



# CAHIER DE L'ENVIRONNEMENT N° 379

**Air**



## Stratégie de lutte contre la pollution de l'air

**Bilan et actualisation**



**Office fédéral de  
l'environnement,  
des forêts et  
du paysage  
OFEFP**



**CAHIER DE  
L'ENVIRONNEMENT  
N° 379**

**Air**

**Stratégie de lutte  
contre la pollution  
de l'air**

**Bilan et actualisation**

**Publié par l'Office fédéral  
de l'environnement, des forêts  
et du paysage OFEFP  
Berne, 2005**

**Éditeur**

Office fédéral de l'environnement, des forêts et  
du paysage (OFEFP)

*L'OFEFP est un office du Département fédéral  
de l'environnement, des transports, de l'énergie  
et de la communication (DETEC)*

**Auteur**

Peter Künzler, Künzler, Bossert und Partner GmbH,  
Fliederweg 10, 3007 Berne

**Référence**

Künzler, P. 2005: Stratégie de lutte contre la pollution  
de l'air. Bilan et actualisation. Cahier de l'environnement  
no 379, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du  
paysage, Berne. 172 p.

**Accompagnement OFEFP**

Brigitte Gälli Purghart, division Air, RNI, sécurité

**Traduction**

Gérard Gast, Travers  
Karin Singh, Thônex

**Crédits photographiques**

Station d'épuration Berne, M. Weilemann, EMPA,  
OFEFP/AURA

**Commande**

Office fédéral de l'environnement, des forêts  
et du paysage, Documentation  
CH-3003 Berne  
Fax + 41 (0)31 324 02 16  
E-mail: docu@buwal.admin.ch  
Internet: www.buwalshop.ch

Numéro de commande et prix  
SRU-379-F / CHF 20.– (TVA comprise)

© OFEFP 2005

## *Table des matières*

<b>Abstracts</b>	<b>7</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>9</b>
<b>Condensé</b>	<b>11</b>
Données de base concernant les émissions: provenance et valeur informative (chapitre 3 du rapport)	11
Appréciation des mesures adoptées jusqu'ici (chapitres 4 à 7 du rapport)	12
Fixation des priorités selon des critères d'efficacité (chapitre 8 du rapport)	15
Exploiter les synergies: prise en compte de la consommation de carburants et de combustibles (chapitre 9 du rapport)	15
Réductions de la consommation de carburants et de combustibles susceptibles d'être obtenues en 2020	16
Réductions des émissions de NO <sub>x</sub> susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 10 du rapport)	17
Réductions des émissions de COVNM susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 11 du rapport)	18
Réductions des émissions de PM10 susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 12 du rapport)	19
Réductions des émissions de NH <sub>3</sub> susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 13 du rapport)	21
Réductions des émissions de SO <sub>2</sub> susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 14 du rapport)	22

## **Première partie: Bases, critères d'évaluation et appréciation des mesures prises** **23**

<b>1</b>	<b>Introduction, mandat, bases</b>	<b>24</b>
1.1	Introduction	24
1.2	Mandat de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national	24
<b>2</b>	<b>Aperçu du présent rapport</b>	<b>25</b>
2.1	Première partie: Objectifs, lacunes, résultats et efficacité des mesures	25
2.2	Deuxième partie: Évaluation des mesures supplémentaires	25
<b>3</b>	<b>Données de base concernant les émissions: source et valeur informative</b>	<b>26</b>
3.1	Données de base	26
3.2	Principaux rapports pris en compte	27
3.3	Indications sur la fiabilité des données concernant les émissions	28
<b>4</b>	<b>Évolution des émissions jusqu'en 2020 et objectifs écologiques</b>	<b>33</b>
4.1	Objectifs écologiques	33
4.2	Catégories de sources polluantes	34
4.3	Oxydes d'azote NO <sub>x</sub>	35
4.4	Composés organiques volatils (hors méthane), COVNM	38
4.5	Poussières fines respirables PM10	41
4.6	Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	45
4.7	Complément - Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub> : évolution des émissions jusqu'en 2020	49
4.8	Complément - Consommation de carburants et de combustibles et rejets de CO <sub>2</sub> en 2020	50
<b>5</b>	<b>Critères d'évaluation des mesures: efficacité</b>	<b>52</b>
5.1	Introduction	52
5.2	Effectivité et efficience	52
5.3	Efficacité	53
<b>6</b>	<b>Efficacité des mesures mises en œuvre par catégories de sources</b>	<b>55</b>
6.1	Période étudiée	55
6.2	Réduction des émissions de NO <sub>x</sub>	55
6.3	Réduction des émissions de COVNM	59
6.4	Réduction des émissions de PM10	62
6.5	Réduction des émissions de NH <sub>3</sub>	70
6.6	Consommation de carburants et de combustibles	74
<b>7</b>	<b>Résumé: bilans, mesures à adopter et mesures à appliquer</b>	<b>80</b>
7.1	Effectivité et efficacité des mesures adoptées jusqu'ici	80
7.2	Effectivité et efficacité des mesures par catégorie de sources	80
7.3	Lacunes dans la mise en œuvre des mesures adoptées	81

## **Seconde partie: Évaluation des mesures supplémentaires** **83**

<b>8</b>	<b>Fixation des priorités concernant les mesures supplémentaires selon des critères d'efficacité</b>	<b>84</b>
8.1	Introduction: méthode	84
8.2	Fixation des priorités pour les catégories de sources	84
8.3	Élaboration des mesures et évaluation des potentiels de réduction	85
<b>9</b>	<b>Réduction de la consommation de carburants et de combustibles</b>	<b>86</b>
9.1	Point de départ: déceler et exploiter les synergies	86
9.2	Une réforme fiscale écologique en tant que moteur de l'exploitation des potentiels de synergie	86
9.3	Fixation des priorités pour les carburants et les combustibles	87
9.4	À propos de l'évaluation des bilans	88

9.5	Catégorie de sources de première priorité: Chauffage des locaux (CC 11)	89
9.6	Catégorie de sources de première priorité: Trafic voyageurs motorisé (CC 12)	89
9.7	Catégorie de sources de première priorité: Installations de combustion industrielle (CC 13)	94
9.8	Catégorie de sources de première priorité: Véhicules utilitaires lourds et autobus (CC 14)	95
9.9	Catégories de sources de seconde priorité	95
9.10	Aperçu: Mesures relatives aux carburants et aux combustibles - Catégories de sources de première priorité	97
9.11	Aperçu: mesures relatives aux carburants et aux combustibles - Catégories de sources de seconde priorité	98
9.12	Bilan des mesures relatives aux carburants et aux combustibles	99
9.13	Bilan	100
9.14	Effets des mesures sur les rejets de CO <sub>2</sub> de la Suisse - Comparaison avec les objectifs de la législation sur le CO <sub>2</sub>	100
9.15	Conclusions et recommandation: mesures relatives aux carburants et combustibles	101
<b>10</b>	<b>Réduction des émissions de NO<sub>x</sub></b>	<b>102</b>
10.1	Fixation des priorités pour les NO <sub>x</sub>	102
10.2	Calcul des potentiels de réduction: combinaison entre énergie et gaz d'échappement	103
10.3	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Voitures de tourisme et motos (NO 11)	104
10.4	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Véhicules utilitaires lourds (NO 12)	104
10.5	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Machines agricoles et sylvicoles (NO 13)	105
10.6	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Trafic aérien (NO 14)	105
10.7	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Machines (industrie et artisanat) (NO 15)	105
10.8	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO <sub>x</sub> : Chauffages à combustible fossile (NO 16)	106
10.9	Autres catégories de sources de NO <sub>x</sub>	106
10.10	Aperçu: mesures relatives aux NO <sub>x</sub> en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité	108
10.11	Aperçu: mesures relatives aux NO <sub>x</sub> en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité	109
10.12	Effets des mesures relatives aux NO <sub>x</sub>	110
10.13	Bilan, comparaison avec l'objectif écologique	111
10.14	Conclusions et recommandation: mesures relatives aux NO <sub>x</sub>	113
<b>11</b>	<b>Réduction des émissions de COVNM</b>	<b>114</b>
11.1	Fixation des priorités pour les COVNM	114
11.2	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les COVNM: Solvants	114
11.3	Catégories de sources de seconde priorité en ce qui concerne les COVNM (V21, V22, V23, V24, V25)	115
11.4	Aperçu: mesures relatives aux COVNM en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité	115
11.5	Aperçu: mesures relatives aux COVNM en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité	116
11.6	Effets des mesures relatives aux COVNM	117
11.7	Bilan, comparaison avec l'objectif écologique	118
<b>12</b>	<b>Réduction des émissions de PM10</b>	<b>120</b>
12.1	Fixation des priorités pour les PM10	120
12.2	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Transport de marchandises par la route (PM 11)	122
12.3	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Transport de personnes par la route (PM 12)	122
12.4	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Machines et engins agricoles et sylvicoles (PM 13)	123

12.5	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Installations de combustion industrielle à biomasse (PM 14)	123
12.6	Catégorie de sources de seconde priorité en ce qui concerne les PM10	124
12.7	Aperçu: mesures relatives aux PM10 en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité	127
12.8	Aperçu: mesures relatives aux PM10 en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité	128
12.9	Aperçu: mesures relatives aux PM10 concernant les autres catégories de sources	129
12.10	Effets des mesures relatives aux PM10	130
12.11	Bilan, comparaison avec l'objectif écologique	133
12.12	Conclusions et recommandations: mesures relatives aux PM10	134
<b>13</b>	<b>Réduction des émissions de NH<sub>3</sub></b>	<b>136</b>
13.1	Fixation des priorités pour le NH <sub>3</sub>	136
13.2	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le NH <sub>3</sub> : Systèmes de stabulation améliorés (NH 11)	137
13.3	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le NH <sub>3</sub> : Épandages d'engrais de ferme (NH 12)	138
13.4	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le NH <sub>3</sub> : Stockage d'engrais de ferme (NH 13)	138
13.5	Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le NH <sub>3</sub> : Mise au pâturage accrue (NH 14)	139
13.6	Mesure transversale: alimentation moins riche en protéines (NH 15)	139
13.7	Catégories de sources de seconde priorité en ce qui concerne le NH <sub>3</sub>	140
13.8	Aperçu: mesures relatives au NH <sub>3</sub> en ce qui concerne les cat. de sources de première priorité	141
13.9	Aperçu: mesures relatives au NH <sub>3</sub> en ce qui concerne les cat. de sources de seconde priorité	141
13.10	Effets des mesures relatives au NH <sub>3</sub>	142
13.11	Bilan, comparaison avec l'objectif écologique	143
13.12	Conclusions et recommandations: mesures relatives au NH <sub>3</sub>	144
<b>14</b>	<b>Émissions de SO<sub>2</sub>, effets des mesures relatives aux carburants et aux combustibles</b>	<b>145</b>
14.1	Bilans des émissions de SO <sub>2</sub> par catégorie de sources (attentes)	145
14.2	Bilan du SO <sub>2</sub>	146
<b>15</b>	<b>Résumé</b>	<b>147</b>
15.1	Étapes de la démarche	147
15.2	Incertitudes liées aux prévisions	149
15.3	Réalisation de l'objectif	150
	<b>Annexe 1: Tableaux de chiffres - Valeurs utilisées pour le calcul des bilans d'émissions 1990 - 2020</b>	<b>151</b>
	<b>Annexe 3: Effets des économies de carburants/combustibles sur les polluants atmosphériques</b>	<b>156</b>
	<b>Annexe 4: Réduction des émissions de NO<sub>x</sub> et de PM10 par rapport au CO<sub>2</sub> d'origine fossile</b>	<b>157</b>
	<b>Annexe 5: Remarques de base concernant les émissions de PM10 dues au trafic routier</b>	<b>160</b>
	<b>Annexe 6: Données de base pour le calcul des émissions de NH<sub>3</sub> provenant de l'agriculture</b>	<b>162</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>170</b>



## Abstracts

### *Keywords:*

air pollutants, emissions, air pollution control targets, air pollution control measures, air pollution control strategy

The present study shows how emissions of various air pollutants – nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), respirable particulate matter (PM10) and ammonia (NH<sub>3</sub>) – have developed since 1900 and are likely to develop between now and 2020. It indicates the reductions that are required in pollutant emissions to prevent harmful impacts on human health and the environment. Air polluters are identified, together with priority areas for action. Possible measures are described in quantitative terms. In addition, synergies between climate and air pollution control policies are explored. The study was undertaken in response to a motion submitted by the Committee for the Environment, Spatial Planning and Energy of the National Council.

### *Mots-clés:*

polluants atmosphériques, émissions, objectifs de la lutte contre la pollution atmosphérique, mesures de protection de l'air, stratégie de lutte contre la pollution de l'air

La présente étude montre de quelle manière les rejets des polluants atmosphériques que sont les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatils (COVNM), les poussières fines respirables (PM10) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ont évolué depuis 1900 et comment, selon toute vraisemblance, ils évolueront d'ici à 2020. Elle indique en outre de combien les rejets de polluants doivent être abaissés afin que l'homme et l'environnement soient protégés contre les atteintes nuisibles. Elle précise les sources de la pollution atmosphérique et détermine les champs d'action prioritaires. Ensuite, elle décrit et quantifie des mesures possibles. Enfin, elle examine les synergies potentielles entre la politique de lutte contre la pollution de l'air et celle de la protection du climat. L'étude fait suite à une motion de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national.

### *Schlüsselbegriffe:*

Luftschadstoffe, Emissionen, Luftreinhalteziele, Luftreinhalte-massnahmen, Luftreinhalte-Konzept

Die vorliegende Studie zeigt, wie sich der Ausstoss der Luftschadstoffe Stickoxide (NO<sub>x</sub>), flüchtige organische Verbindungen (NMVOC), lungengängiger Feinstaub (PM10) und Ammoniak (NH<sub>3</sub>) seit 1900 entwickelt hat und sich voraussichtlich bis 2020 weiterentwickeln wird. Sie legt dar, um wie viel der Schadstoffausstoss gesenkt werden muss, damit Mensch und Umwelt vor schädlichen Auswirkungen geschützt werden. Die Verursacher der Luftverschmutzung werden aufgezeigt und prioritäre Handlungsfelder ermittelt. Mögliche Massnahmen werden beschrieben und quantifiziert. Zusätzlich werden Synergien zwischen Klima- und Luftreinhaltepolitik untersucht. Die Studie geht auf eine Motion der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie des Nationalrates zurück.

### *Parole chiave:*

inquinanti atmosferici, emissioni, obiettivi di protezione contro l'inquinamento atmosferico, misure contro l'inquinamento atmosferico, strategia contro l'inquinamento atmosferico

La presente ricerca illustra l'evoluzione dal 1900 delle emissioni inquinanti di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), composti organici volatili (COV), polveri fini respirabili (PM10) e ammoniaca (NH<sub>3</sub>) e il probabile andamento sino al 2020. Ne quantifica in particolare la riduzione necessaria per proteggere l'uomo e l'ambiente da effetti dannosi, indica le fonti dell'inquinamento atmosferico e individua i campi d'intervento prioritari. Inoltre descrive e definisce le possibili misure da adottare ed esamina le sinergie tra la politica climatica e la politica in materia di lotta contro l'inquinamento atmosferico. Lo studio è stato eseguito in seguito a una mozione inoltrata dalla Commissione dell'ambiente, della pianificazione del territorio e dell'energia del Consiglio nazionale.



## ***Avant-propos***

Depuis le milieu des années 80, la Confédération et les cantons ont déployé des efforts considérables pour rendre l'air plus propre et limiter les atteintes à la santé et à l'environnement. Les mesures prises jusqu'à présent ont conduit à une amélioration sensible de la qualité de l'air. Toutefois, les valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air sont encore largement dépassées pour quelques polluants (ozone, poussières fines respirables, dioxyde d'azote). Les apports de substances acidifiantes et de composés azotés aux écosystèmes sensibles sont encore trop élevés. Des mesures supplémentaires sont nécessaires afin que les valeurs limites d'immission et les seuils critiques spécifiques fixés au niveau international puissent être respectés: les émissions polluantes doivent être encore une fois nettement diminuées.

En 1986, dans sa Stratégie de lutte contre la pollution de l'air, le Conseil fédéral avait fixé, pour trois polluants majeurs, les objectifs d'émission devant être atteints jusqu'en 1990 et/ou 1995. En 1999, il a procédé à une analyse globale de la situation; il a relevé les succès remportés par la politique en matière de protection de l'air, ainsi que ce qu'il restait à faire. Le Parlement lui a ensuite demandé de lui soumettre « un rapport indiquant les moyens permettant d'atteindre les objectifs définis dans la stratégie de lutte du Conseil fédéral contre la pollution de l'air et d'assurer le respect des valeurs limites fixées dans l'ordonnance sur la protection de l'air », rapport indiquant par ailleurs les mesures encore à prendre « concernant notamment les oxydes d'azote, les composés organiques volatils, les particules fines et l'ammoniac ».

Le présent rapport d'experts constitue une base scientifique importante pour la stratégie que le Conseil fédéral est tenu de présenter au Parlement. Les données et les prévisions concernant les émissions de polluants atmosphériques ont été actualisées et les mesures mises en œuvre ont été évaluées, ce qui a permis de mettre en évidence ce qu'il restait à faire et d'examiner et de quantifier les mesures supplémentaires. De plus, le rapport livre aux autorités d'exécution des bilans d'émission actualisés, des prévisions et des documents précieux pour l'accomplissement de leurs tâches.

Les résultats figurant dans cette publication permettent de fixer des priorités et de préciser des façons d'atteindre les objectifs de la protection de l'air.

Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

Dr. Martin Schiess

Chef de la division Air, RNI, sécurité



## Condensé

### ***I Mandat de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national***

Le 17.4.2000, la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie (CEATE) du Conseil national a déposé une motion (00.3184 Stratégie fédérale de protection de l'air), qui a été adoptée le 23.6.2000 par le Conseil national et le 27.11.2000 par le Conseil des États. Le texte de la motion précise que le Conseil fédéral est chargé de « soumettre au Parlement un rapport indiquant les moyens permettant d'atteindre les objectifs définis dans la stratégie de lutte du Conseil fédéral contre la pollution de l'air et d'assurer le respect des valeurs limites fixées dans l'ordonnance sur la protection de l'air ». Le présent rapport définit les bases du concept sur lequel on se fondera pour atteindre les objectifs.

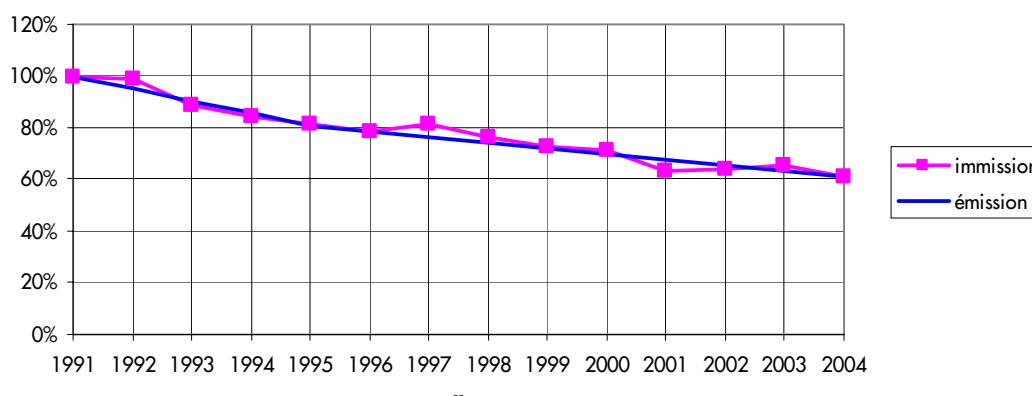
### ***II Situation actuelle - Mesures prises jusqu'ici (Première partie du rapport)***

Depuis le milieu des années 80, la Suisse poursuit une politique active en matière de protection de l'air. La première partie du rapport documente les effets de cette politique et les met en relation avec les objectifs de la lutte contre la pollution de l'air.

