baisse des consommations d'énergie dans le bâtiment, apportent des réductions additionnelles. Il est nécessaire de garder en mémoire l'hypothèse faite que les installations concernées seront en conformité aux dates requises. Cette hypothèse est très structurante quant aux émissions estimées en 2020.

En termes de NO_x, la mesure TR2$_{ME}$, normes euro 6 et VI est sans conteste la mesure clé en termes de réduction des émissions. L'incertitude liée à l'efficacité en conditions réelles des normes d'émissions devrait être réduite par l'adoption du cycle RDE real driving emissions (TR4$_{MA}$) associé aux VLE introduites avec Euro 6c. Les impacts de cette mesure en 2020 restent faibles car trop peu de véhicules seront conformes à ces nouvelles normes compte tenu de la date d'application prise en compte mais seront très significatifs en 2030 (deux années d'application d'Euro 6c RDE seulement dans les calculs en 2020). Les mesures sur les installations de combustion sont également porteuses de réduction mais dans des proportions bien moindres (PROC-IC4$_{ME}$) et (PROC-IC1$_{ME}$). Les mesures sur les EMNR ont aussi un impact très significatif. Dans ce domaine, les incertitudes sont grandes car il existe peu de données sur l'efficacité des normes pour EMNR en conditions réelles. Une des mesures additionnelles présentant un potentiel de réduction très significatif est la mise en œuvre de taxes sur les carburants pour favoriser la réduction de l'emploi des véhicules. Les autres mesures additionnelles impactent les NO_x dans de moins grandes proportions.

Pour les $PM_{2,5}$, la mesure considérant la pénétration d'appareils labélisés entre 5 à 7* selon les nouveaux critères établis à partir de 2015, dans le parc d'équipements individuels, apporte un potentiel de réduction élevé (RT7$_{MA}$). Là encore, ce potentiel de réduction dépend du taux d'usage de ces équipements dans le parc et de la rapidité de son renouvellement mais aussi des émissions en conditions réelles souvent mal caractérisées par les mesures de concentrations liées à la standardisation des équipements (composés condensables notamment).

La mise en place de nouvelles limites d'émissions de poussière pour les installations de combustion de puissance inférieure à 50 MW est aussi génératrice de réductions substantielles (PROC-IC4$_{ME}$) ainsi que les normes Euro 6 et Euro VI (TR2$_{ME}$). Un certain nombre de mesures additionnelles apportent des contributions. Ainsi la mesure RT10$_{MA}$ « Résidentiel - Objectif de 500 000 rénovations annuelles lourdes / an » apporte autant de réduction des émissions que la mesure interdiction du brûlage au champ AGRI1$_{MA}$.

En termes de NH_3, les plus gros potentiels de réduction sont liés au remplacement de l'urée (AGRI2) et à l'incorporation immédiate après épandage des lisiers et fumiers (AGRI12). Mais les incorporations à 12 et 24 heures sont significatives aussi. L'augmentation du temps passé au pâturage a également un fort potentiel. Les autres mesures ont des potentiels plus réduits.

7 CARACTÉRISATION DES MESURES ÉVALUÉES

La figure suivante rassemble l'ensemble des critères établis pour caractériser les mesures (voir ci-dessus au chapitre 2), en ordonnant les mesures à l'aide du critère portant sur leur potentiel de réduction des émissions. Les potentiels de réduction des mesures sont donnés ainsi que leurs coûts annuels totaux de mise en œuvre, leurs rapports coûts efficacité et bénéfices ainsi que d'autres paramètres cités plus haut, selon les définitions du chapitre 2.

La figure suivante permet d'avoir l'ensemble des critères analysés de façon visuelle. Dans le diagramme, les mesures identifiées en bleu sont des mesures existantes, les mesures identifiées en vert des mesures additionnelles. Il est nécessaire de se rapporter au tableau du chapitre 3 pour avoir la correspondance avec le nom de la mesure.

Les mesures existantes sont plus présentes en première partie de classement qu'en fin de classement : on vérifie ainsi que les mesures de lutte contre la pollution atmosphérique les plus appropriées ont, en général, déjà été identifiées et sont en cours de mise en œuvre. Leur impact sera pour certaines d'entre elles, encore plus important en 2030 qu'en 2020 suite à leur déploiement de plus en plus important.