#### ***Données de base concernant les émissions: provenance et valeur informative (chapitre 3 du rapport)***

La qualité des chiffres dont l'OFEFP dispose actuellement est suffisante pour évaluer de manière fiable les effets des mesures prises jusqu'ici. La figure ci-dessous illustre cette constatation en prenant l'exemple d'un des polluants examinés, les NO<sub>x</sub> (cf. page Section 3.3.1; pour les autres polluants, cf. sections 3.3.2 à 3.3.4)

#### ***Évolution relatives des immissions et émissions NO<sub>x</sub>***



#### ***Légende et commentaire concernant la figure:***

Évolution des émissions et des immissions, en %: 100 % correspond à l'état en 1991.

L'évolution de la charge en NO<sub>x</sub> mesurée dans l'air extérieur (immissions) concorde très bien avec celle des rejets de NO<sub>x</sub> (émissions).

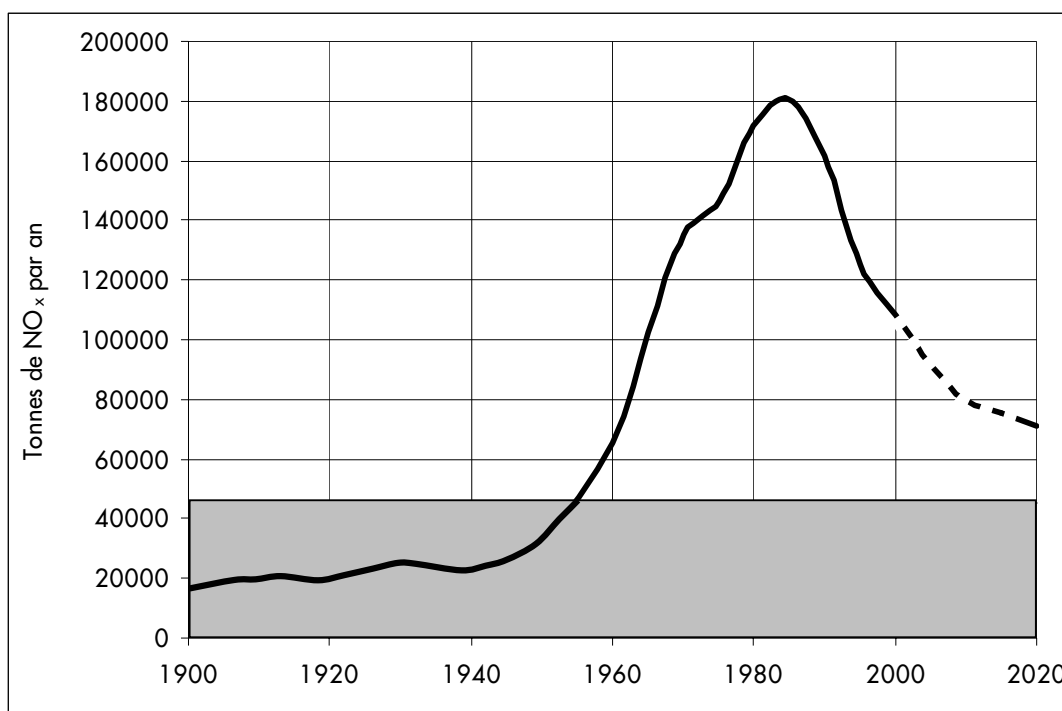
## **Appréciation des mesures adoptées jusqu'ici (chapitres 4 à 7 du rapport)**

### **Degré de réalisation des objectifs des mesures mises en œuvre (chapitre 4 du rapport)**

Toutes les mesures décidées n'ayant à ce jour pas encore entièrement déployé leurs effets, il faut attendre jusqu'au moment où ce sera le cas. On a donc pris comme point de référence l'état des émissions en 2020.

La figure ci-après illustre la situation en prenant l'exemple des NO<sub>x</sub>. On obtient un graphique similaire pour les autres polluants, excepté le SO<sub>2</sub> (cf. page 49, pour les autres polluants cf. pages 38, 41, 46).

### **Exemple de l'évolution des émissions de NO<sub>x</sub> de 1900 à 2020**



*Commentaire:* les objectifs écologiques seront respectés lorsque les émissions se situeront dans la zone grise.

Même lorsque toutes les mesures décidées auront pleinement développé leurs effets, on sera encore très loin des objectifs fixés pour tous les polluants atmosphériques, excepté le SO<sub>2</sub>: *la nécessité de mesures supplémentaires est clairement démontrée.*

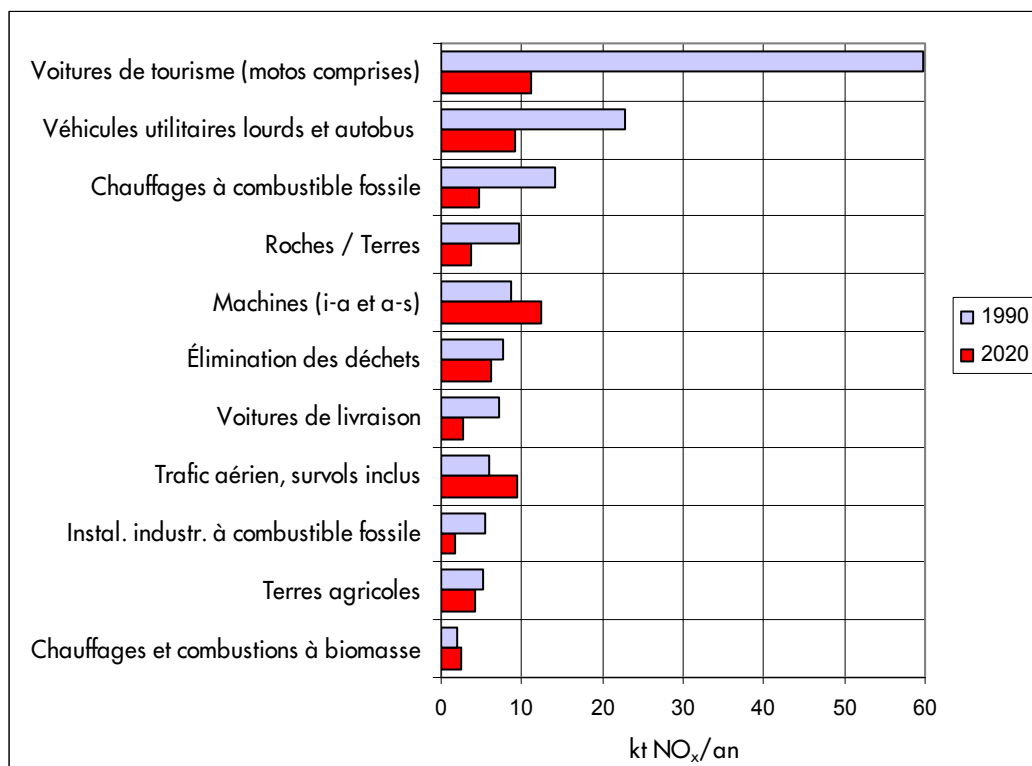
C'est ce constat qui avait motivé le dépôt de la motion de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national (CEATE). *Les chiffres disponibles en 2004/2005 confirment les conclusions tirées en 1999.*

### Effets des mesures prises jusqu'ici (chapitres 5 et 6 du rapport)

Une comparaison des rejets de polluants atmosphériques en 1990 et en 2020, montre l'ampleur des résultats des mesures pour les différentes catégories de sources.

La figure ci-après présente la situation pour les NO<sub>x</sub> (cf. page 55). Les résultats obtenus pour les autres polluants sont similaires (cf. pages 59 pour les COVNM, 62 pour les PM10 et 70 pour le NH<sub>3</sub> et 74 pour la consommation de carburants et combustibles).

### Exemple des NO<sub>x</sub> (oxydes d'azote)



### Légende

Les émissions suisses totales par catégorie de source sont indiquées en kilotonnes (1000 tonnes) par an.

Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
Machines i - a et a - s	machines de l'industrie, de l'artisanat et du bricolage / jardinage, plus les machines agricoles et sylvicoles
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors des survols de la Suisse

### Commentaire

A quelques exceptions près (qui concernent, dans le cas des NO<sub>x</sub>, les catégories de sources Trafic aérien, Machines i - a et a - s, Chauffages et combustions à biomasse), la poursuite des mesures adoptées jusqu'ici et des efforts en matière d'exécution devrait permettre des réductions importantes des rejets de NO<sub>x</sub>. Cette affirmation s'applique en principe à tous les polluants ainsi qu'à la consommation de carburants et combustibles.

### ***Appréciation des mesures adoptées jusqu'ici en Suisse***

L'appréciation des mesures adoptées jusqu'ici et de leurs effets s'effectue sur la base de leur efficacité. Les mesures sont efficaces lorsqu'elles présentent un bon rapport entre les moyens mis en œuvre et le résultat obtenu (efficience) *et que parallèlement, dans leur globalité, elles contribuent de manière importante à se rapprocher des objectifs écologiques (effectivité).*

Bien que les mesures adoptées jusqu'ici en Suisse ne soient pas suffisantes pour atteindre les objectifs écologiques, les mesures mises en œuvre ont eu *dans certains cas des résultats partiels impressionnants.*

Les mesures prises ont en outre été efficaces. C'est pourquoi la Confédération et les cantons doivent poursuivre de manière conséquente ces efforts dans le cadre des activités de mise en œuvre.



## ***Évaluation des mesures supplémentaires (seconde partie du rapport)***

### ***Fixation des priorités selon des critères d'efficacité (chapitre 8 du rapport)***

Afin de simplifier l'élaboration de nouvelles mesures, on établit des critères pour les catégories de sources polluantes pour lesquelles existent les meilleures chances de pouvoir développer des mesures efficaces.

Pour chaque groupe de sources polluantes, les priorités sont fixées en fonction des émissions correspondantes de chacun des polluants atmosphériques (ou de la consommation de carburants et de combustibles): en effet, la nécessité de mesures est d'autant plus grande que la quote-part d'un groupe de sources donné est élevée par rapport aux émissions d'un certain polluant atmosphérique (ou à la consommation de carburants et de combustibles). En ce qui concerne l'efficacité des mesures, trois autres paramètres sont en outre évalués. On dispose ainsi de quatre critères d'évaluation permettant de fixer les priorités selon l'efficacité:

- *émissions de polluants atmosphériques d'une catégorie de sources polluantes (ou consommation de carburants et de combustibles);*
- *dynamique de croissance:* on accorde aux catégories de sources polluantes pour lesquelles on s'attend à un accroissement des activités une priorité plus élevée qu'aux groupes de sources polluantes dont le taux d'activité augmente peu ou presque pas;
- *chances en matière de technologie:* il faut accorder une priorité élevée aux mesures dans des domaines où il existe à l'avenir un potentiel d'améliorations techniques et une priorité plus faible aux mesures dont le potentiel d'amélioration est incertain (par exemple la technologie de l'hydrogène);
- *chances en matière d'exécution:* les perspectives de l'exécution sont bonnes s'il existe dès à présent des bases légales pour la mise en œuvre de mesures applicables à certaines catégories de sources polluantes; si les bases doivent d'abord être créées, les perspectives sont en revanche moins bonnes.

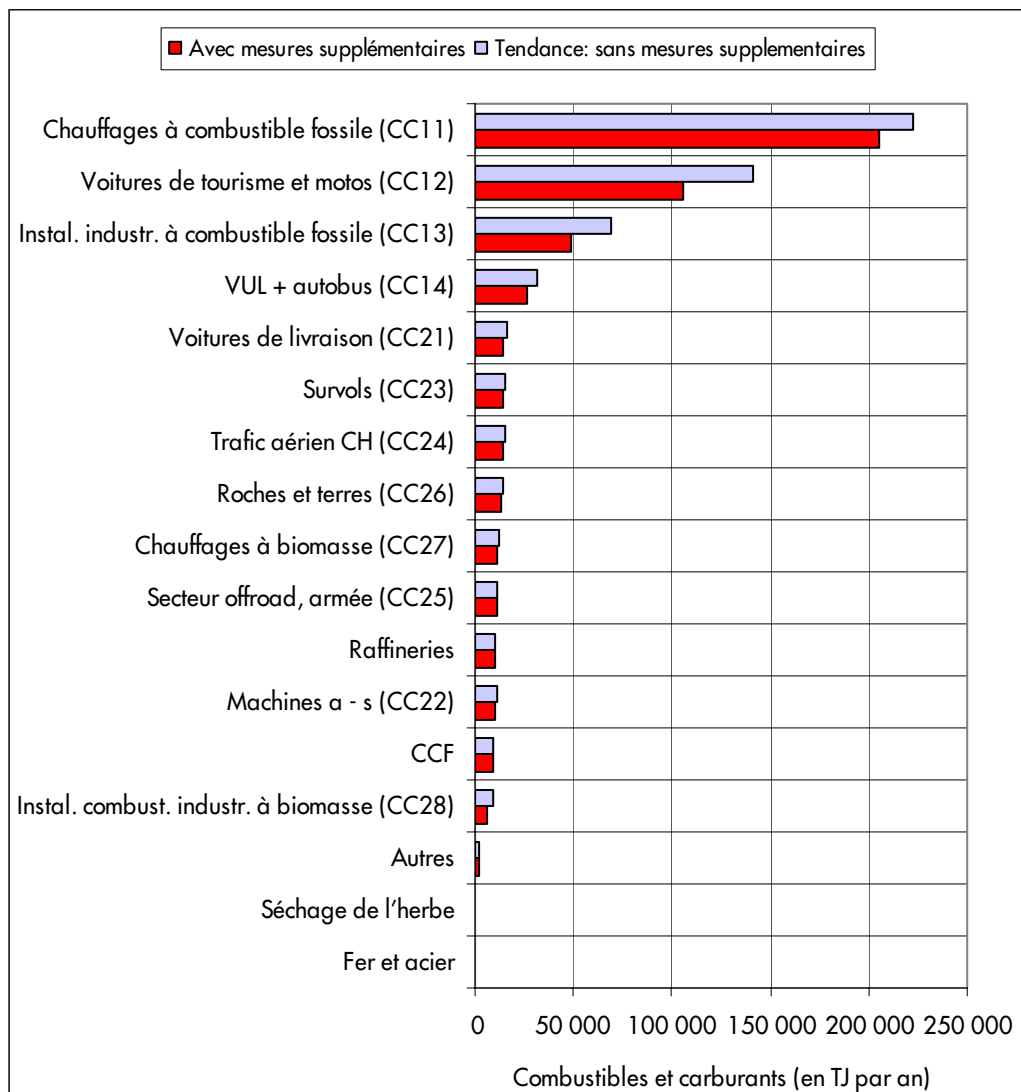
Sur la base de ces éléments, un schéma de classement des catégories de sources polluantes a été élaboré; il a ensuite été testé afin de vérifier qu'il n'était pas sensible à de légères fluctuations des différents critères d'évaluation (la formule de calcul est donnée en page 85.

### ***Exploiter les synergies: prise en compte de la consommation de carburants et de combustibles (chapitre 9 du rapport)***

Les objectifs de la protection de l'air sont fortement liés à l'évolution de la consommation de carburants et de combustibles. Par exemple, si les maisons sont mieux isolées, il y a moins besoin de les chauffer: il se forme donc moins de polluants atmosphériques. Ou encore, si le nombre de kilomètres parcourus par des véhicules à moteur en une année diminue, on observe parallèlement une baisse des rejets de polluants. (Il existe toutefois des exceptions à cette règle, qui sont discutées dans cette étude et prises en compte dans les bilans des effets des mesures.)

Les mesures destinées à réduire la consommation de carburants et de combustibles contribuent (généralement) autant à la politique suisse de lutte contre la pollution de l'air qu'à la politique climatique (protocole de Kyoto). Elles ont donc des potentiels de synergie importants et sont particulièrement efficaces. Le chapitre 9 du rapport présente tout d'abord une évaluation des mesures de réduction de la consommation de *combustibles et carburants*. La figure ci-après donne un aperçu des catégories de sources, de leur priorité et des effets des mesures prises en compte (attentes).

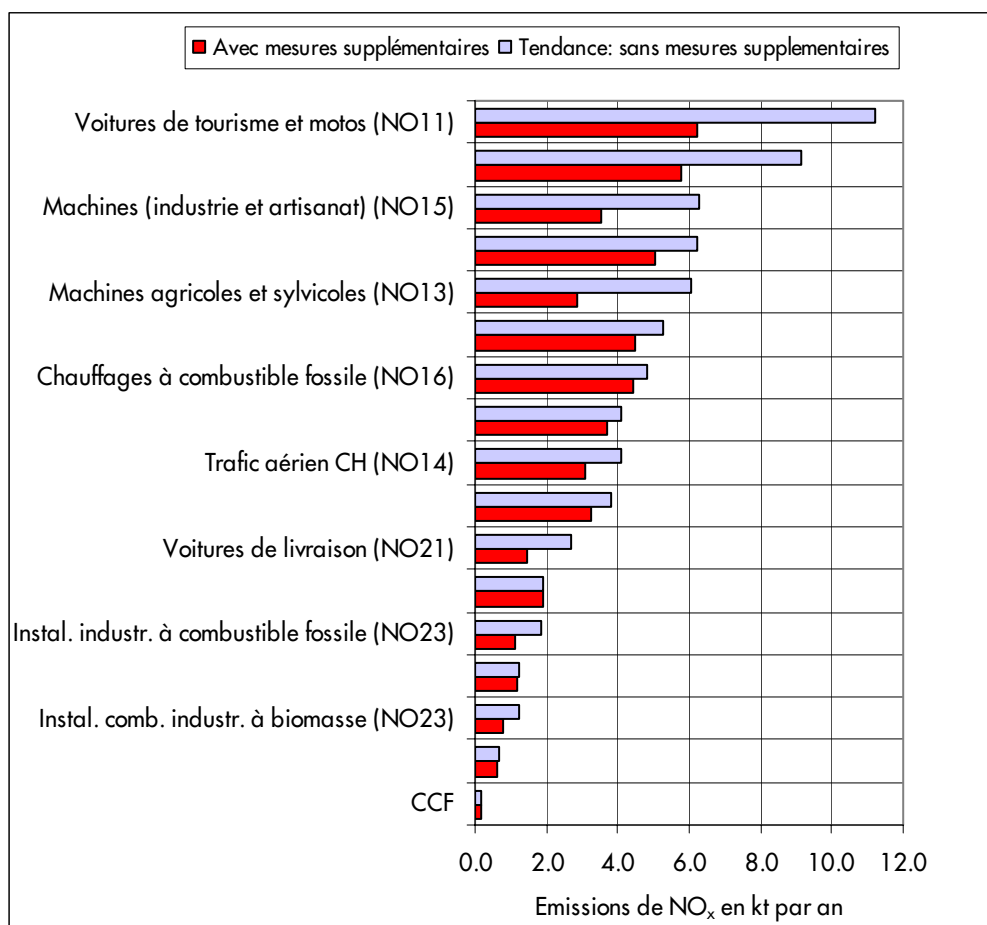
## Réductions de la consommation de carburants et de combustibles susceptibles d'être obtenues en 2020



**Légende:** effets des mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources selon les tableaux synoptiques 9.10 et 9.11 en pages 97 ss. (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue.

Les chapitres 10 à 14 présentent ensuite les réductions susceptibles d'être obtenues et les priorités fixées pour tous des polluants pris en considération (Chap. 10 Oxydes d'azote,  $\text{NO}_x$ ; Chap. 11 Composés organiques volatils non méthaniques COVNM; Chap. 12 Poussières fines respirables,  $\text{PM}_{10}$ ; Chap. 13 Ammoniac,  $\text{NH}_3$  et Chap. 14, Dioxyde de soufre,  $\text{SO}_2$ ). Les résultats présentés sont des combinaisons entre les économies de carburants et de combustibles et les mesures spécifiques aux polluants (attentes).