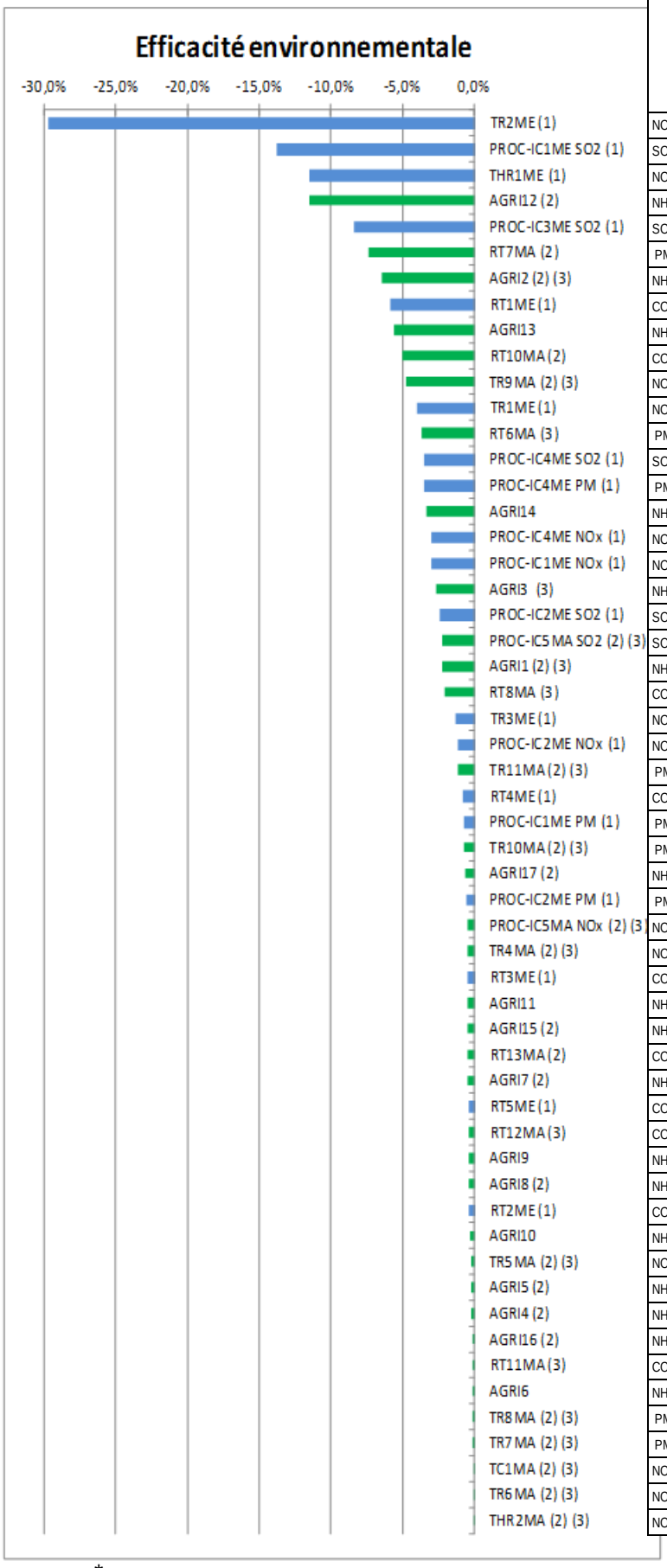
Aucun secteur d'activité ne se détache clairement (entre transports, industrie, agriculture, résidentiel) et on peut interpréter cela comme l'indication que l'ensemble des secteurs doivent être mis à contribution pour atteindre les objectifs de réduction de la pollution atmosphérique.

Ces résultats permettent d'identifier les mesures qui ont les meilleurs potentiels de réduction des émissions. Ils permettent aussi de repérer les mesures ayant des performances acceptables sous tous les aspects, indépendamment de leur potentiel de réduction des émissions. On pourrait ainsi parler dans leur cas, de mesures « sans regret », et on notera qu'intégrer de telles mesures présente l'intérêt de proposer une stratégie « sans regret », avec moins de points faibles, qui est susceptible d'une adhésion plus générale, même si elle n'est pas forcément optimale sous certains points de vue.