## Réductions des émissions de NO<sub>x</sub> susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 10 du rapport)



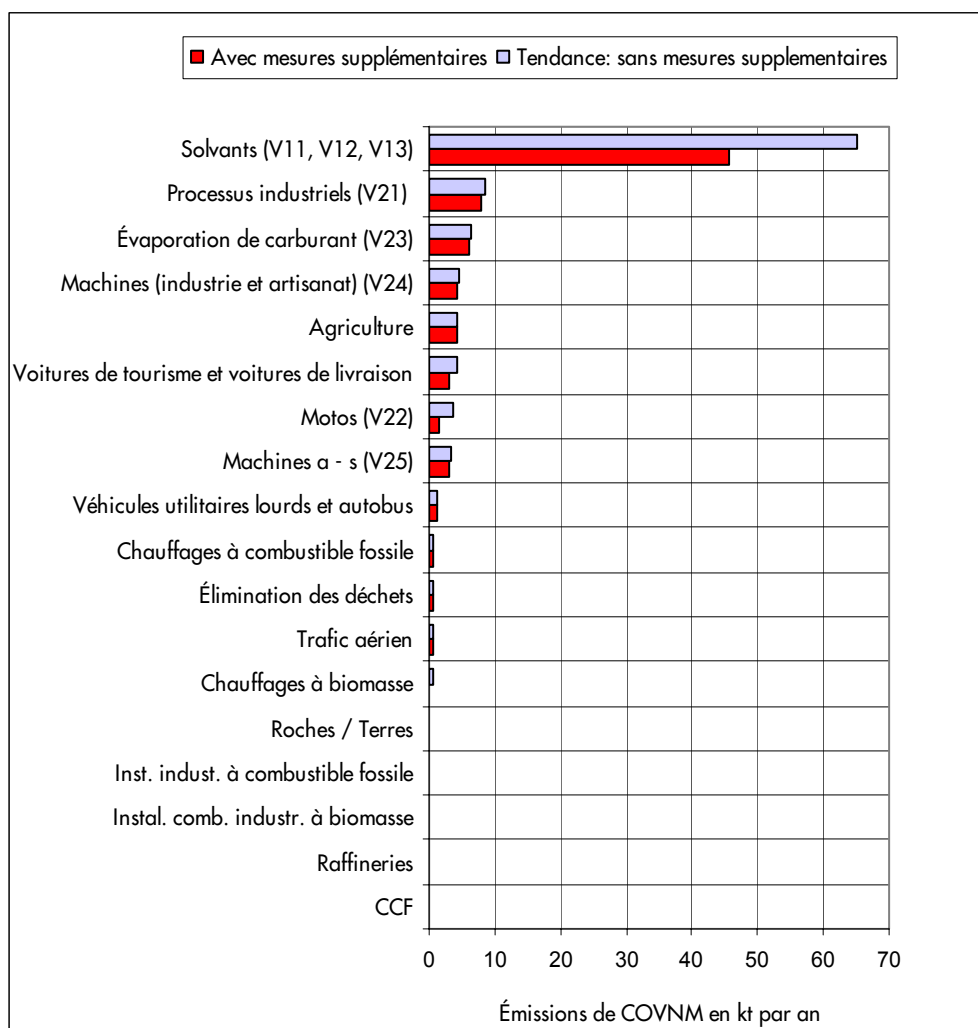
**Légende:** effets des mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant) selon les tableaux synoptiques 10.10 et 10.11 en page 108 ss. Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue.

### Bilan des mesures (attentes et potentiels)

Émissions de NO <sub>x</sub> en 2020 (kt/an)			
Sans mesures	71		
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> priorité plus	Toutes les catégories de sources
Attentes (A-A)	52.7	50.8	49.8
Potentiels (P-P)	44.2	41.7	39.7
<b>Objectif d'émissions</b>	<b>46</b>		

**Légende:** émissions de NO<sub>x</sub> en kt/an; « CS » = catégorie sources; « CS de 1<sup>re</sup> priorité plus »: catégories de sources de première priorité complétées par des catégories analogues de seconde priorité (cf. page 112)  
 Attentes: objectifs pouvant vraisemblablement être atteints d'ici à 2020 en mettant en œuvre les mesures  
 Potentiel: réduction maximale possible des émissions en épuisant complètement toutes les mesures grâce à des efforts supplémentaires importants

## Réductions des émissions de COVNM susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 11 du rapport)



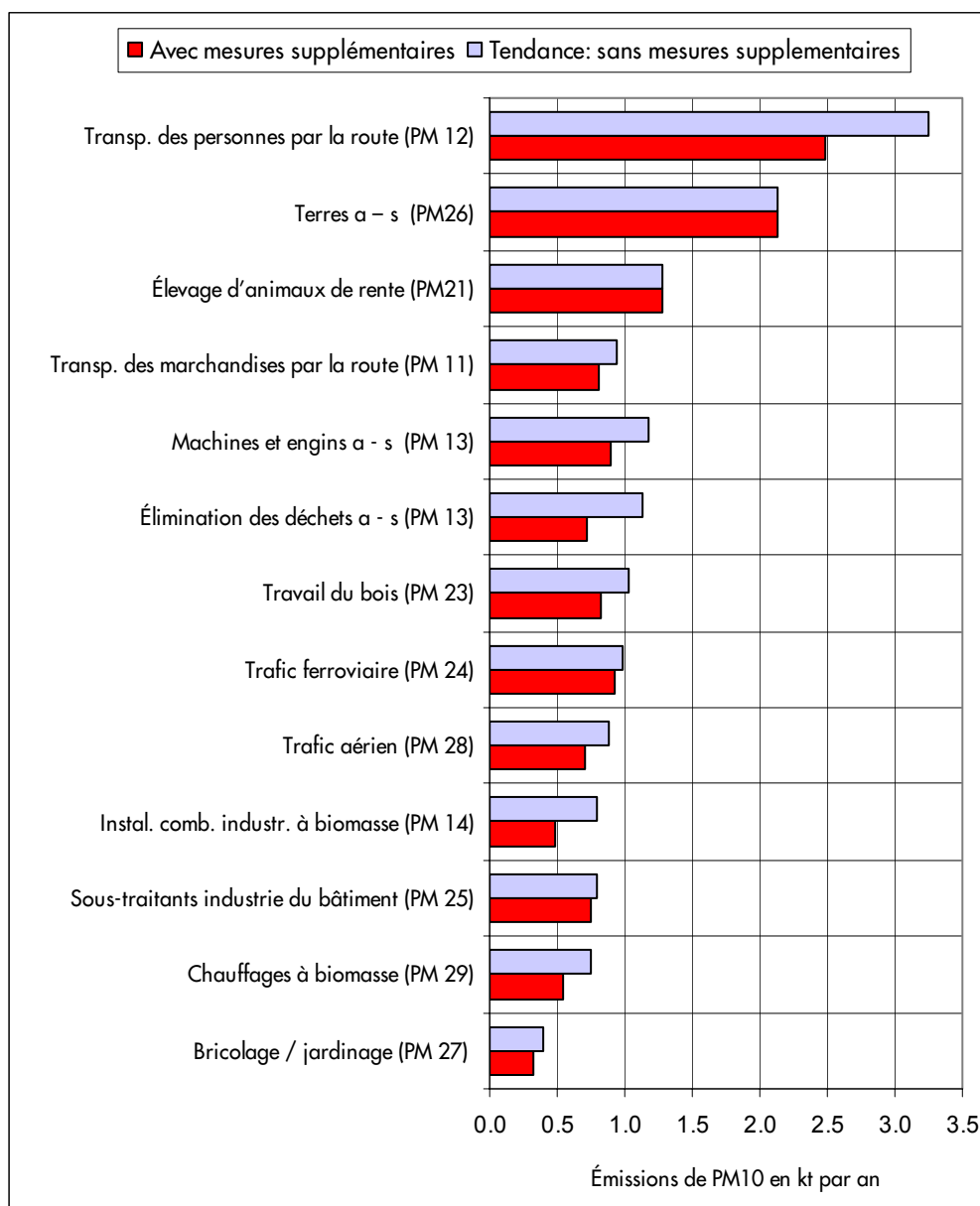
Légende: effets des mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant) selon les tableaux synoptiques 11.4 et 11.5 en page 115 s. Pour l'élaboration de mesures, seules les catégories de sources de première et seconde priorité ont été prises en compte.

### Bilan des mesures (attentes et potentiels)

Émissions de COVNM en 2020 (kt/an)		
Sans mesures	103.8	
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> et de 2 <sup>e</sup> priorité
Attentes (A-A)	82.1	79.4
Potentiel (P-P)	74.0	71.4
Objectif d'émissions	81	

Légende: émissions de COVNM en kt/an (1000 tonnes par an; « CS » = catégorie sources; Attentes: objectifs pouvant vraisemblablement être atteints d'ici à 2020 en mettant en œuvre les mesures. Potentiel: réduction maximale possible des émissions en épuisant complètement toutes les mesures grâce à des efforts supplémentaires importants.

## Réductions des émissions de PM10 susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 12 du rapport)



*Légende:* effets des mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant) selon les tableaux synoptiques 12.7, 12.8 et 12.9 en page 127 ss. Les résultats concernant les autres catégories de sources sont présentés sous 12.10.

**Bilan des mesures (attentes et potentiels)**

Sans mesures	17.9		
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> priorité	Toutes les catégories de sources
Attentes (A-A)	16.0	15.2	14.9
Potentiels (P-P)	14.5	12.9	12.3
<b>Objectif d'émissions</b>			
12			

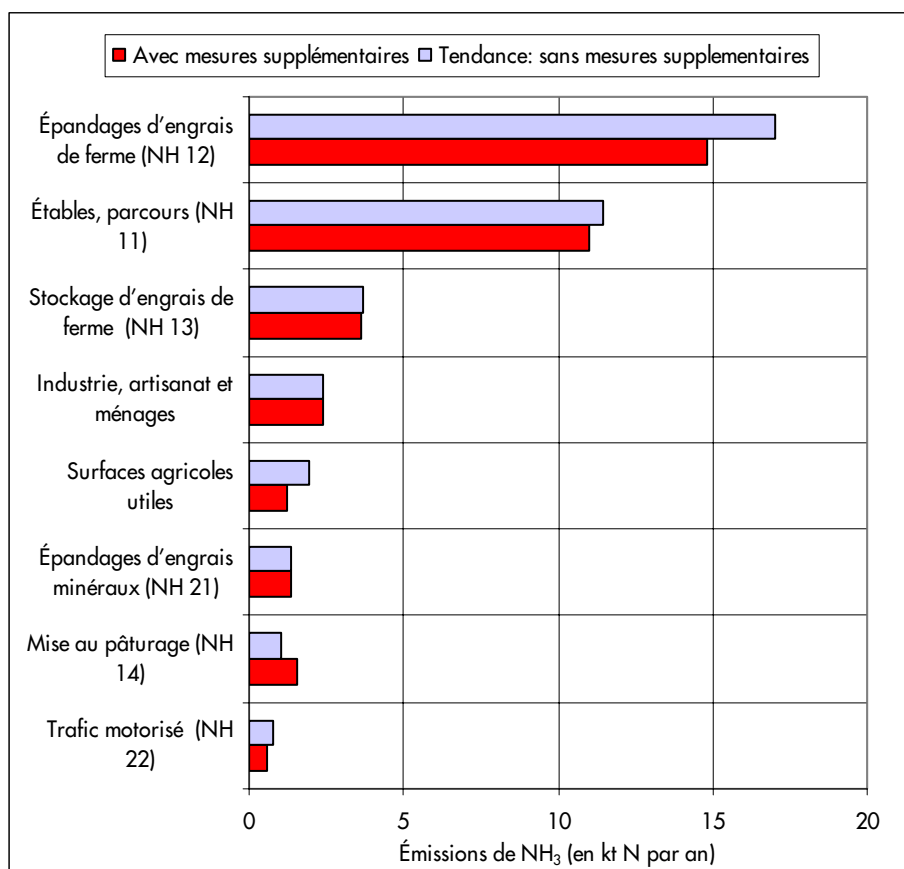
*Légende:* émissions de PM10 en kt/an (1000 tonnes par an); « CS » = catégorie sources

Attentes: objectifs pouvant vraisemblablement être atteints d'ici à 2020 en mettant en œuvre les mesures.

Potentiels: réduction maximale possible des émissions en épuisant complètement toutes les mesures grâce à des efforts supplémentaires importants.

Selon l'état actuel des connaissances, les données chiffrées concernant les émissions dues au frottement et au tourbillonnement subiront des *modifications importantes*. Aussi, l'objectif d'émissions et les bilans des mesures doivent être considérés comme *provisaires*. Il n'est donc pas encore possible d'estimer si l'objectif écologique peut être ou non atteint. Des recherches sont encore nécessaires dans ce domaine.

## Réductions des émissions de $\text{NH}_3$ susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 13 du rapport)



**Légende:** effets des mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant) selon les tableaux synoptiques 13.8 et 13.9 en page 141 ss.

### Bilan des mesures (attentes et potentiels)

Sans mesures	39.7
Avec mesures	
Attentes 2020 ( $A_{\text{standard}}$ )	33.5
Potentiel 2020 ( $P_{\text{standard}}$ )	26.1
<b>Objectif d'émissions</b>	<b>26</b>

**Légende:** émissions de  $\text{NH}_3$  en kt N par an

Attentes: objectifs pouvant vraisemblablement être atteints d'ici à 2020 en mettant en œuvre les mesures  
Potentiel: réduction maximale possible des émissions en épuisant complètement toutes les mesures grâce à des efforts supplémentaires importants

L'élaboration de mesures visant à réduire les émissions de  $\text{NH}_3$  n'en est qu'à ses débuts. Dans ce domaine, les lacunes en matière de connaissances et d'exécution sont encore importantes. C'est pourquoi il existe une différence significative entre les réductions auxquelles on peut s'attendre sur la base de l'état actuel des connaissances et de l'exécution et le potentiel de réduction des mesures.

## **Réductions des émissions de SO<sub>2</sub> susceptibles d'être obtenues en 2020 (chapitre 14 du rapport)**

### **Bilan des mesures (attentes et potentiels)**

Sans mesures	16.8
Avec mesures pour les carburants et les combustibles	
Attente 2020 (A <sub>Standard</sub> )	15.7
Potentiel 2020 (P <sub>Standard</sub> )	13.7
<b>Objectif d'émissions</b>	<b>25</b>

*Légende:* émissions de SO<sub>2</sub> en kt par an.

*Commentaire:* S'agissant du SO<sub>2</sub>, l'objectif d'émissions est déjà respecté depuis un certain temps. Cependant, les mesures prises pour diminuer la consommation de carburants et de combustibles entraînent aussi automatiquement des réductions supplémentaires des émissions de SO<sub>2</sub>.

### **Résumé (chapitre 15 du rapport)**

Pour atteindre l'objectif, il est nécessaire de *mettre en œuvre, pour les catégories de sources de première et de seconde priorité, des mesures supplémentaires visant non seulement à réduire la consommation de carburants et de combustibles (économies de carburants et de combustibles) mais s'appliquant également spécifiquement aux polluants. Il est en outre important d'améliorer de manière ciblée l'exécution des mesures déjà adoptées.*

Le choix des mesures en fonction des catégories de sources polluantes et la fixation systématique des priorités peut en outre contribuer à atteindre l'objectif de réduction des émissions d'une *manière aussi efficace que possible.*

*Une application conséquente des mesures préventives à tous les niveaux (Confédération, cantons et communes) constitue une partie intégrante de l'intensification des efforts en matière d'exécution. Si cela réussit, on pourra probablement renoncer à vouloir recourir à toutes les mesures à disposition.*

Les résultats des travaux sont présentés séparément en fonction des polluants atmosphériques ou de la consommation de carburants et de combustibles et débouchent sur une série de *recommandations*.

Un résumé de la démarche proposée visant aux économies de carburants et de combustibles ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 9.13 (recommandation sous 9.13.3).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de NO<sub>x</sub> ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 10.13 (recommandation sous 10.13.4).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de COVNM ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 11.7 (recommandation sous 11.7.2).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de PM<sub>10</sub>, ainsi que les bilans correspondants et les recommandations, sont présentés sous 12.12.

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de NH<sub>3</sub> ainsi que les bilans correspondants et les recommandations sont présentés sous 13.12.



## ***Première partie: Bases, critères d'évaluation et appréciation des mesures prises***

# **1 Introduction, mandat, bases**

## **1.1 Introduction**

### **1.1.1 Contexte**

Depuis le milieu des années 80, il existe des dispositions légales fédérales claires en matière de protection de l'air. La Confédération édicte en effet des prescriptions sur les limitations préventives des émissions (p. ex. ordonnance sur la protection de l'air, prescriptions sur les gaz d'échappement), surveille les exigences de qualité posées aux carburants et aux combustibles, est responsable des homologations et détermine la qualité de l'air à l'échelle nationale. Les cantons quant à eux sont responsables de l'exécution de la majeure partie de l'ordonnance sur la protection de l'air et surveillent la pollution de l'air sur leur territoire. Si les valeurs limites d'immission sont dépassées, ils établissent des plans de mesures pour la région concernée et édictent des prescriptions plus sévères en matière de protection de l'air. Cette répartition des tâches permet une démarche adaptée aux conditions locales et régionales en matière de lutte contre la pollution de l'air. Si les cantons ont besoin de nouvelles mesures fédérales pour remplir leurs tâches, ils en font la demande au Conseil fédéral, participant ainsi à la structuration de la politique nationale en matière de lutte contre la pollution de l'air. La taxe d'incitation sur les composés organiques volatils (réglée dans l'OCOV) est un exemple de cette collaboration fructueuse.

### **1.1.2 Stratégie de lutte du Conseil fédéral contre la pollution de l'air**

Avec la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air (SLPA), le Conseil fédéral a créé un instrument de planification devant permettre de maîtriser la pollution de l'air et de soutenir les efforts des cantons. Elle a été mise à jour à plusieurs reprises. En 1999, le Conseil fédéral a dressé un bilan des succès et des mesures supplémentaires nécessaires dans son Rapport sur les mesures d'hygiène de l'air adoptées par la Confédération et les cantons, dont la conclusion est la suivante: « La lutte contre la pollution de l'air ne doit pas être considérée comme une action isolée, mais uniquement en relation directe avec d'autres domaines politiques, dont dépend l'évolution des émissions de polluants. La réduction des rejets de substances polluantes à un niveau garantissant la protection de l'homme et de son environnement exige une prise en compte plus importante de la qualité de l'air dans les domaines politiques suivants: transports, énergie, aménagement du territoire, agriculture et finances. » (Feuille fédérale n° 38, 28.9.1999, p. 6984).

## **1.2 Mandat de la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national**

Par la suite, le 17.4.2000, la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie (CEATE) du Conseil national a déposé une motion (00.3184 Stratégie fédérale de protection de l'air), qui a été adoptée le 23.6.2000 par le Conseil national et le 27.11.2000 par le Conseil des États. Le texte de la motion précise que le Conseil fédéral « est chargé de soumettre au Parlement un rapport indiquant les moyens permettant d'atteindre les objectifs définis dans la stratégie de lutte du Conseil fédéral contre la pollution de l'air et d'assurer le respect des valeurs limites fixées dans l'ordonnance sur la protection de l'air. »

Le présent rapport définit les bases sur lesquelles on se fondera pour atteindre les objectifs.

## **2      *Aperçu du présent rapport***

### **2.1      *Première partie: Objectifs, lacunes, résultats et efficacité des mesures***

Le présent rapport est consacré tout d'abord à l'adaptation des bases de calcul des émissions, en particulier des taux d'activité (p. ex. évolution du trafic, consommation d'énergie), à l'état actuel des connaissances et à la prise en compte des effets des mesures mises en œuvre dans l'intervalle. En outre, l'horizon des prévisions est étendu à 2020. L'évolution des émissions en Suisse, présentée dans le n° 272 des Cahiers de l'environnement (OFEFP 1996) et le Rapport sur les mesures d'hygiène de l'air adoptées par la Confédération et les cantons, constitue le point de départ des travaux.