Les clés de lecture du graphique et tableau ci-après sont les suivantes :

- Efficacité environnementale (Cenv1) : capacité de la mesure à réduire les émissions de SO_2, NOx, $PM_{2,5}$, COVNM et NH_3. Plus la valeur est élevée, plus la mesure contribue à réduire les émissions d'un ou plusieurs des polluants couverts par le Protocole de Göteborg.
- Impact sur les dépassements des normes de qualité de l'air (Cenv2) : plus la valeur est élevée, plus la mesure permet de réduire le nombre des dépassements des seuils horaires ou journaliers de NO_2, PM_{10} et O_3. Si la valeur est négative la mesure est contreproductive.
- Impacts sur d'autres polluants et les GES (Effets co-polluants (Cco1)) : indice de 1 à 5 : plus la valeur est élevée plus il y des bénéfices sur les autres polluants. 1 synergie importante, 2 risque d'antagonisme, 3 neutre, 4 synergie, 5 synergie importante.
- Ratio coût efficacité rationalisé (Critère économique 1 (Céco1)) : indice. Il s'agit d'un rapport entre le ratio coût efficacité de la mesure et une valeur de référence issues d'un rapport récent de l'Agence Européenne pour l'Environnement correspondant aux coûts de dommages par tonne de polluant émise, tenant compte notamment des impacts sur la santé (ozone, $PM_{2.5}$), des effets de l'ozone sur les cultures et des effets du SO_2 sur les bâtiments (hors bâtiments de l'héritage culturel). Ces coûts de référence sont les suivants SO_2 : 18 k€/t SO_2 émise ; NO_x : 6,3 k€/t NO_x émise ; $PM_{2,5}$: 38,8 k€/t $PM_{2,5}$ émise ; COVNM : 1,8 k€/t COVNM émise; NH_3 : 7,2 k€/t NH_3 émise). Une valeur de l'indice inférieure à 1 indique une mesure dont les coûts sont inférieurs à cette référence. Au-delà de 1, la mesure devient de plus en plus onéreuse.
- Bénéfices nets (Critère économique 1 (Céco1)) : valeur exprimée en M€/an. Plus la valeur est élevée, plus la mesure présente un bénéfice net élevé. Une valeur négative exprime une mesure dont les coûts sont supérieurs aux bénéfices sanitaires.
- Acceptabilité / controverse : indice de 1 à 3. 1 : acceptabilité faible, 2 : moyenne, 3 forte.
- Juridique / règlementaire : indice de 1 à 3. 1 besoin de lever un obstacle réglementaire, 2 : besoin modéré, 3 pas de besoin.

Sur le graphique suivant, les mesures existantes évaluées sont en couleur bleue et les mesures additionnelles en couleur verte. (1) mesures existantes évaluées entrant dans le scénario PREPA avec mesures existantes évaluées. (2) mesures additionnelles prises en compte dans MA_{haut}. (3) mesures additionnelles prises en compte dans MA_{bas}.
Sur la figure suivante, le polluant principal considéré pour la mesure est aussi donné. ND non déterminé

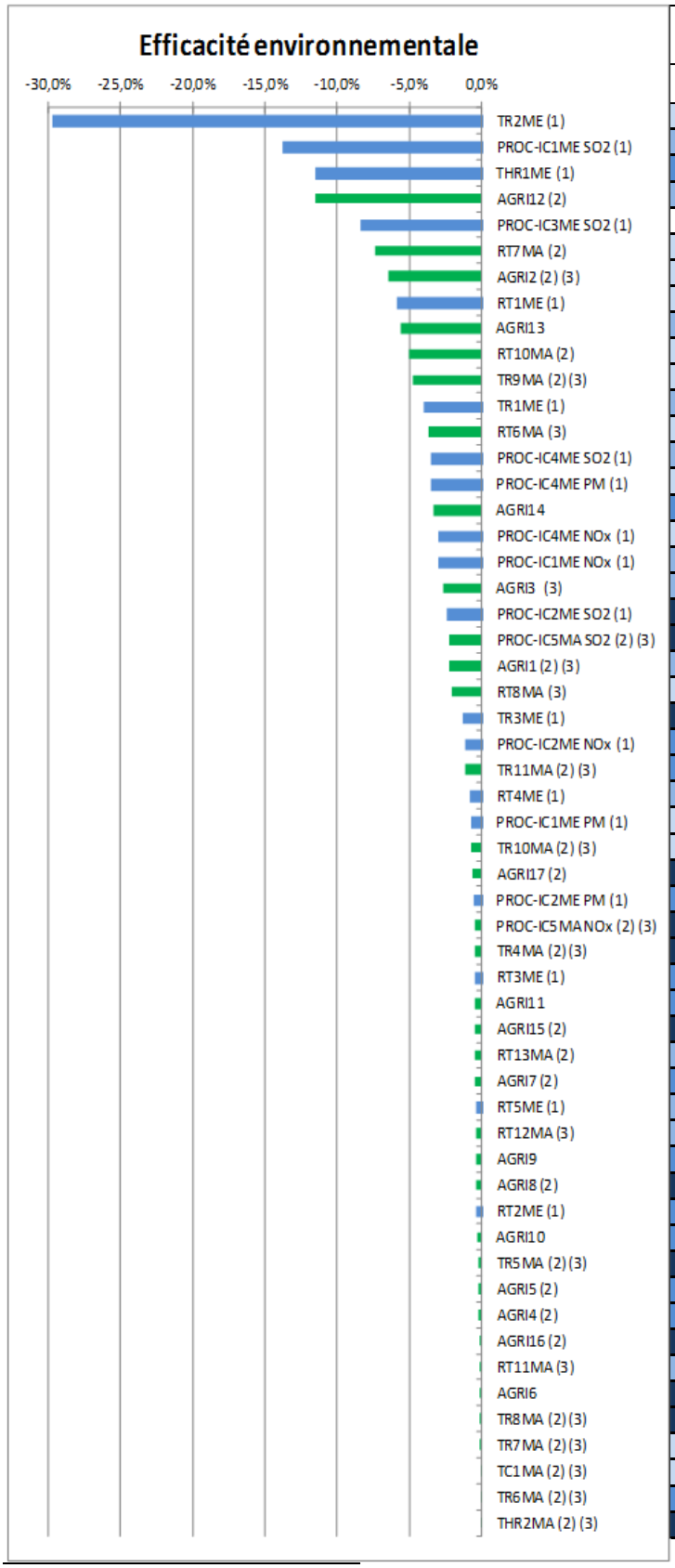


	Impacts sur les dépassements des normes de qualité de l'air (indice continu sans dimension)	Effets sur les autres polluants et les GES (indice de 1 à 5)	Ratio Coût / efficacité rationalisé (indice continu sans dimension)	Bénéfices nets (Bénéfices sanitaires liés à la réduction des émissions de polluants moins coûts) Millions d'Euros*	Juridique /Règlementaire (Echelle de 1 à 3)	Acceptabilité /Controverses (Echelle de 1 à 3)
NOx	37,00	2	0,48	1 621	3	2
SO2	3,00	2	0,21	173	3	2
NOx	6,20	4	1,89	-91	3	3
NH3	2,20	3	0,15	195	2	2
SO2	0,00	3	0,26	-82	3	3
PM	5,00	5	-0,05	549*	3	3
NH3	4,30	3	0,03	370	2	2
CO2	4,50	3	0,00	356*	3	3
NH3	1,10	3	0,29	35	2	2
CO2	2,90	5	0,00	256*	1	2
NOx	4,50	5	-11,43	1826*	3	1
NOx	16,60	3	3,49	1 365	3	3
PM	3,00	5	-0,13	227*	3	3
SO2	11,60	2	0,47	778	3	1
PM	11,60	4	0,51	778	3	1
NH3	0,70	3	0,34	12	2	3
NOx	11,60	3	0,32	778	3	1
NOx	3,00	3	0,49	173	3	2
NH3	0,50	3	-0,19	79	3	3
SO2	0,10	2	0,29	-43	3	2
SO2	0,20	2	0,21	-43	3	2
NH3	0,70	4	0,00	15	3	1
CO2	1,40	5	0,00	118*	1	1
NOx	0,20	5	47,57	-569*	2	3
NOx	0,10	3	0,24	-43	3	2
PM	3,50	4	9,06	-411	1	3
CO2	0,30	5	0,00	23*	3	2
PM	3,00	4	0,03	173	3	2
PM	2,00	5	-16,10	383*	2	1
NH3	0,00	3	2,89	-68	2	3
PM	0,10	4	0,20	-43	3	2
NOx	0,20	3	0,75	-34	3	2
NOx	0,30	3	5,70	-125	3	2
CO2	-0,02	3	0,00	3*	3	2
NH3	0,10	3	0,04	8	2	3
NH3	0,10	3	1,31	-19	2	2
CO2	0,30	5	0,00	11*	1	3
NH3	0,10	3	0,00	9	2	2
CO2	0,90	3	0,00	50	3	3
CO2	0,20	5	0,00	8*	2	2
NH3	0,10	3	0,00	8	2	3
NH3	0,10	3	1,24	-15	2	3
CO2	0,30	3	0,00	20*	3	3
NH3	0,10	3	0,07	4	2	3
NOx	0,10	3	2,97	-8	3	3
NH3	0,00	3	0,32	1	2	3
NH3	0,00	3	0,00	4	2	3
NH3	0,00	3	57,12	-402	2	3
CO2	0,00	5	0,00	3*	2	1
NH3	0,00	3	1,96	-9	2	3
PM	0,20	5	604	-307*	3	2
PM	0,00	5	-41,27	31*	3	2
NOx	0,26	4	-49,84	100*	1	2
NOx	0,50	5	20,12	-11	3	3
NOx	0,00	4	11,44	-2	3	2