Cette première étape aboutit à une prévision concernant ce qu'il y aura lieu de faire en matière de protection de l'air en l'an 2020. Elle suppose que les mesures mises en œuvre ou adoptées jusqu'en 2003 auront été réalisées, et est exprimée en catégories de sources polluantes et en polluants atmosphériques. Les études se concentrent sur les polluants atmosphériques suivants: les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) et les poussières fines respirables ( $\text{PM}_{10}$ ). Sont également pris en compte les résultats d'une récente étude concernant les émissions d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) dans l'agriculture. Sur la base de ces données chiffrées, il est possible d'évaluer les effets à moyen terme ainsi que l'efficacité des mesures réalisées ou décidées par la Confédération et les cantons.

### **2.2      *Deuxième partie: Évaluation des mesures supplémentaires***

La deuxième partie du rapport est consacrée à la définition, fondée sur les émissions par catégorie de sources polluantes, des priorités concernant l'élaboration de mesures supplémentaires pour chaque catégorie de sources, ces mesures étant ensuite évaluées quant aux effets attendus d'ici à 2020 et à leur potentiel d'action. Le choix de l'horizon 2020 ne signifie pas que toutes les mesures de lutte contre la pollution atmosphérique seront repoussées jusqu'à 2020. Au contraire, chaque mesure doit être mise en œuvre le plus tôt possible afin que l'air devienne plus propre et que l'homme et l'environnement soient protégés contre les atteintes nuisibles.

### **3 Données de base concernant les émissions: source et valeur informative**

#### **3.1 Données de base**

##### **3.1.1 Principes du recueil de données**

Pour l'élaboration du présent rapport, on n'a pas procédé à un recueil de nouvelles données relatives aux émissions. Le rapport se fonde d'une manière générale sur les chiffres les plus récents figurant dans les inventaires des émissions ou concernant les taux d'activité, ainsi que sur des prévisions.

Au cours de l'élaboration du rapport, il a fallu inévitablement adapter plusieurs fois les données chiffrées en fonction des modifications des chiffres officiels, ceci en particulier pour les émissions du trafic routier où il fallait intégrer les chiffres du rapport n° 355 qui n'ont été disponibles sous leur forme définitive qu'à fin 2004. Il s'est avéré nécessaire de compléter les données concernant les émissions de PM<sub>10</sub>. Enfin, les données concernant les émissions d'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ne sont disponibles que sous une forme provisoire; elles ont donc été « gelées » à un état intermédiaire. Dans la mesure où les adaptations faites concernaient des émissions qui sont inscrites dans les inventaires suisses des gaz à effet de serre, certains chiffres ont ensuite été harmonisés avec ceux des inventaires.

##### **3.1.2 Détails sur la source des données concernant les NO<sub>x</sub>, les COVNM et le SO<sub>2</sub>**

Les chiffres relatifs aux émissions de ces gaz sont tirés de l'inventaire annuel le plus récent des émissions de gaz à effet de serre établi par la Suisse à l'intention de l'UNFCCC (Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques; Swiss Greenhouse Gas Inventory 2002; Submission 2004, OFEFP, Berne, 2004). A la différence de l'inventaire des gaz à effet de serre, où les calculs sont effectués sur la base des volumes vendus et où les vols transfrontaliers ne sont pas pris en compte (« bunker »), le présent rapport englobe les émissions produites sur et au-dessus du territoire de la Suisse (principe territorial). Il est donc comparable à la méthodologie de la SLPA, ainsi qu'aux rapports n°s 255 et 256 de l'OFEFP sur les émissions polluantes et à leurs compléments. Les chiffres concernant les émissions ne sont toutefois pas directement comparables avec ceux de l'inventaire des gaz à effet de serre.

D'autres différences concernent la prise en compte à posteriori du recensement le plus récent des émissions du trafic routier (OFEFP 2004) et des prévisions concernant le trafic aérien faites par l'OFAC. Les données concernant les COVNM tiennent compte des derniers recensements effectués dans le cadre de la taxe d'incitation sur les COV (OFEFP 2003, Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998 et 2000 (Émissions de COV anthropogènes en Suisse en 1998 et 2001), document en allemand).

##### **3.1.3 Détails sur la source des données concernant les PM<sub>10</sub>**

Les chiffres des émissions pour les années 1950 à 2010 sont tirés de Documents Environnement n° 136 (OFEFP 2001), mais ont été adaptés en fonction des taux d'activité et des prévisions du dernier inventaire des émissions de gaz à effet de serre (OFEFP 2004), et extrapolées jusqu'en 2020. Pour le trafic routier, on a utilisé les chiffres du Cahier de l'environnement n° 355 (OFEFP 2004). Les émissions dues au trafic ferroviaire reflètent l'état décrit dans Documents Environnement n° 144 (OFEFP 2002). On a également pris en considération la directive Air Chantiers (selon OFEFP 2003, Documents Environnement n° 148).

### **3.1.4 Détails sur la source des données concernant le $\text{NH}_3$**

Il n'existe pas encore de chiffres définitifs concernant les émissions d'ammoniac en Suisse. Les analyses sont donc fondées sur une situation intermédiaire des recensements. Les données intermédiaires utilisées sont documentées de manière détaillée dans l'annexe 6 du présent rapport dans l'optique d'une analyse ultérieure.

## **3.2 Principaux rapports pris en compte**

### **Combustibles et carburants**

Loi sur le  $\text{CO}_2$ . Le point de la situation: Mise à jour.  $\text{CO}_2$ : Perspectives et calculs de sensibilité, Prognos, état: mars 2004 (rapport en allemand avec résumé en français).  
Statistique globale suisse de l'énergie 2002, Office fédéral de l'énergie, 2003.

Pour d'autres rapports de base, voir la bibliographie à la fin du présent rapport.

### **PM10**

Émissions de PM10 par abrasion et tourbillonnement dues au trafic: Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, DETEC/OFROU, 2003 (rapport en allemand, avec résumé en français).

PM10 et trafic ferroviaire: PM10-Emissionen des Verkehrs; Statusbericht Teil Schienenverkehr, OFEFP, Berne, 2002, Documents Environnement n° 144 (en allemand, avec résumé en français).

PM10 et machines de chantier: Équipement de machines de chantier en filtres à particules, OFEFP, Berne, 2002, Documents Environnement n° 148.

Mesures de réduction des émissions de PM10, OFEFP, Berne, 2001, Documents Environnement n° 136.

Pour d'autres rapports de base concernant les PM10, voir la bibliographie à la fin du présent rapport.

### **$\text{NH}_3$**

Émissions d'ammoniac en Suisse: Nouvel inventaire 2000, Haute école suisse d'agronomie (HESA), sur mandat de l'OFEFP (publication en préparation; chiffres: état février 2005).

Pour d'autres rapports de base concernant le  $\text{NH}_3$ , voir la bibliographie à la fin du présent rapport.

### **$\text{NO}_x$ , COVNM, $\text{SO}_2$**

Swiss Greenhouse Gas Inventory 2002; Submission 2004, OFEFP, Berne, 2004.

Émissions polluantes du trafic routier, OFEFP, Berne, 2004, Cahier de l'environnement n° 355.

Émissions polluantes dues à l'activité humaine en Suisse de 1900 à 2010, OFEFP, Berne, 1995, Cahier de l'environnement n° 256.

Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998 und 2001, OFEFP, 2003 (disponible uniquement en allemand); téléchargeable sur Internet, OFEFP, Berne 1.11.2003.

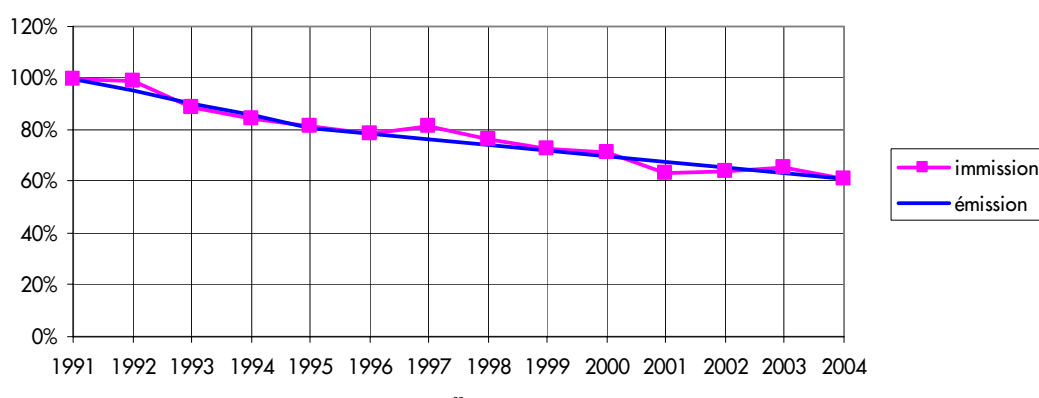
Pour d'autres rapports de base concernant ces polluants ainsi que les charges d'ozone en Suisse, voir la bibliographie à la fin du présent rapport.

### 3.3 Indications sur la fiabilité des données concernant les émissions

Une comparaison de l'évolution des émissions avec celle des immissions permet de contrôler de manière indépendante si ces données sont plausibles. Le réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) mesure la pollution de l'air en Suisse en 16 emplacements, qui peuvent être classés en différents types allant du couloir routier jusqu'à la haute montagne. Les données sont utilisées pour évaluer la qualité de l'air et les résultats des mesures prises en matière de protection de l'air. Les figures ci-après comparent l'évolution relative des émissions chiffrées selon le présent rapport et des immissions mesurées par le réseau NABEL. La comparaison porte sur la période allant de 1991 à 2004. En 1991, le réseau de mesures NABEL élargi a été mis en service. Étant donné l'influence des conditions météorologiques sur les immissions, les tendances ne peuvent être interprétées que sur la base de séries portant sur plusieurs années (environ 10 ans).

#### 3.3.1 Comparaison de l'évolution des émissions et des immissions de $\text{NO}_x$

*Évolution relative des immissions et des émissions de  $\text{NO}_x$  (100 % correspond à l'état en 1991)*



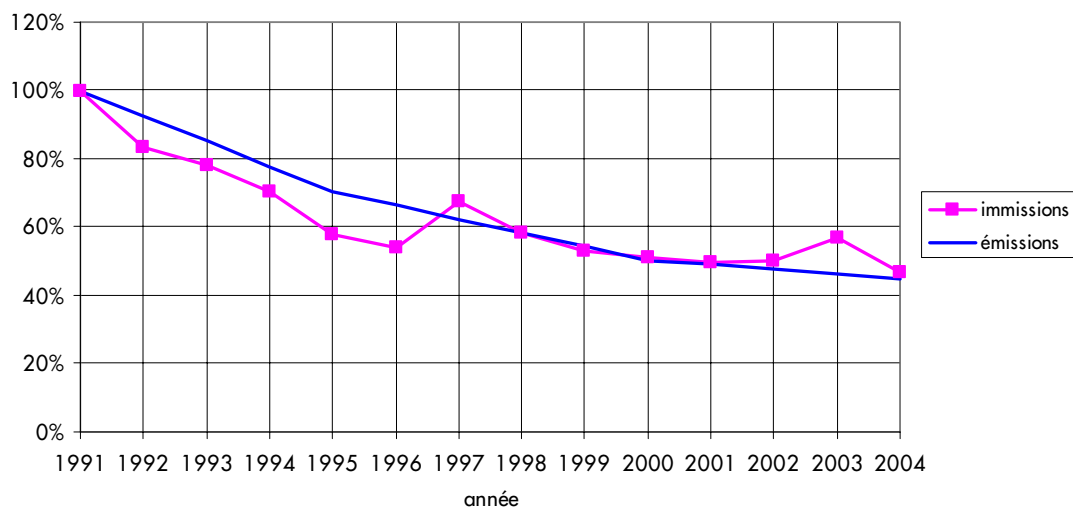
#### Légende

Les immissions de  $\text{NO}_x$  sont mesurées depuis 1991 en 16 emplacements du réseau NABEL. Les données présentées sont les valeurs moyennes de ces stations, exception faite de la station de haute montagne du Jungfraujoch et de l'emplacement dans un couloir routier à Berne. La station de mesure de ce dernier a dû être déplacée en 1997, ce qui a eu une influence sur l'évolution des immissions. L'évolution relative des émissions de  $\text{NO}_x$  concorde très bien avec celle des immissions, ce qui confirme la qualité des données relatives aux émissions.

Les fluctuations d'une année à l'autre ne doivent pas être interprétées comme une tendance; en effet, les conditions météorologiques, en particulier les situations d'inversion thermique en hiver, ont une influence importante.

### 3.3.2 Comparaison de l'évolution des émissions et des immissions de COVNM

**Évolution relative des immissions et des émissions de COVNM (100 % correspond à l'état en 1991)**



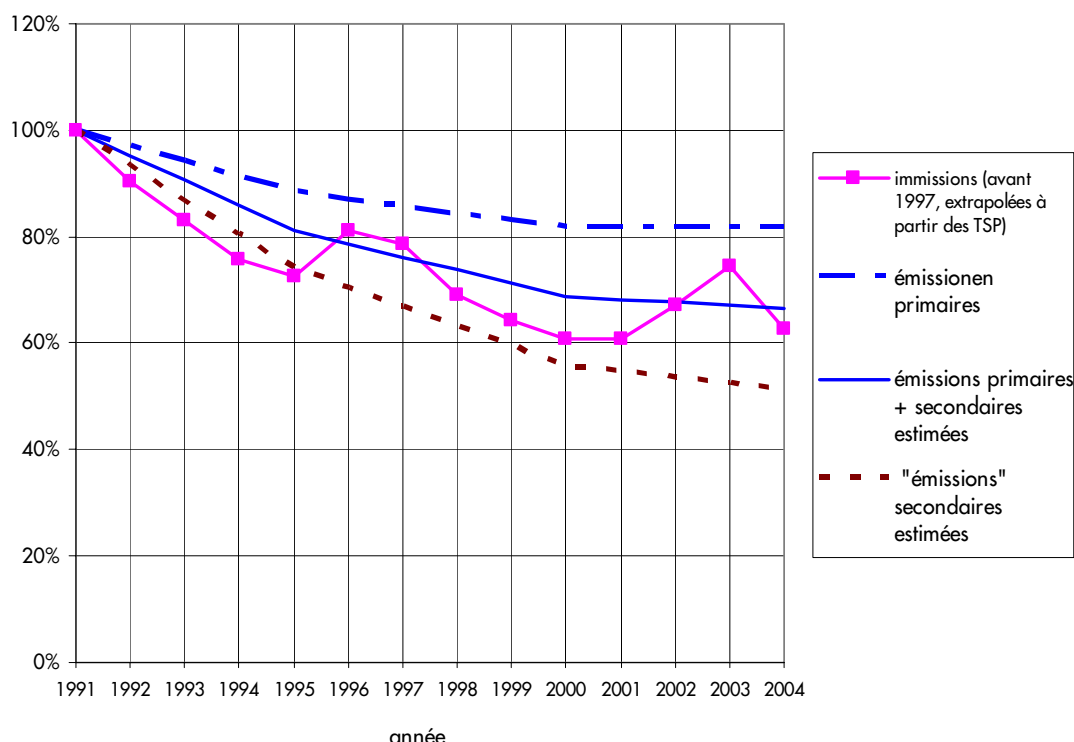
#### **Commentaire concernant la figure**

Au cours de la période considérée, les immissions de COVNM n'ont été mesurées sans interruptions qu'en deux emplacements du réseau NABEL. L'évolution relative des émissions concorde néanmoins bien avec celle des immissions.

Les fluctuations d'une année à l'autre ne doivent pas être interprétées comme une tendance; en effet, les conditions météorologiques, en particulier la durée et l'intensité des situations d'inversion thermique en hiver, ont une influence importante.

### 3.3.3 Comparaison de l'évolution des émissions et des immissions de PM10

Évolution relative des immissions et des émissions de PM10 (100 % correspond à l'état en 1991)



#### Commentaire concernant la figure

Les PM10 sont mesurées depuis 1997 en 14 emplacements du réseau NABEL. Les données relatives aux immissions d'avant 1997 sont extrapolées à partir des données concernant les TSP, sur la base de relations entre les PM10 et les poussières totales (TSP) établies par le NABEL.

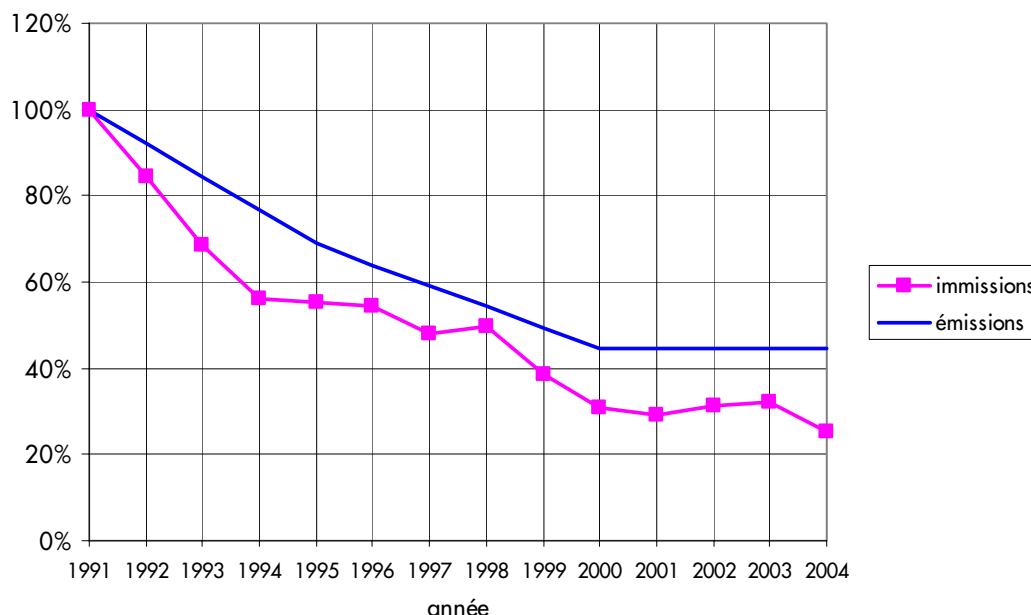
Les immissions de PM10 qui correspondent à la moyenne de 13 stations NABEL (sans la station de haute montagne du Jungfraujoch) baissent plus rapidement que les émissions primaires de PM10 au cours de la période considérée. Cette différence s'explique par le fait que, dans l'air extérieur, environ la moitié des PM10 est composée d'aérosols secondaires. Ces petites particules de poussières se forment dans l'atmosphère à partir des précurseurs gazeux – le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les COVNM et le NH<sub>3</sub>. Des études approfondies réalisées dans le cadre du PNR41 (Hüglin 2000) ont permis de caractériser la composition des poussières fines; elles comportent en gros 50 % de PM10 primaires, 20 % de sulfates, 20 % de nitrates (tous deux principalement sous forme de sels d'ammonium) et 10 % de matière organique secondaire. Les émissions de certains précurseurs (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> et COVNM) ont plus fortement diminué que celles des PM10 primaires. Si l'on détermine la combinaison des « émissions » primaires et secondaires sur la base de la répartition indiquée ci-dessus, on obtient la courbe continue qui concorde bien avec l'évolution des immissions.

Les variations météorologiques d'une année à l'autre, en particulier la durée et l'intensité des situations d'inversion thermique en hiver, jouent également un rôle important en ce qui concerne les immissions de poussières fines.



### 3.3.4 Comparaison de l'évolution des émissions et des immissions de SO<sub>2</sub>

Évolution relative des immissions et des émissions de SO<sub>2</sub> (100 % correspond à l'état en 1991)



#### Commentaire concernant la figure

En Suisse, les immissions de SO<sub>2</sub> diminuent plus rapidement que les émissions de SO<sub>2</sub>. Cette différence s'explique par le fait que, dans notre pays, le recul le plus important des *émissions* a été enregistré *entre 1980 et 1990*. Depuis, les émissions de SO<sub>2</sub> se situent à un niveau faible et ne sont aujourd'hui mesurées que par six stations NABEL (ainsi qu'au Jungfraujoch, station qui n'est pas prise en compte ici pour le calcul de la valeur moyenne). C'est pourquoi, s'agissant du SO<sub>2</sub>, les émissions des pays voisins jouent également un rôle non négligeable. En Europe, la réduction la plus importante a eu lieu après 1990, donc en décalage par rapport à la Suisse (cf. Examen de 2000 des stratégies et des politiques visant à réduire la pollution atmosphérique, CEE-ONU). Aussi, il est compréhensible qu'entre 1991 et 2004, les immissions accusent une baisse plus forte que les émissions suisses de SO<sub>2</sub>.