* Les bénéfices liés à la réduction des émissions de GES ne sont pas pris en compte dans le calcul des bénéfices sanitaires. Les mesures impactées sont celles identifiées par un astérisque*. Certaines mesures dont les coûts excèdent les bénéfices sanitaires évalués dans ce rapport peuvent donc rester pertinentes au regard des co-bénéfices pour la lutte contre le changement climatique.

La figure suivante rassemble l'ensemble des critères établis pour caractériser les mesures (voir ci-dessus au chapitre 2), en ordonnant les mesures à l'aide du critère portant sur leur potentiel de réduction des émissions par rapport à l'engagement de réduction de 2020. (ND non déterminé)

Plus la valeur est élevée, ou la couleur foncée, moins la mesure est adéquate, du point de vue adopté[24].



	Environnement /Economie	Juridique /controverse
	Plus la valeur est élevée, ou la couleur foncée, moins la mesure est adéquate, du point de vue adopté.	
TR2ME (1)	1	1
PROC-IC1ME SO2 (1)	2	1
THR1ME (1)	3	1
AGRI12 (2)	2	3
PROC-IC3ME SO2 (1)	ND	1
RT7MA (2)	1	1
AGRI2 (2) (3)	1	3
RT1ME (1)	1	1
AGRI13	2	3
RT10MA (2)	1	4
TR9MA (2) (3)	1	3
TR1ME (1)	2	1
RT6MA (3)	1	1
PROC-IC4ME SO2 (1)	2	3
PROC-IC4ME PM (1)	1	3
AGRI14	3	2
PROC-IC4ME NOx (1)	1	3
PROC-IC1ME NOx (1)	2	1
AGRI3 (3)	2	1
PROC-IC2ME SO2 (1)	4	1
PROC-IC5MA SO2 (2) (3)	4	1
AGRI1 (2) (3)	2	3
RT8MA (3)	1	4
TR3ME (1)	4	2
PROC-IC2ME NOx (1)	3	1
TR11MA (2) (3)	3	2
RT4ME (1)	2	1
PROC-IC1ME PM (1)	1	1
TR10MA (2) (3)	1	4
AGRI17 (2)	4	2
PROC-IC2ME PM (1)	3	1
PROC-IC5MA NOx (2) (3)	4	1
TR4MA (2) (3)	4	1
RT3ME (1)	3	1
AGRI11	3	2
AGRI15 (2)	4	3
RT13MA (2)	2	2
AGRI7 (2)	3	3
RT5ME (1)	2	1
RT12MA (3)	2	3
AGRI9	3	2
AGRI8 (2)	4	2
RT2ME (1)	3	1
AGRI10	3	2
TR5MA (2) (3)	4	1
AGRI5 (2)	3	2
AGRI4 (2)	3	2
AGRI16 (2)	4	2
RT11MA (3)	2	4
AGRI6	4	2
TR8MA (2) (3)	4	1
TR7MA (2) (3)	1	1
TC1MA (2) (3)	1	4
TR6MA (2) (3)	3	1
THR2MA (2) (3)	4	1