Les fluctuations d'une année à l'autre ne doivent pas être interprétées comme une tendance; en effet, les conditions météorologiques, en particulier la durée et l'intensité des situations d'inversion thermique en hiver, ont une influence importante.

### 3.3.5 **Commentaire concernant les figures**

Les figures ci-dessus présentent les immissions moyennes mesurées par les stations NABEL par rapport aux niveaux de 1991 (100 % = pollution atmosphérique moyenne en 1991) ainsi que les émissions des polluants correspondants par rapport aux chiffres pour l'année 1991 (100% = émissions suisses en 1991). Ce sont ces données relatives aux émissions qui servent de base aux analyses du présent rapport.

Les figures montrent que la modification observée de la charge moyenne de l'air extérieur en  $\text{NO}_x$  (précurseurs du  $\text{NO}_2$  et de l'ozone), en COVNM (précurseurs de l'ozone), en  $\text{PM}_{10}$  et en  $\text{SO}_2$  concorde bien avec les chiffres relatifs aux émissions pour la Suisse.

Les comparaisons entre l'évolution des émissions et celle des immissions mettent en évidence l'excellente qualité des chiffres relatifs aux émissions. La base de données disponible permet donc de faire des affirmations fiables concernant les émissions de la Suisse et les mesures nécessaires en matière d'hygiène de l'air.

## 4 Évolution des émissions jusqu'en 2020 et objectifs écologiques

### 4.1 Objectifs écologiques

Au sens de la législation sur la protection de l'environnement, la lutte contre la pollution de l'air a pour tâche de protéger l'homme et l'environnement contre les atteintes nuisibles ou incommodantes. Ces objectifs de protection sont concrétisés dans l'ordonnance sur la protection de l'air sous forme de valeurs limites d'immission et dans des traités internationaux<sup>1</sup> comme charges critiques. Dans le Rapport sur les mesures d'hygiène de l'air adoptées par la Confédération et les cantons, le Conseil fédéral a montré dans quelles proportions les émissions de polluants devaient être réduites afin de pouvoir atteindre les objectifs de protection en vigueur. En se rapportant à l'an 2000, on obtient les besoins de réduction suivants:

<i>Polluant</i>	<i>Réductions nécessaires des émissions en Suisse par rapport à l'an 2000</i>	<i>Selon l'objectif de protection suivant:</i>
SO <sub>2</sub>	<b>éviter une nouvelle augmentation</b>	VLI SO <sub>2</sub>
	<b>éviter une nouvelle augmentation</b>	CL acidification <sup>2</sup>
NO <sub>x</sub>	environ 40 %	VLI NO <sub>2</sub>
	environ 60 %	VLI O <sub>3</sub> CL acidification <sup>2</sup> CL azote <sup>3</sup>
COVNM	environ 50 %	VLI ozone
Poussières fines	environ 45 %	VLI PM10
NH <sub>3</sub>	environ 45 %	CL azote <sup>3</sup>
Substances cancérigènes	autant que la technique le permet	santé

#### Légende

VLI	valeur limite d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air
CL	charge critique (critical load) à respecter à long terme sur la base d'accords internationaux (Convention de Genève)
SO <sub>2</sub>	dioxyde de soufre
NO <sub>x</sub>	oxydes d'azote (dioxyde et monoxyde)
NO <sub>2</sub>	dioxyde d'azote
O <sub>3</sub>	ozone
COV	composés organiques volatils
PM10	poussières fines respirables
NH <sub>3</sub>	ammoniac

<sup>1</sup> CEE-ONU: Convention de Genève du 13 novembre 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (avec protocoles additionnels)

<sup>2</sup> Valeur fixée dans le protocole d'Oslo relatif à une nouvelle réduction des émissions de soufre

<sup>3</sup> Protocole de Göteborg relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique

## 4.2 Catégories de sources polluantes

Dans les chapitres suivants, les mesures prises jusqu'ici sont présentées et appréciées en fonction des polluants atmosphériques et des *catégories de sources*. Celles-ci ont été définies de la manière suivante: un groupe de sources polluantes est considéré comme faisant partie d'une même catégorie si les émissions de ces sources peuvent être réduites par des mesures analogues.

Les exemples suivants illustrent les réflexions contribuant au choix d'une catégorie de sources:

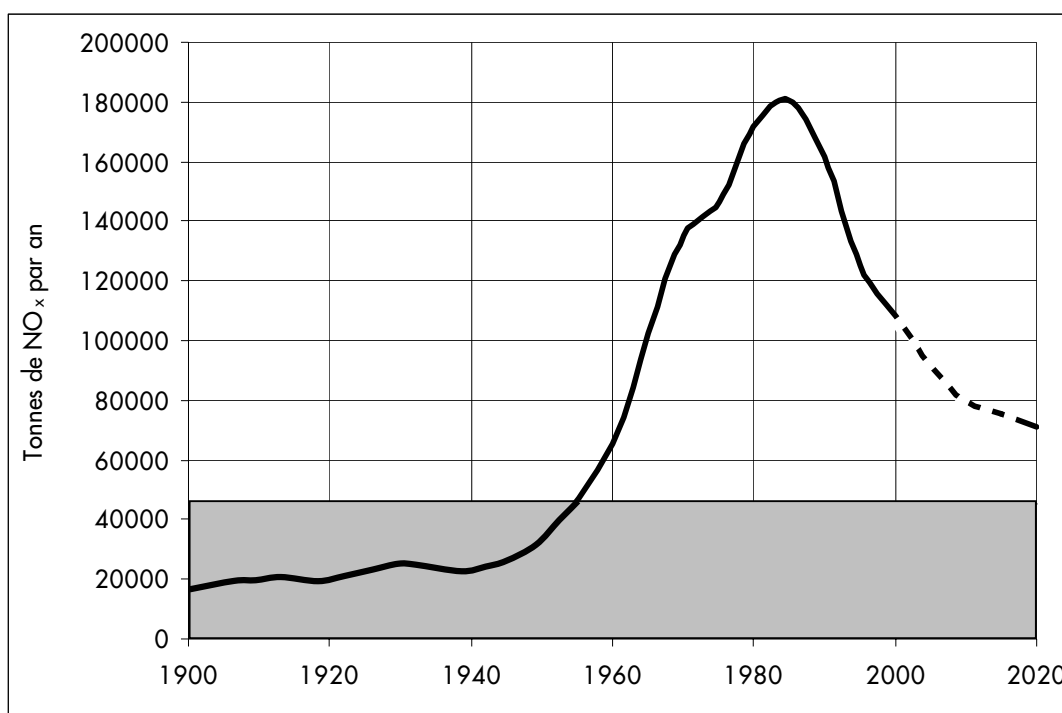
1. Les voitures de tourisme et les voitures de livraison constituent deux catégories différentes, parce que les mesures de gestion des places de stationnement ont des effets plus importants sur les voitures de tourisme que sur les voitures de livraison.
2. Les machines agricoles et sylvicoles ainsi que les machines utilisées dans l'industrie et l'artisanat sont considérées comme une seule catégorie de sources, bien que nombre d'entre elles soient soumises à la loi sur la circulation routière (plus de 90 % des machines agricoles et sylvicoles). En effet, il existe des prescriptions spéciales relatives à l'équipement de ces véhicules, différentes de celles concernant les véhicules routiers.
3. Il existe deux catégories de données relatives aux émissions de PM<sub>10</sub> dues au trafic, celles concernant le transport de personnes (voitures de tourisme plus autobus des transports publics plus autocars plus motos) et celles concernant le transport des marchandises (trafic utilitaire lourd plus voitures de livraison). Les catégories de sources polluantes ont été adaptées en conséquence.
4. Les activités générant des émissions de NO<sub>x</sub> et de COVNM sont très diverses. Dans le cas des NO<sub>x</sub>, les activités produisant des gaz d'échappement par utilisation de carburants ou de combustibles dominant, alors que dans le cas des COVNM, ce sont les activités impliquant l'utilisation de solvants, telles que les dégraissages ou l'application de peinture (cf. également la section 6.6.1 consacrée aux activités et à leur description). Les activités générant des NO<sub>x</sub> et des COVNM sont donc réparties dans des catégories de sources fort diverses puisque basées sur la nature des mesures à prendre pour réduire les émissions.

Le choix de la catégorie de sources dépend notamment du polluant atmosphérique examiné, comme le montre l'exemple 4.

Pour des raisons pratiques, les catégories de sources qui ne sont responsables que d'une faible part des émissions considérées sont rassemblées dans une catégorie « Autres ».

### 4.3 Oxydes d'azote $\text{NO}_x$

#### 4.3.1 Évolution des émissions de $\text{NO}_x$ jusqu'en 2020



#### Légende

« Objectif écologique » (en gris): domaine dans lequel les émissions totales devraient se situer selon l'état actuel des connaissances afin que les valeurs limites d'immission fixées par l'ordonnance sur la protection de l'air pour l'ozone et les charges critiques concernant l'acidification et l'azote puissent être respectées (environ 46 000 tonnes de  $\text{NO}_x$  par an).

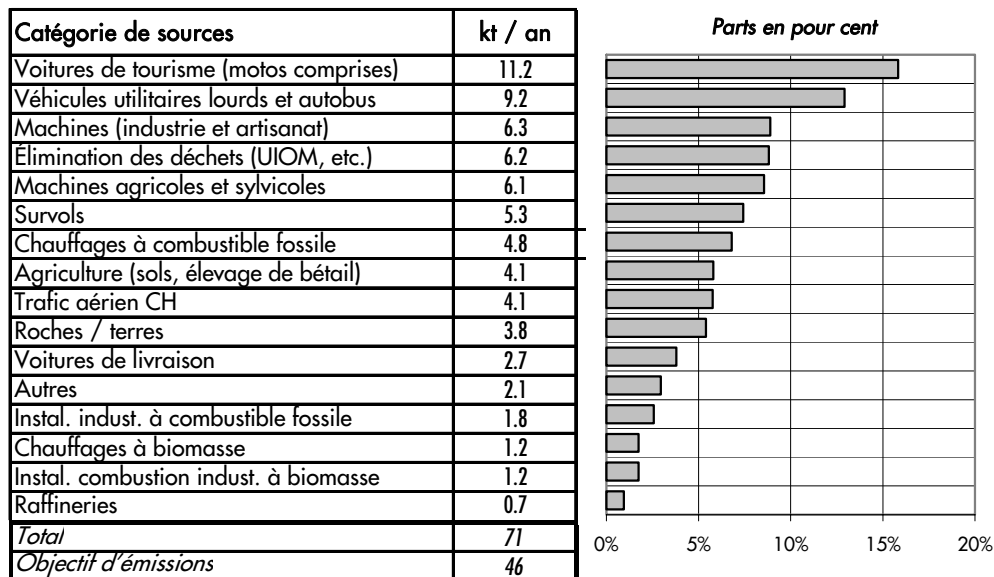
#### Commentaire

Depuis le niveau maximal du milieu des années 80, les émissions sont en constant recul, lequel devrait se poursuivre grâce à la réalisation de mesures décidées. Malgré cela, il faut s'attendre à ce que les résultats obtenus en 2020 soient *loin de l'objectif* écologique.

#### 4.3.2 Prévisions de NO<sub>x</sub> pour 2020 par catégorie de sources polluantes

Les mesures adoptées aujourd'hui ne déploieront en partie leurs effets que dans de nombreuses années. Cette section présente la situation en 2020 par catégorie de sources et la compare aux objectifs visés pour respecter les buts de l'OPair.

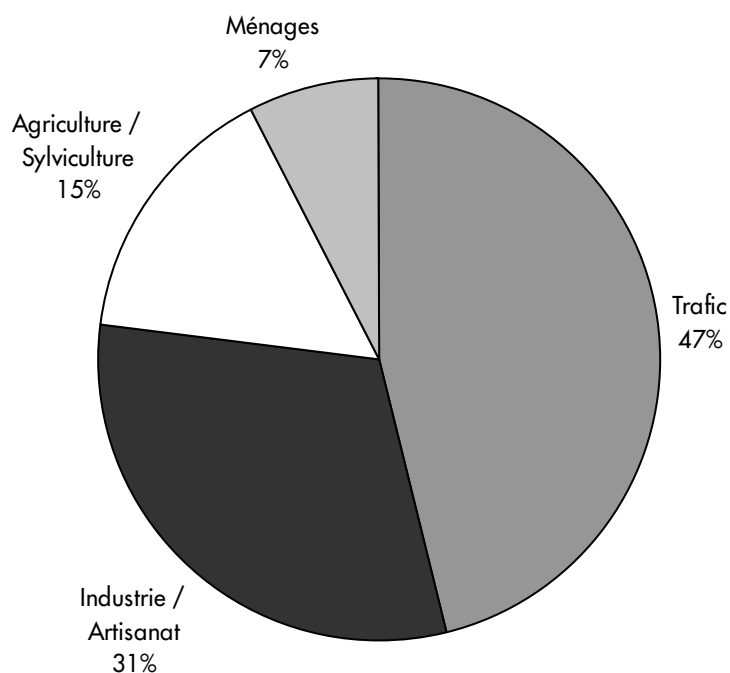
**Tableau des émissions 2020**



#### Légende

kt/an	kilotonnes par an
Machines (industrie et artisanat)	comprend également la contribution du groupe bricolage / jardinage (moteurs à faible puissance)
UIOM	usines d'incinération des ordures ménagères
Survols	émissions produites lors des survols du territoire suisse
Trafic aérien CH	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors du vol entre la frontière suisse et l'aéroport
Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
Autres	navigation, trafic ferroviaire, aciéries, séchage de l'herbe etc.

**Quotes-parts des émissions de  $\text{NO}_x$  en 2020: vue d'ensemble**



**Commentaire sur les valeurs du tableau et la figure concernant les quotes-parts d'émissions**

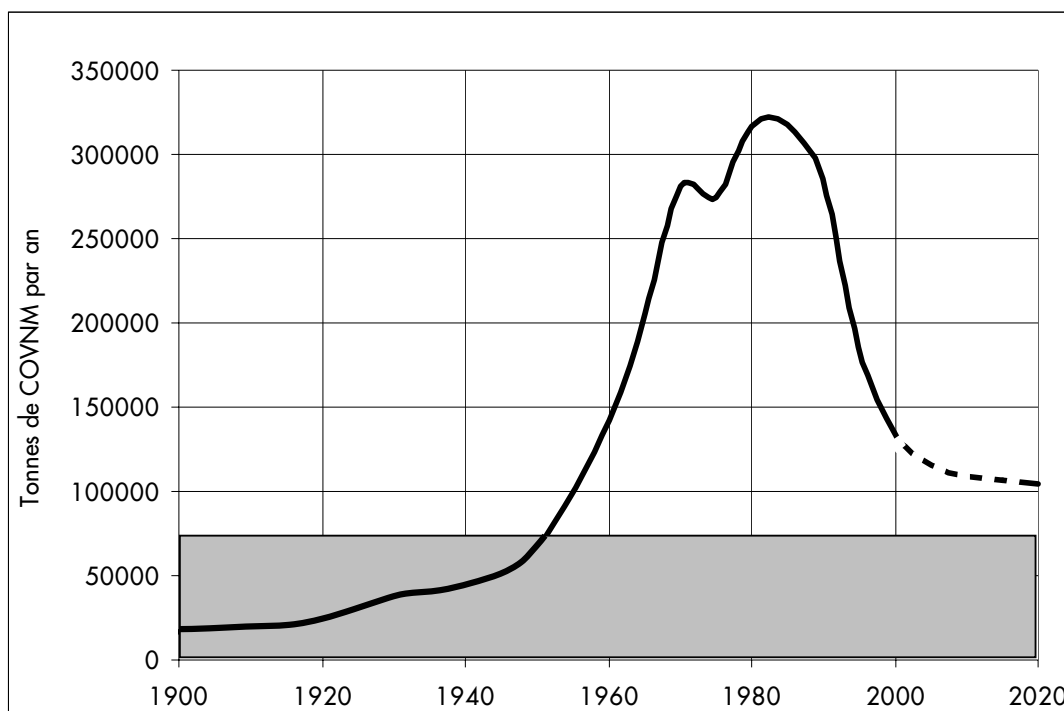
En 2020, les voitures de tourisme et les véhicules utilitaires lourds devraient contribuer de manière à peu près égale aux émissions de  $\text{NO}_x$  en Suisse (environ 10 kt/an).

Parmi les groupes de sources polluantes jouant un rôle de premier plan en 2020, on note la grande importance du trafic aérien: les catégories Trafic aérien et Survol engendrent ensemble des émissions de  $\text{NO}_x$  de 9,4 kt/an. Ces dernières sont du même ordre de grandeur que celles attendues en 2020 pour les voitures de tourisme, respectivement le trafic lourd (les émissions relatives au trafic aérien ont été revues à la baisse en 2003 sur la base de nouvelles estimations de l'augmentation du trafic aérien).

En Suisse, malgré la poursuite de l'application des mesures contraignantes, le niveau des émissions sera encore nettement supérieur, en 2020, à celui de l'objectif écologique; le surplus se monte en effet à 24 kt/an, ce qui représente un dépassement d'environ 50 % par rapport à l'objectif.

## 4.4 Composés organiques volatils (hors méthane), COVNM

### 4.4.1 Évolution des émissions de COVNM jusqu'en 2020



#### Légende

« Objectif écologique » (en gris): domaine dans lequel les émissions totales devraient se situer selon l'état actuel des connaissances afin que les valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air concernant l'ozone puissent être respectées (environ 80 000 tonnes de COVNM par an).

#### Commentaire

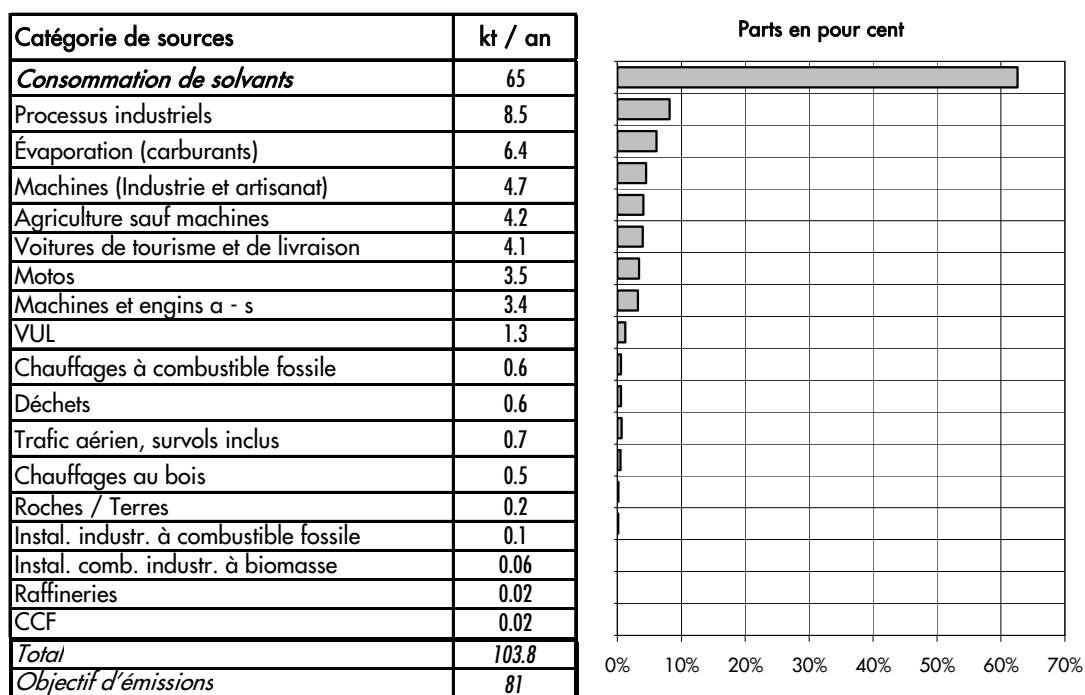
En Suisse, les émissions de COVNM, tout comme celles des oxydes d'azote  $\text{NO}_x$ , sont en recul depuis le milieu des années 80. Toutefois, même en poursuivant l'application des mesures adoptées, on peut s'attendre à ce que le niveau des émissions produites en Suisse en 2020 reste nettement au-dessus de celui de l'objectif écologique.

Parmi les COVNM figure un nombre important de substances cancérogènes. Le benzène, le benzo(a)pyrène, le trichloréthylène et le chlorure de vinyle (cf. annexe 1, ch. 8, OPair) en sont des exemples types. Les substances de cette catégorie sont à considérer comme nocifs même en faible concentration. Elles présentent un risque sanitaire même si les objectifs écologiques sont respectés. Leurs émissions doivent donc être limitées davantage même si les objectifs écologiques sont atteints.



#### 4.4.2 Prévisions de COVNM pour 2020 par catégorie de sources polluantes

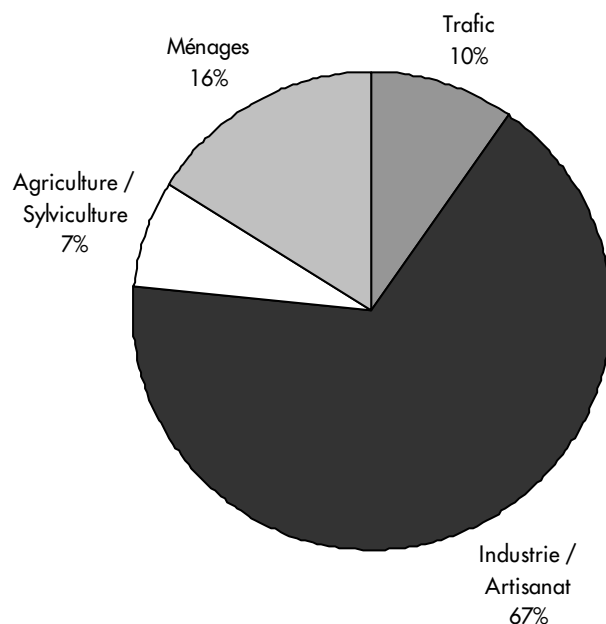
Tableau des émissions 2020



#### Légende et commentaire

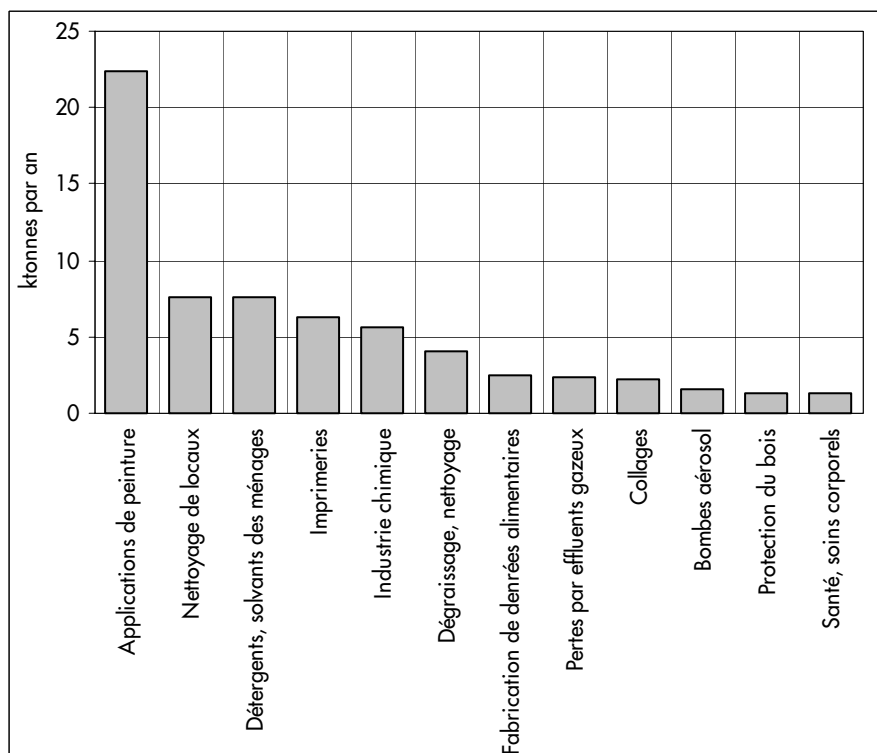
kt/an	kilotonnes par an
Processus industriels	production d'huiles minérales, d'asphalte et autres (pas de processus de combustion)
Machines (industrie et artisanat)	comprend également la contribution du groupe bricolage / jardinage
VUL	véhicules utilitaires lourds et autobus
Machines a - s	machines et appareils agricoles et sylvicoles
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors des survols
Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
CCF	installations de couplage chaleur-force

### Quotes-parts des émissions COVNM en 2020: vue d'ensemble



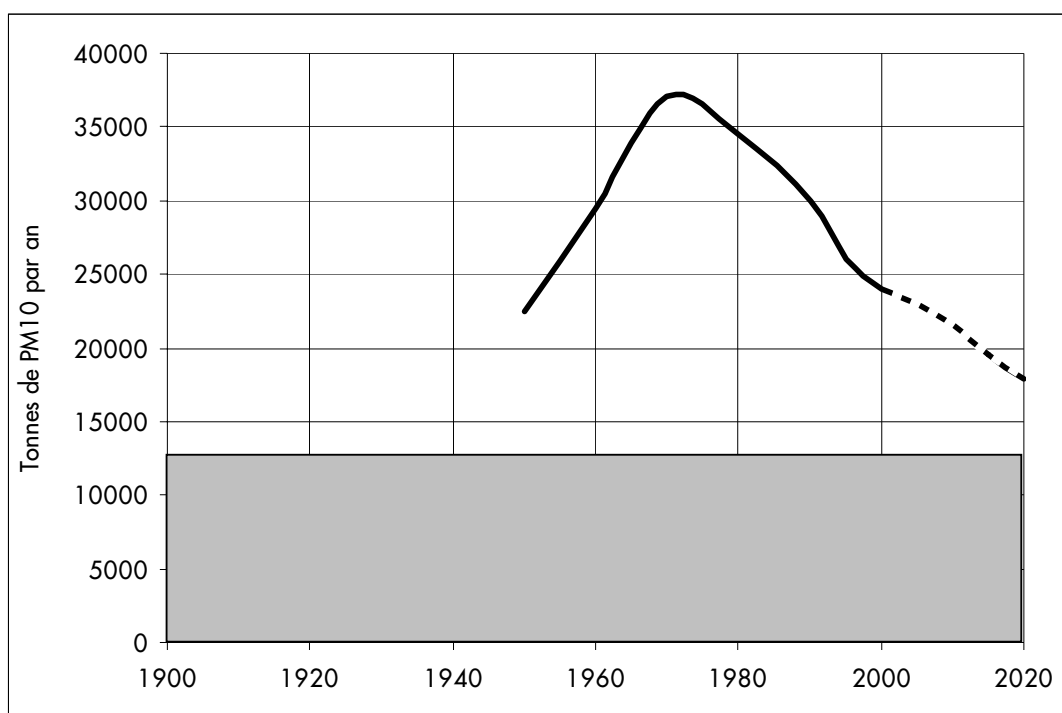
### Prévisions détaillées de la consommation de solvants 2020

En 2020, environ 70 % des émissions de COVNM proviendront de l'utilisation de solvants organiques dans l'industrie, l'artisanat et les ménages. Les contributions se répartissent de la manière suivante:



## 4.5 Poussières fines respirables PM10

### 4.5.1 Évolution des émissions de PM10 jusqu'en 2020



#### Légende et commentaire

On ne dispose de données que depuis 1950. « Objectif écologique » (en gris): domaine à l'intérieur duquel les émissions totales devraient se situer, selon l'état actuel des connaissances, pour que les valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air puissent être respectées (environ 12 000 tonnes de PM10 par an).

Depuis 1970, les émissions de poussières fines sont en constant recul. Cependant, malgré la poursuite de l'application des mesures adoptées jusqu'ici, il faut s'attendre à ce qu'en 2020, le niveau des émissions en Suisse se situe nettement au-dessus de celui de l'objectif écologique.

#### Complément: poussières cancérogènes

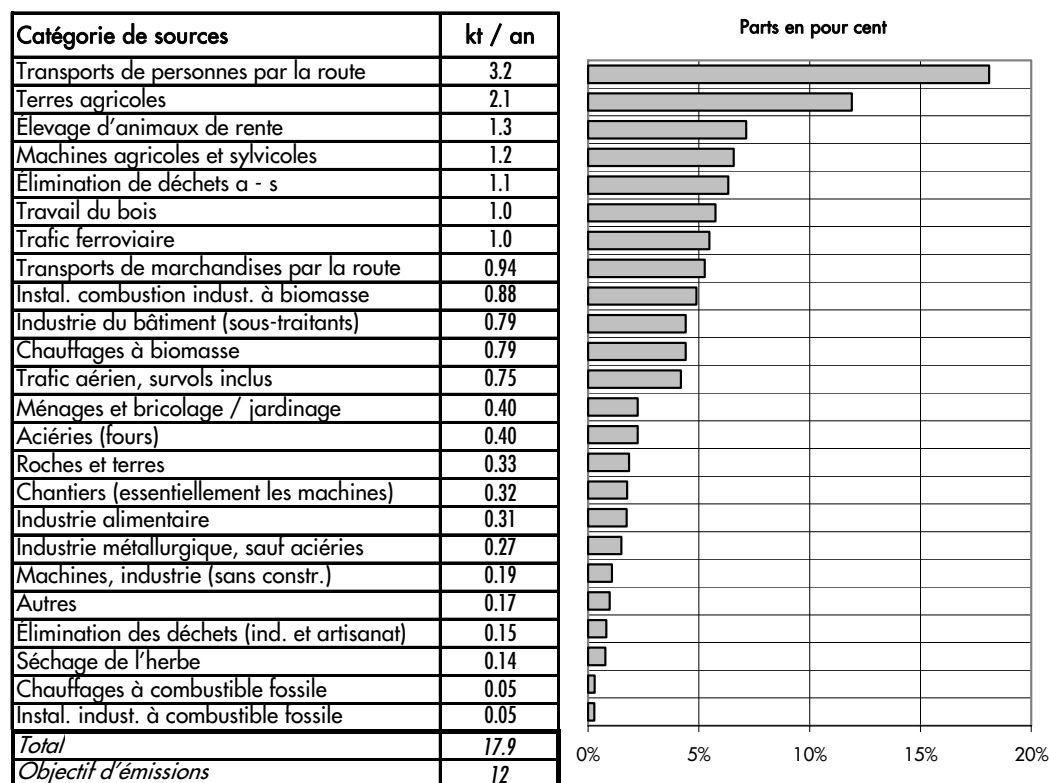
Parmi les particules de PM10 se trouvent des substances cancérogènes. Cela vaut, par exemple, pour les particules de suie provenant des moteurs diesel (suies de diesel), pour les poussières de bois de chêne et de hêtre ainsi que pour les aérosols qui contiennent des métaux lourds, tels que le cadmium ou le cobalt. Les substances de cette catégorie sont déjà à considérer comme nocives en faibles concentrations. Ainsi, même si l'objectif écologique relatif aux PM10 est respecté, ces substances présentent toujours un risque sanitaire. Leurs émissions devront donc continuer à être limitées en conséquence même lorsque l'objectif écologique fixé pour les PM10 aura été atteint (cf. annexe 1, ch. 83, OPair).

Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les poumons, mais moins elles contribuent à la masse. Du point de vue sanitaire, il est donc important que les émissions (des moteurs diesel p. ex.) soient évaluées non seulement par rapport à la masse totale des PM10, mais également par rapport au nombre de particules ultrafines. Les mesures de réduction doivent donc être conçues de telle manière qu'elles réduisent efficacement non seulement les quantités de particules grossières, qui constituent la part prépondérante de la masse des PM10, mais aussi

celles des particules ultrafines présentes en grand nombre mais ne contribuant guère à la masse des PM10.

#### 4.5.2 Prévisions de PM10 pour 2020 par catégorie de sources polluantes

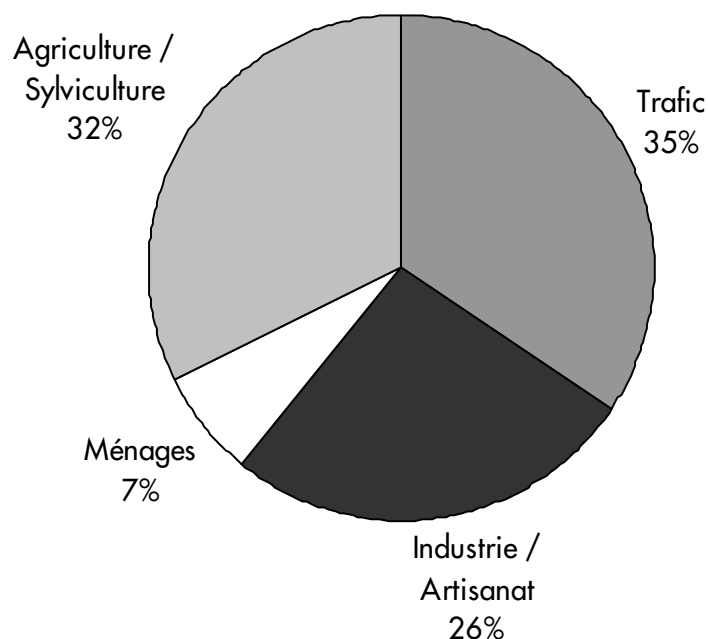
Tableau des émissions 2020



#### Légende

kt/an	kilotonnes par an
Transport de personnes par la route	voitures de tourisme, motos, cars et autobus
Terres agricoles	tourbillonnement de poussières produit lors de travaux agricoles,
Élimination des déchets agricoles et sylvicoles (a - s)	principalement l'incinération des branchages et des écorces
Transport de marchandises par la route	véhicules utilitaires lourds et voitures de livraison
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse, ainsi que lors des survols de la Suisse
Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
Autres	navigation, production de denrées alimentaires, bricolage / jardinage, etc.

#### Quotes-parts des émissions de PM10 en 2020: vue d'ensemble



#### 4.5.3 Commentaire: état des bases des émissions de PM10

##### Émissions de PM10 dues à l'abrasion et au tourbillonnement

Les émissions de PM10 dues à l'abrasion et au tourbillonnement sont difficiles à quantifier. La plupart des données actuellement disponibles sont des estimations basées sur les émissions de poussières totales connues et sur des données de la littérature ou des estimations de la proportion des poussières fines dans les émissions de poussières totales. Plusieurs projets de recherche qui amélioreront à moyen terme les bases d'évaluation sont en cours.

Une première étude plus précise des émissions de PM10 provenant du trafic ferroviaire (Documents Environnement n° 144, 2002, OFEFP) a montré que les estimations (Documents Environnement n° 136) livraient des valeurs nettement trop élevées. Dans le présent rapport, les données chiffrées relatives aux émissions tiennent compte des résultats de ces travaux. En ce qui concerne le trafic routier, on dispose de données fiables concernant les émissions de PM10 depuis 2003, suite au projet « Vérification des facteurs d'émissions de PM10 de la circulation routière » (Verifikation der PM10-Emissionen des Strassenverkehrs). D'autres catégories de sources polluantes sont également à l'étude actuellement (élevage d'animaux et traitement du bois). Les données disponibles concernant les émissions proviennent toutefois encore d'estimations. Les premiers résultats de mesures concernant ces catégories permettent néanmoins de conclure que les estimations faites jusqu'ici livraient également des résultats nettement trop élevés.

En résumé: les estimations du présent rapport concernant la production de PM10 par abrasion et tourbillonnement seraient *systématiquement trop élevées* à l'exception de celles concernant les trafics routier et ferroviaire.

### **Conclusion**

En 2020, le niveau des émissions se situera, en Suisse, encore nettement au-dessus de celui de l'objectif écologique. Les bilans concernant les substances reposent sur des bases solides pour ce qui est des émissions dues aux moteurs et aux processus de combustion. Dans le cas des émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement, les bilans reposent encore en partie sur des estimations prudentes et l'on ne peut pas exclure que les futurs bilans relatifs à ces émissions se situent, pour certaines catégories de pollueurs, nettement en dessous des estimations.

Les variations dans les bilans de PM10 influencent non seulement les quantités émises mais également l'objectif écologique. Les objectifs écologiques sont en effet fixés d'après les émissions d'une année de référence. Si les quantités émises déterminées pour l'année de référence varient, l'objectif écologique est modifié en conséquence.

## **4.6 Ammoniac ( $\text{NH}_3$ )**

### **4.6.1 Remarques préliminaires: point de la situation**

On a pris conscience des problèmes résultant de la pollution de l'air par l'ammoniac longtemps après avoir reconnu la problématique des polluants « classiques » que sont les  $\text{NO}_x$ , le  $\text{SO}_2$  ou les COVNM. En conséquence, les connaissances actuelles concernant l'évolution des émissions et les mesures envisageables par rapport aux immissions excessives ne sont pas au même niveau que celles concernant les autres polluants atmosphériques. Il est généralement difficile de trouver aujourd'hui en Suisse des données chiffrées fiables et transparentes sur la charge en ammoniac. Dans ce qui suit, il faut considérer que les connaissances concernant les émissions d'ammoniac et les réductions des émissions par des mesures se fondent sur des données chiffrées dont les bases sont nettement moins solides que celles concernant les autres polluants atmosphériques.

À l'exception de celles de la station du Bachtel (ZH), on ne connaît pas de séries de mesures concernant les immissions d'ammoniac pouvant étayer la plausibilité des données et l'évolution des émissions. Les mesures effectuées au Bachtel entre 1993 et 2003 n'ont pas permis de dégager de tendance dans les immissions d'ammoniac (FUB 2004).

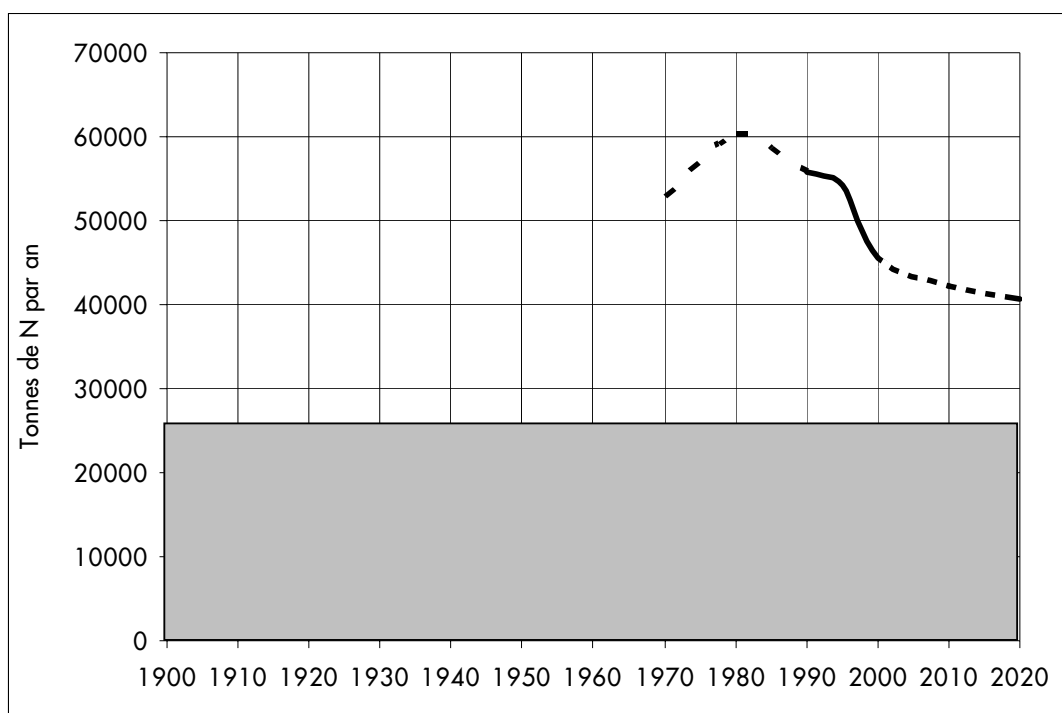
En revanche, on connaît bien à l'heure actuelle les effets exercés par les fortes émissions d'ammoniac et les apports excessifs d'azote dans les écosystèmes. On sait également de combien les apports d'azote devront être réduits pour abaisser ces effets à un niveau supportable. Ces chiffres se fondent principalement sur les vastes travaux effectués dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance.