[24] La classification a été modifiée par rapport au livrable n°1

8 LEXIQUE

AOT	Accumulated Ozone exposure over a Threshold. Niveau d'exposition cumulée à l'ozone à ne pas dépasser : 6000 µg/m^3 par heure de mai à juillet, de 8h à 20h. Expression d'un seuil de concentration d'ozone dans l'air ambiant impactant la végétation à ne pas dépasser pour la protéger des impacts.
CITEPA	Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique
CNRS	Centre national de la recherche scientifique
COVNM	Composé Organique Volatil Non Méthanique. Ils constituent une famille de produits très large. Les COVNM ont un impact direct sur la santé pour certains d'entre eux et participent à la formation d'ozone avec les NOx. Les plus lourds d'entre eux participent à la formation d'aérosols secondaires
EMNR	Engins mobiles non routiers. De nombreux engins sont concernés par cette dénomination dont certains engins agricoles, de chantiers, les péniches, les locomotives mais également les engins de jardins. Ces engins font l'objet de valeurs limites de concentrations de polluants dans leurs rejets dans l'atmosphère, établis par des directives européennes
Göteborg	La France s'est engagée, dans le cadre du protocole de Göteborg mis en place par la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-NU) et la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, à respecter des plafonds d'émissions annuels pour certains polluants atmosphériques, afin de réduire les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé et l'environnement
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
INERIS	Institut national de l'environnement industriel et des risques
MA	Mesures additionnelles
ME	Mesures existantes
MEEM	Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer
MTD	Meilleures techniques disponibles
Norme EURO	Les normes européennes d'émission, dites normes Euro sont des règlements de l'Union européenne qui fixent les valeurs limites maximales de rejets polluants pour les véhicules particuliers, utilitaires légers, les poids lourds, les bus et les cars, et les deux roues
NO_x	Oxydes d'azote. Le terme regroupe le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2). Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Les NO_x sont précurseurs d'autres polluants et notamment de l'ozone troposphérique et de nitrates avec des impacts sur les écosystèmes notamment
O_3	Ozone. Polluant issu de la transformation d'autres polluants (COVNM et NOx). Dans les basses couches de l'atmosphère (la troposphère) ses concentrations tendent à augmenter. Il impacte la santé et les écosystèmes
PM	Matières particulaires ou particules fines. Elles désignent les particules en suspension dans l'atmosphère terrestre. Les matières particulaires dans leur ensemble sont désormais classées cancérogènes pour l'homme par le Centre international de recherche sur le cancer
PM_{10}	Particules en suspension dans l'air d'un diamètre inférieur à 10 micromètres. Ces particules incluent les particules fines, très fines et ultrafines et peuvent pénétrer dans les bronches
$PM_{2,5}$	Particules en suspension dans l'air dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres. Elles incluent les particules très fines et ultrafines et peuvent pénétrer dans les alvéoles pulmonaires.
PREPA	Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques
SO_2	Dioxyde de soufre. Il est irritant pour les muqueuses, la peau et les voies respiratoires. Il est transformé dans l'air ambiant en acide sulfurique et en sulfates avec des impacts sur les écosystèmes

La référence pour l'atmosphère de demain

42 Rue de Paradis, 75010 PARIS
Téléphone + 33 (0)1 44 83 68 83
Télécopie +33 (0)1 40 22 04 83
E-mail infos@citepa.org
Web : www.citepa.org