Les mesures ciblées de réduction des rejets d'ammoniac se sont limitées jusqu'ici au domaine de la prévention et concernaient surtout des émissions d'origine non agricole.

Comme il y a absolue et indéniable nécessité d'agir, il est indiqué d'élaborer dès à présent des mesures sur les bases imparfaites actuelles et de quantifier leurs effets. L'évaluation définitive de l'effet global exercé par les mesures proposées ne peut être que provisoire au vu des données chiffrées existantes (état en février 2005).

Les données statistiques relatives à la production agricole qui ont été utilisées pour les calculs figurent à l'annexe 6.

#### 4.6.2 Évolution des émissions de $\text{NH}_3$ jusqu'en 2020 (en tant que N - $\text{NH}_3$ )



##### Légende

Les émissions d'ammoniac sont exprimées en masse d'azote (correspondant à 82 % de la masse de  $\text{NH}_3$ ). On ne dispose de données chiffrées qu'à partir de 1970. Les données d'avant 1990 sont des estimations n'ayant pas pris en compte les changements survenus dans les techniques de production agricole.

Partie en pointillés: estimations.

«Objectif écologique» (en gris): domaine dans lequel les émissions totales devraient se situer selon l'état actuel des connaissances afin que les charges critiques fixées à l'échelon international pour les apports d'azote (N) aux écosystèmes (« critical loads ») puissent être respectées (env. 26 000 tonnes de N -  $\text{NH}_3$  par an).

##### Commentaire

Les émissions d'ammoniac ont diminué entre 1990 et 2000. Toutefois, en 2020, l'« objectif écologique » ne sera de loin pas atteint. Par rapport à l'état de l'an 2000, les émissions d'ammoniac doivent être réduites de 42 %, par rapport à l'an 2020, de 36 %.

Un des paramètres déterminants pour les émissions d'ammoniac est *l'élevage d'animaux de rente*, en particulier les effectifs de bovins et de porcins. Le recul des émissions entre 1990 et 2000 est *principalement dû au recul des effectifs de bovins et de porcins* – catégories d'animaux occasionnant le plus d'émissions.

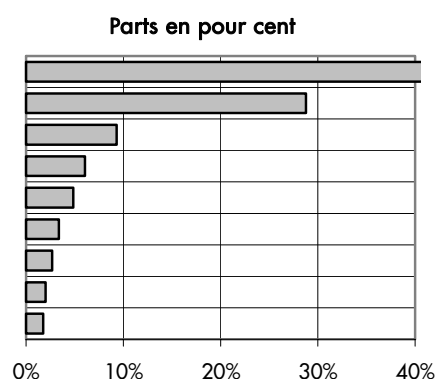
De grandes incertitudes entachent les prévisions concernant l'évolution des effectifs d'animaux. Les premières estimations disponibles concernant les émissions supposent que les quantités de lait et de viande produites resteront constantes d'ici à 2020, mais que les effectifs de porcs et de vaches laitières diminueront en raison de l'accroissement de la productivité résultant des recherches en matière d'élevage. On table sur une augmentation en ce qui concerne les vaches mères, les volailles à l'engrais et les chevaux alors que, pour les autres catégories d'animaux, on ne s'attend pas à de grands changements (cf. annexe 6). En outre, on suppose que la stabulation libre



augmentera de manière importante, ce qui, dans la conception actuelle, conduit à un accroissement des émissions. En revanche, l'augmentation prévue de la durée de pâture, la couverture des fosses à purin nouvellement construites et le passage croissant à des techniques d'épandage générant peu d'émissions contribuent à la réduction des émissions (cf. annexe 6). Ces évolutions contraires se compensent en grande partie dans le cas des émissions d'ammoniac. Sans efforts supplémentaires, il ne faut donc s'attendre qu'à une légère réduction des émissions entre 2000 et 2020, comme le montre le graphique.

#### 4.6.3 Émissions de $\text{NH}_3$ en 2020 par catégorie de sources polluantes (exprimées en masse d'azote (N))

Catégorie de sources	kt N/an
Épandage d'engrais de ferme	17.1
Étables, parcours	11.4
Stockage d'engrais de ferme	3.7
Surfaces agricoles utiles	2.4
Épandage d'engrais minéraux	1.9
Industrie, artisanat et ménages	1.3
Mise au pâturage	1.1
Trafic motorisé	0.8
Sources naturelles	0.7
<b>Total (sans sources naturelles)</b>	<b>39.7</b>
<b>Objectif d'émissions (sans les sources naturelles)</b>	<b>26</b>



##### Légende

kt N/an	kilotonnes d'azote provenant des émissions de $\text{NH}_3$ (« azote ammoniacal ») par an
Industrie, artisanat et ménages	Les émissions de cette catégorie de sources proviennent de décharges à raison de 60 % (en 1990) à 70 % (en 2000) et seront en net recul d'ici à 2020 (interdiction de mise en décharge).

##### Commentaire

Le présent bilan se réfère exclusivement à l'azote rejeté sous forme d'ammoniac (azote ammoniacal). À ces émissions s'ajoutent les émissions d'azote parvenant dans l'atmosphère sous forme oxydée ( $\text{NO}_x$ ). Avec environ 40 kt N/an, les émissions d'azote ammoniacal représentent presque le double de celles d'azote oxydé (22 kt N/an, correspondant à 71 kt  $\text{NO}_x$ /an; cf. 4.3.2).

On relèvera la part négligeable d'azote ammoniacal provenant des sources naturelles (forêts, animaux sauvages, etc.): en 2020, sa part sera inférieure à 2 % de l'azote ammoniacal parvenant dans l'air.

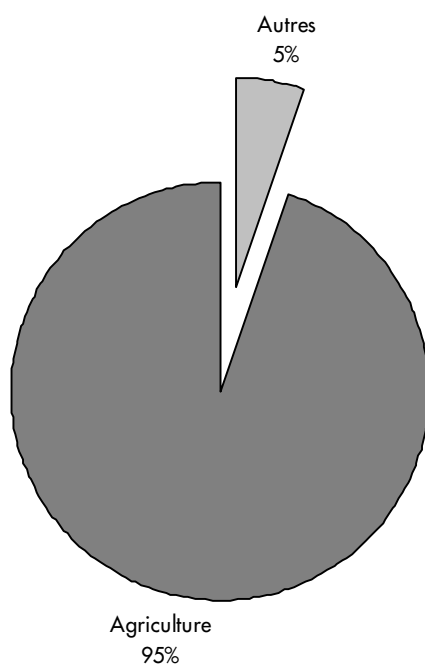
Les principales catégories de sources d'émissions d'ammoniac d'origine agricole sont les épandages d'engrais de ferme, les étables et le stockage des engrais de ferme. Pour évaluer les mesures concernant l'élevage et l'économie des engrais de ferme, il est judicieux de procéder à une répartition par espèces animales. En effet, il a été établi qu'il est possible de réduire les émissions, p. ex. dans l'élevage, pour certains types d'animaux et pour d'autres non; selon les espèces, les excréments ont en outre des teneurs d'azote volatil différentes (cf. annexe 6).

#### 4.6.4 Objectif écologique pour les émissions de $\text{NH}_3$

Les objectifs d'émissions de la Suisse en ce qui concerne le  $\text{NH}_3$  résultent de la charge limitée en azote atmosphérique que les écosystèmes non agricoles sont capables de supporter. À ce propos, il est particulièrement important, en termes pratiques et économiques, de relever que les forêts font partie de ces systèmes sensibles. Mais les hauts-marais et les prairies maigres sont également très sensibles. Des dégâts sont à craindre là où des dépassements des seuils critiques pour l'azote nutritif provenant de l'air (« critical load ») se produisent.

Les apports totaux d'azote dans l'environnement se composent des apports d'ammoniac ( $\text{NH}_3$  = forme réduite de N) et d'azote oxydé ( $\text{NO}_x$ ). La réduction requise pour l'azote oxydé a déjà été prise en compte dans les objectifs de  $\text{NO}_x$ . En moyenne suisse, l'azote ammoniacal représente environ 65 % des apports totaux d'azote. L'objectif écologique pour l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) a été défini en supposant que l'objectif écologique pour les oxydes d'azote  $\text{NO}_x$  était atteint.

##### Quotes-parts de $\text{NH}_3$ en 2020: vue d'ensemble

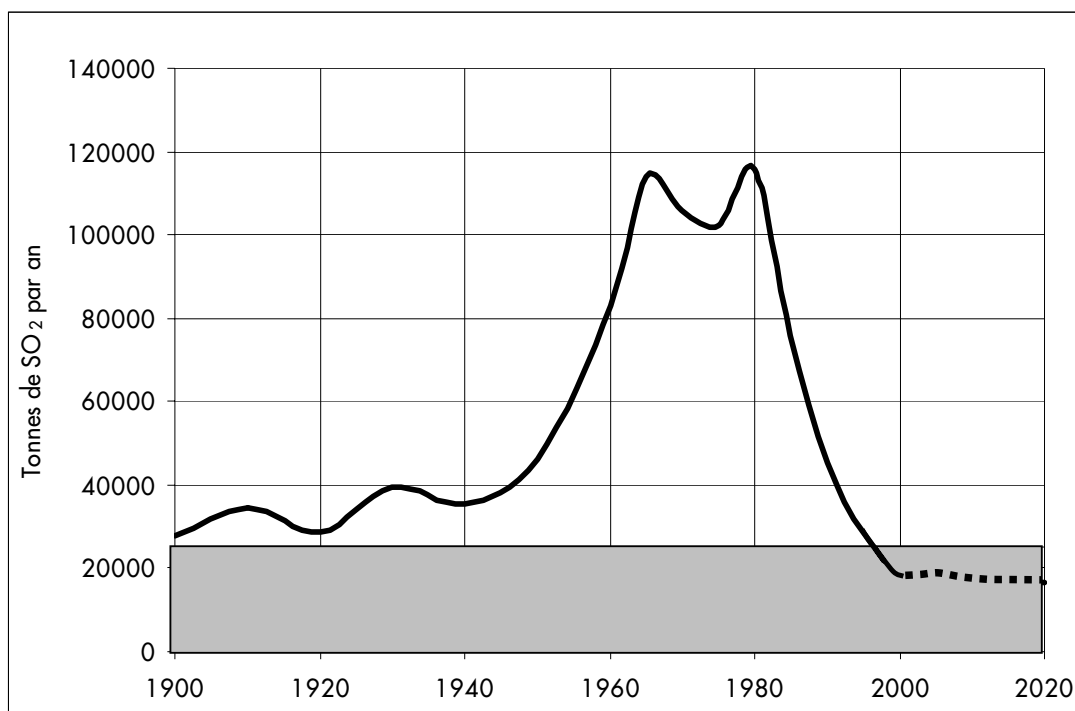


##### Commentaire:

Même en 2020, l'agriculture constituera de loin la source la plus importante d'émissions d'azote ammoniacal ( $\text{NH}_3$ ).

#### 4.7 Complément-Dioxyde de soufre $SO_2$ : évolution des émissions jusqu'en 2020

##### *Évolution des émissions de $SO_2$ jusqu'en 2020*



##### **Légende**

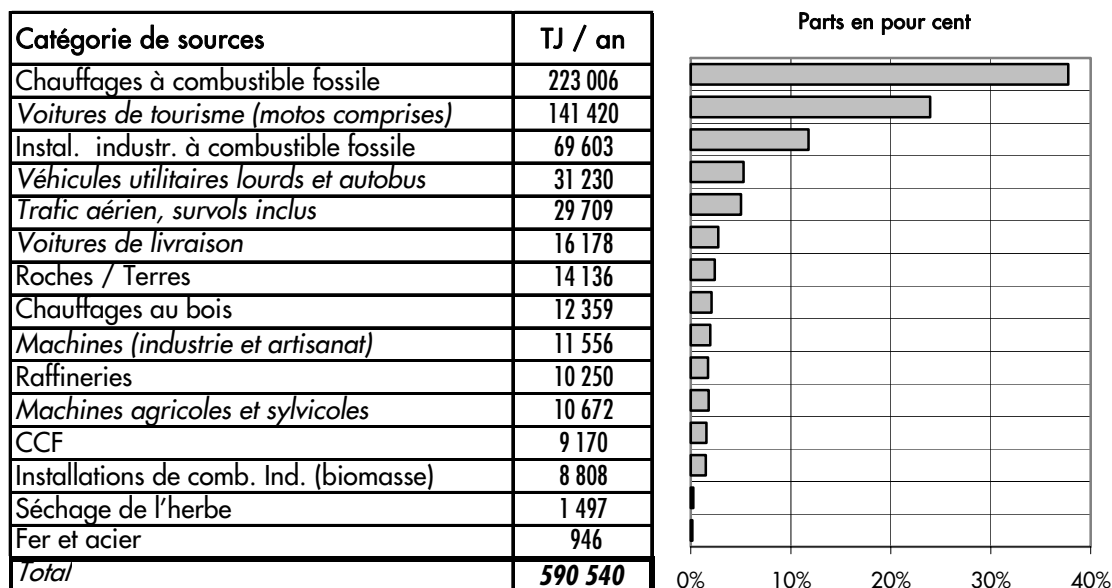
« Objectif écologique » (en gris): domaine dans lequel les émissions totales devraient se situer selon l'état actuel des connaissances, pour que les valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air et les charges critiques pour les apports acides puissent être respectées (environ 25 000 tonnes de  $SO_2$  par an). Cet objectif est imposé par la charge encore tolérable par nos sols si l'on veut éviter leur acidification (une condition nettement plus sévère que celle du respect de la valeur limite de l'ordonnance sur la protection de l'air concernant la concentration de  $SO_2$  dans l'air ambiant).

##### **Commentaire**

Les mesures de réduction des émissions de  $SO_2$  ont eu pour conséquence que l'objectif écologique est déjà atteint. Il est indiqué de prendre des mesures préventives complémentaires afin que la charge puisse être maintenue à un niveau aussi faible que possible.

## 4.8 Complément-Consommation de carburants et de combustibles et rejets de CO<sub>2</sub> en 2020

### 4.8.1 Consommation de carburants et de combustibles en 2020



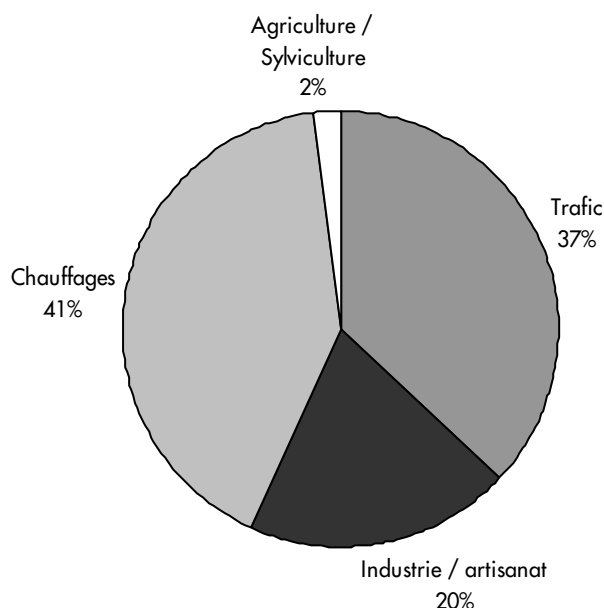
#### Légende

En italiques: consommation de carburants; autres: consommation de combustibles

TJ/an	consommation de carburants et de combustibles exprimée en térajoules par an
Machines (industrie et artisanat)	comprend également la contribution du groupe bricolage / jardinage (moteurs de faible puissance)
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors des vols au-dessus du territoire de la Suisse
Roches / terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
CCF	installations de couplage chaleur-force

Il n'est pas possible d'effectuer une comparaison directe avec les objectifs de la politique climatique, les présents chiffres étant calculés sur la base du principe territorial.

### Consommation de carburants et de combustibles en 2020: vue d'ensemble



#### Commentaire

En 2020, le groupe de sources Chauffages et le groupe de sources Trafic consommeront la même quantité de carburants et de combustibles soit, ensemble, environ 80 % de l'énergie utilisée en Suisse.

#### 4.8.2 Rejets de CO<sub>2</sub> en Suisse

Il existe d'importantes synergies entre protection de l'air et protection du climat. Si, pour des raisons de lutte contre la pollution de l'air, on économise des carburants et des combustibles fossiles, cela entraîne automatiquement une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en Suisse, ce qui contribue à l'amélioration du bilan climatique comme l'exigent le protocole de Kyoto et la loi sur le CO<sub>2</sub>.

Ces potentiels de synergies sont toutefois limités: la consommation d'énergie renouvelable se répercute certes favorablement sur le bilan du CO<sub>2</sub> en Suisse, mais elle peut poser problème du point de vue de la lutte contre la pollution de l'air. Actuellement, les chauffages à bois non équipés de filtres à poussières, notamment, génèrent des émissions de PM10 non négligeables. Par ailleurs, des améliorations techniques des moteurs visant à réduire la consommation de carburant peuvent augmenter les émissions de NO<sub>x</sub>.

Il n'est pas possible de faire une comparaison dans l'absolu entre les données des bilans des carburants et des combustibles effectués dans le cadre de la lutte contre la pollution de l'air et les données des bilans climatiques: les bilans relatifs à la lutte contre la pollution atmosphérique sont en effet établis sur la base du principe territorial, qui veut qu'on ne prenne en compte que les émissions qui surviennent sur le territoire suisse ou au-dessus de celui-ci (comme pour les consommations de carburants et de combustibles), alors que les bilans climatiques se fondent au contraire sur la consommation de carburants et de combustibles fossiles (principe de la quantité vendue).

## **5 Critères d'évaluation des mesures: efficacité**

### **5.1 Introduction**

Le présent chapitre est consacré au développement des critères pour l'évaluation des nouvelles mesures. Dans ce contexte, l'examen de l'interprétation du rapport entre effectivité et efficience d'une mesure, du point de vue de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), a débouché sur des principes d'évaluation résumés dans la notion d' « efficacité ».

### **5.2 Effectivité et efficience**

L'*effectivité* d'une mesure caractérise son impact, son résultat dans l'absolu; l'examen de l'effectivité répond à la question: quel est le résultat obtenu.

L'*efficience* d'une mesure caractérise son rendement; l'examen de l'efficience répond à la question: quel est le résultat d'une mesure, au sens de ce qu'on a obtenu par rapport à ce qu'on a investi ( rapport coûts / bénéfices).

Le principe à deux étages de la loi suisse sur la protection de l'environnement donne des consignes claires pour évaluer l'efficience et l'effectivité des mesures:

Le principe de prévention de la loi sur la protection de l'environnement (art. 11, al. 2, LPE) exige que les émissions soient limitées « dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable », indépendamment de la charge environnementale existante. Les mesures préventives se caractérisent donc par le fait que, du point de vue de la technique et des coûts, il existe un rapport adapté entre coûts et effets (primauté de l'efficience).

Ce ne que lorsqu'il s'avère nécessaire de limiter plus sévèrement les émissions qu'il est possible d'exiger des mesures dont le rapport entre coûts et effets n'est pas optimal (art. 11, al. 3, LPE; primauté de l'effectivité): il faut simplement prouver que les mesures prévues contribuent de manière importante ou au moins notable à la réduction d'une charge atmosphérique nocive ou incommode.

## 5.3 Efficacité

### 5.3.1 Nature du problème

Les polluants atmosphériques se dispersant sur de grandes surfaces et ne restant pas à proximité de la source, il peut arriver que des dépassements des valeurs limites surviennent localement du fait de l'addition des immissions en provenance de plusieurs sources d'émissions (en général des infrastructures destinées aux transports en combinaison avec des installations stationnaires).

Dans ces cas, l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) prescrit l'établissement d'un plan de mesures (art. 31 ss. OPair) comportant des données sur les contributions aux émissions des différentes sources polluantes et une description des mesures et de leurs effets.

Les évaluations de l'effectivité et de l'efficacité des mesures nécessitent par définition que des données quantitatives relatives aux effets produits par les mesures, respectivement aux relations de cause à effet, soient disponibles.

Dans le cadre de l'élaboration des plans cantonaux de mesures de protection de l'air, les relations entre mesures et effets se sont souvent avérées complexes au point qu'il n'était plus possible de procéder de manière quantitative. C'était particulièrement le cas des installations non stationnaires, pour lesquelles les plans de mesures de protection de l'air, les plans d'aménagement du territoire et la planification du trafic routier sont fortement interdépendants.

Les exemples suivants mettent cette problématique en évidence.

#### **Exemple 1: relation entre cause et effet (effectivité)**

Depuis 1993, les mesures effectuées au centre de grandes agglomérations montrent un accroissement moindre du trafic individuel motorisé (TIM). Est-ce la conséquence:

1. d'une prise de conscience de la population ?
2. d'une meilleure offre des transports publics ?
3. d'un nombre réduit de places de stationnement dans les centres-villes ?
4. de routes embouteillées et du stress qui en résulte pour les conducteurs ?
5. de la croissance zéro de l'économie des centres-villes ?

L'évolution du trafic routier est très probablement une conséquence de l'action conjuguée de nombreux facteurs individuels et ne peut pas être attribuée à une seule cause, ou à une seule mesure. Par exemple, en raison d'une prise de conscience de la population, l'utilisation des transports publics pourrait être devenue d'actualité, créant ainsi la condition nécessaire au développement ultérieur des transports publics dans les agglomérations.

#### **Exemple 2: évaluation du coût d'une mesure (efficacité)**

Pour coordonner la lutte contre la pollution de l'air et l'aménagement du territoire lors de la conception d'installations fortement fréquentées (p. ex. centres commerciaux), on utilise souvent le « système de pondération des trajets ». Il fixe la croissance admissible pour le trafic sur la base de prévisions concernant la charge des polluants atmosphériques, mais ne détermine pas en quel endroit de nouvelles installations fortement fréquentées doivent être implantées, ni leurs dimensions.

À côté des coûts effectifs de planification, quels sont les coûts induits par la mise en œuvre d'un système de pondération des trajets ? Faut-il, par exemple, prendre en compte les coûts économiques liés à la non-réalisation de certains projets ? Ou de tels coûts sont-ils compensés par l'amélioration de la qualité de la planification des installations autorisées dans le cadre du contingent de trajet lié au système ?

Dans le premier exemple, les relations de cause à effet sont si complexes qu'il n'est plus possible de fournir de chiffres sur les coûts d'une mesure; dans le deuxième exemple, on pourra parler de coûts positifs ou négatifs selon les paramètres du calcul.

### **5.3.2 Mesures efficaces**

Les mesures sont qualifiées d'efficaces lorsqu'on peut, dans une évaluation globale, considérer qu'elles permettent d'atteindre de manière appropriée les objectifs en matière d'émissions. Cette évaluation globale prend en compte les critères chiffrables (efficacité et effectivité), mais apprécie également des paramètres non chiffrables, soit qualitatifs et, le cas échéant, des critères se situant hors de la protection de l'air proprement dite (p. ex. protection du climat, hygiène du travail). Des mesures peuvent donc être efficaces même si les preuves de leur efficacité ne sont pas chiffrables. Cette évaluation globale prend en compte la complexité de la situation décrite sous 5.3.1.

En résumé, on peut dire que les mesures sont efficaces lorsque:

1. leur effet est suffisant pour fournir une contribution notable à la réduction des émissions totales;
2. l'on a choisi, parmi ces mesures, celles qui sont les plus faciles à mettre en œuvre.

Les mesures sont considérées comme efficaces:

- lorsqu'elles sont aussi bien effectives qu'efficaces;
- lorsqu'elles produisent un effet notable même s'il n'est pas directement quantifiable;
- lorsque des mesures analogues prises dans d'autres domaines ont fait leurs preuves (raisonnement par analogie).

Les mesures sont inefficaces:

- lorsqu'il est prouvé que leur effectivité est nulle;
- lorsque le temps, les coûts et les contraintes politiques nécessaires à leur réalisation sont jugés disproportionnés.



## 6 Efficacité des mesures mises en œuvre par catégories de sources

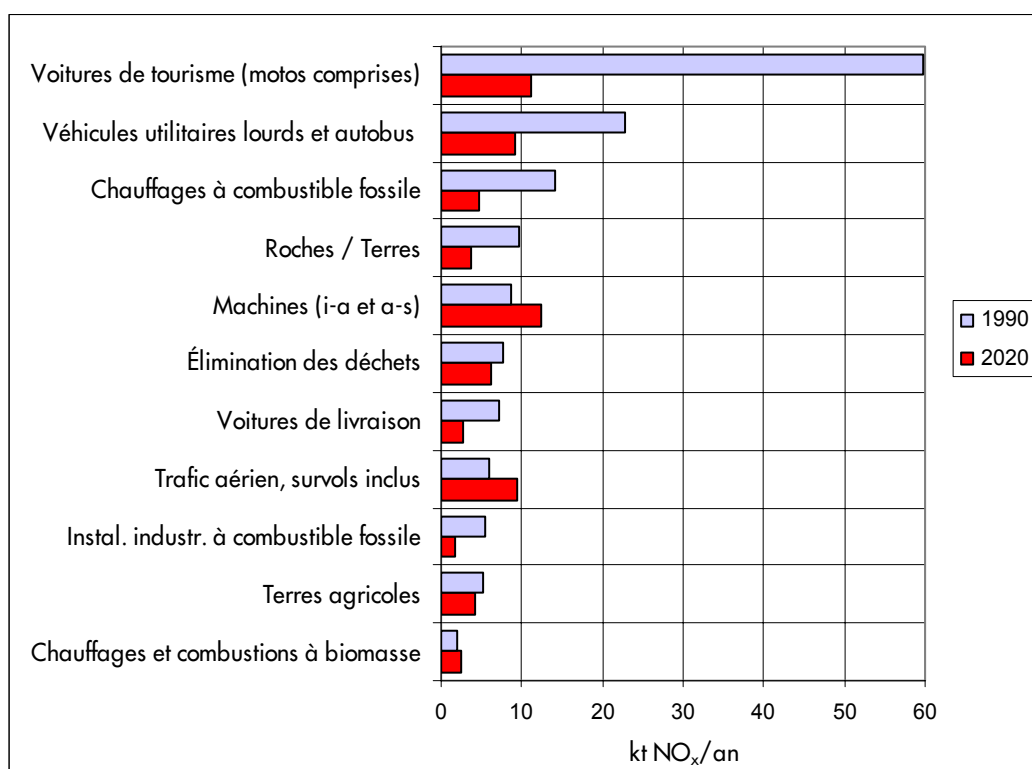
### 6.1 Période étudiée

À l'heure actuelle, il n'existe pas, pour toutes les catégories de sources, de prévisions concernant la consommation de carburants et de combustibles ou les émissions de polluants atmosphériques allant au-delà de l'horizon 2020 qui soient suffisamment détaillées et fiables. Comme le montrent les figures du chapitre 4, il serait souhaitable de prendre comme point de départ des bilans 1980, année se situant avant la mise en œuvre de la politique suisse de lutte contre la pollution de l'air. Malheureusement, on ne dispose de données chiffrées suffisamment détaillées que depuis 1990. C'est la raison pour laquelle on évalue ci-après les variations des émissions concernant la période allant de 1990 à 2020.

### 6.2 Réduction des émissions de $\text{NO}_x$

#### 6.2.1 Effectivité des mesures par catégorie de sources

Comparaison des émissions de 1990 et de 2020 en admettant que les mesures décidées jusqu'ici aient été appliquées: émissions de  $\text{NO}_x$  pour diverses catégories de sources.



#### Légende

Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
Machines i - a et a - s	machines de l'industrie, de l'artisanat et du bricolage / jardinage, plus les machines agricoles et sylvicoles
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors des survols de la Suisse

### **6.2.2 Catégories de sources Voitures de tourisme, motos, voitures de livraison**

#### **Effectivité**

Comme le montre la figure 6.2.1, les mesures réalisées et les mesures adoptées dans le domaine des voitures de tourisme auront d'importants effets au-delà de 2020 (réduction d'environ 80 % par rapport à 1990).

Les effets des mesures résultent en premier lieu d'améliorations apportées au système d'échappement (pot catalytique) des moteurs à essence (moteurs Otto). La Suisse a joué un rôle de précurseur lors de l'introduction de la technique des pots catalytiques, et donc en matière de réduction des émissions de NO<sub>x</sub>. Après l'introduction de la technique des catalyseurs à l'échelle européenne, les normes suisses suivent les standards européens. En 2003, le potentiel de ces mesures n'avait pas encore été totalement exploité. Sur la base des normes UE déjà adoptées aujourd'hui, on peut s'attendre à d'autres améliorations d'ici à 2010.

Les mesures techniques prises au niveau des gaz d'échappement réduisent les émissions spécifiques de NO<sub>x</sub> (émissions de NO<sub>x</sub> par kilomètre parcouru). Mais le bilan des NO<sub>x</sub> reflète aussi la part croissante des voitures de tourisme et surtout des voitures de livraison équipées d'un moteur diesel, émettant nettement plus de NO<sub>x</sub> que les moteurs Otto, ainsi que la progression des kilométrages annuels. Comme les variations des kilométrages se répercutent non seulement sur les rejets de NO<sub>x</sub>, mais aussi sur la consommation de carburants et de combustibles, les bilans concernant ces derniers sont présentés séparément sous 6.6 à la fin du présent chapitre.

#### **Efficacité**

La réalisation des améliorations techniques a été et reste efficace: les améliorations sont apportées à la technique des moteurs dans le cadre de la fabrication en série des véhicules, donc relativement peu coûteuses. Les mesures déploient leurs effets et sont efficaces, elles sont donc aussi efficaces.

### **6.2.3 Catégorie de sources Trafic aérien**

Dans la catégorie de sources Trafic aérien, les émissions augmentent d'environ 55 %. Jusqu'ici, seules des mesures de limitation préventive des émissions ont été prises. Comme le montre la figure 6.2.1, cette catégorie de sources comptera cependant d'ici à 2020 parmi les principales responsables des émissions de NO<sub>x</sub> de Suisse.

Des mesures efficaces n'ont pas encore été prises pour cette catégorie de sources.

### **6.2.4 Catégorie de sources Véhicules utilitaires lourds**

#### **Effectivité**

Comme le montre la figure 6.2.1, on s'attend également à d'importantes réductions des émissions de NO<sub>x</sub> (d'environ 65 % par rapport à 1990) dans le cas des véhicules utilitaires lourds (cars et autobus des transports publics inclus). Elles sont certes plus faibles en pourcentage que celles concernant les voitures de tourisme, mais elles sont encore d'une grande effectivité.

#### **Efficacité**

Dans le domaine des véhicules utilitaires, les mesures techniques sont liées à l'évolution des normes européennes. Une fois lancées, les modifications des exigences posées à l'homologation ont des effets prévisibles et des coûts relativement modestes. Si les mesures techniques sont intégrées

par les fabricants dans les processus de fabrication, elles sont efficaces et, par conséquent, également efficaces.

### **6.2.5 Catégorie de sources Chauffages à combustible fossile**

#### **Effectivité**

Les mesures prises et encore à prendre en ce qui concerne les installations de combustion des logements et des bureaux devraient entraîner des réductions des émissions supérieures à 65 % d'ici à 2020, comparées à leur niveau de 1990. De ce fait, les mesures prises et les mesures adoptées sont d'une grande effectivité.

#### **Efficacité**

L'amélioration des émissions résulte en premier lieu du remplacement d'installations de combustion amorties par des installations d'une technologie plus récente et génère par conséquent des surcoûts relativement faibles. Au début des années 90, suite au renforcement de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair 92), le processus de changement des systèmes de chauffage a été accéléré dans de nombreux cantons, ce qui a amené une amélioration très rapide. Bien qu'elle ait été relativement coûteuse, cette démarche se justifiait par le fait qu'à l'époque de nombreuses installations de chauffage domestique, techniquement dépassées et amorties, étaient encore en usage. Les mesures concernant les chauffages ont été et sont de ce fait efficaces et, par conséquent, aussi efficaces.

### **6.2.6 Catégories de sources Roches / Terres et Installations de combustion industrielle**

#### **Effectivité**

Les mesures prises ont conduit à une réduction des émissions de plus de 60 %. Elles ont été de ce fait d'une *grande* effectivité.

L'assainissement des installations est en grande partie terminé. Un aspect important de l'exécution actuelle est constitué par la surveillance des installations existantes et le souci de leur constante amélioration. Cette dernière s'opère en partie en étroite collaboration avec les branches concernées (accords sectoriels).

#### **Efficacité**

Un premier programme d'investissement a été initié par les valeurs limites préventives de l'ordonnance sur la protection de l'air de 1985. Les transformations effectuées à titre préventif étaient par définition efficaces (prévention = primauté de l'efficacité; cf. 5.2) et par conséquent également efficaces.

Cette catégorie de pollueurs ayant grandement contribué aux dépassements des valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air, un certain nombre de plans cantonaux de mesures de protection de l'air ont nécessité, dans le cadre des procédures d'assainissement, le renforcement des exigences posées à la réduction des émissions. Des mesures d'ordre technique comme l'épuration des fumées ont été complétées par la substitution des carburants: l'huile de chauffage lourde a, par exemple, été remplacée à grande échelle par le gaz naturel et l'huile de chauffage « extra légère ». L'effectivité des mesures prises a amené des améliorations immédiates de la qualité de l'air local, ce qui justifiait les coûts en partie importants de ces mesures d'assainissement. Les mesures d'assainissement locales peuvent donc également être considérées comme efficaces.

### **6.2.7 Catégorie de sources Machines, industrie et artisanat, agriculture et sylviculture**

Dans cette catégorie, les émissions augmentent de plus de 40 % par rapport à 1990. Comme le montre la figure 6.2.1, cette catégorie de sources comptera d'ici à 2020 parmi les *principales responsables de la charge de NO<sub>x</sub>* en Suisse.

Par conséquent, les mesures prises jusqu'à présent pour cette catégorie de sources ne sont pas suffisamment efficaces.

### **6.2.8 Catégorie de sources Élimination des déchets**

#### **Effectivité**

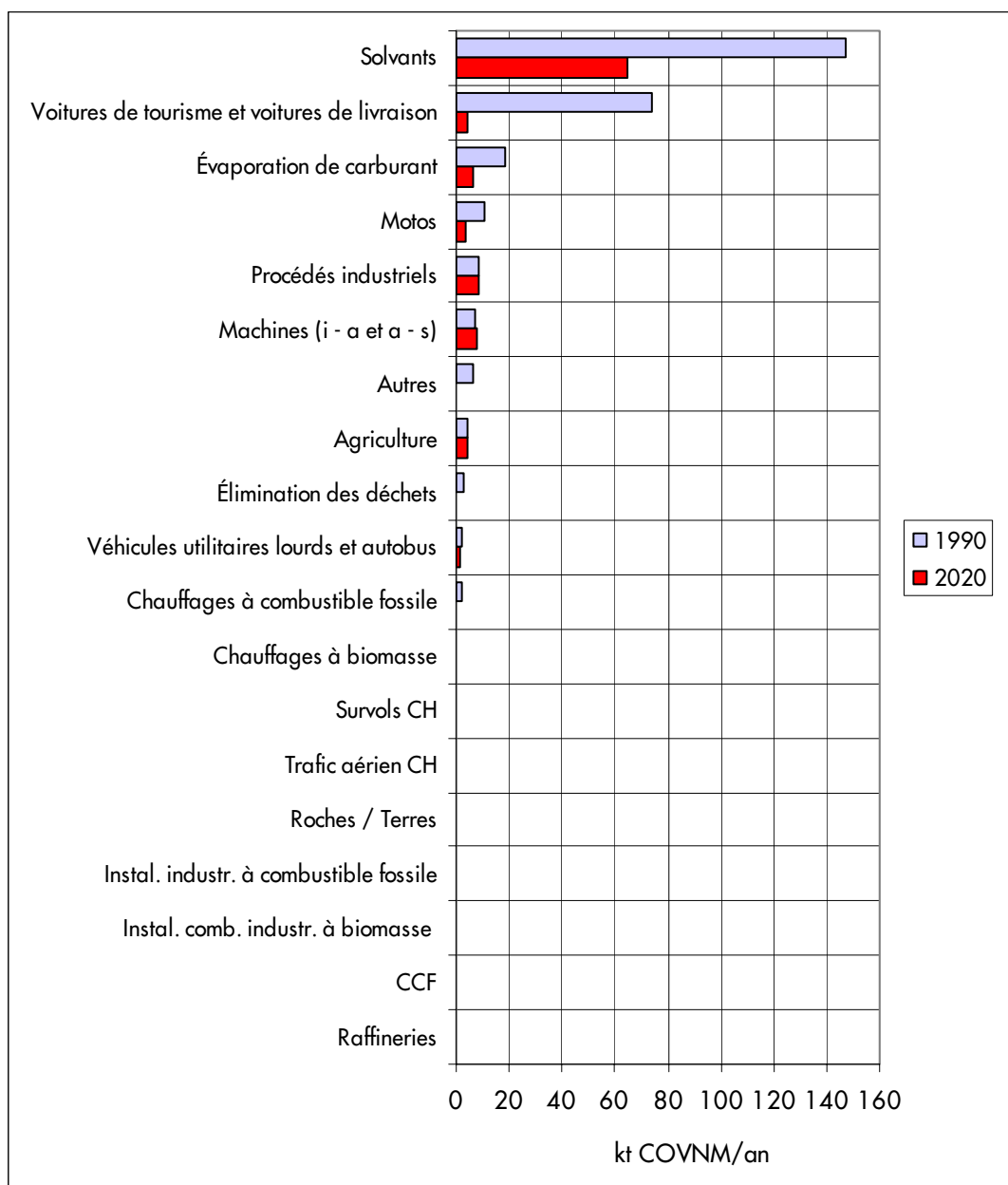
Les mesures devraient entraîner des réductions d'émissions de près de 20 % d'ici à 2020. Compte tenu du fait qu'en Suisse, la capacité des usines d'incinération des ordures ménagères a nettement augmenté depuis 1990 (interdiction de déposer des déchets combustibles dans les décharges contrôlées et obligation d'incinérer dès l'an 2000 selon l'art. 11 OTD), les mesures ont été suivies d'effets.

#### **Efficacité**

Les coûts de transformation importants des UIOM ont pour conséquence que l'efficacité des mesures de transformation prises est inférieure à celle des mesures concernant les catégories précédentes. Toutefois, la technique utilisée dans les installations actuelles pour limiter les rejets azotés gazeux comporte un système d'élimination des dioxines et des furannes, deux substances appartenant à une catégorie de produits toxiques pour l'environnement qui entrent dans la chaîne alimentaire après s'être déposés sur le sol. D'un point de vue global, la mesure s'avère donc efficace et par conséquent également efficace.

## 6.3 Réduction des émissions de COVNM

### 6.3.1 Effectivité des mesures par catégorie de sources



#### Légende

Évaporation de carburant  
Machines i - a et a - s

Roches / terres  
CCF

transbordements de carburants, évaporation à partir des réservoirs  
machines de l'industrie et de l'artisanat, plus les machines agricoles et  
sylvicoles, groupe de sources bricolage / jardinage inclus  
fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.  
installations de couplage chaleur-force

### **6.3.2 Catégorie de sources Solvants**

#### **Effectivité**

D'ici à 2020, on peut s'attendre à une réduction des émissions de plus de 50 % par rapport à 1990. Les mesures prises développent principalement leurs effets dans la réduction des rejets gazeux mesurables de l'industrie et des grandes entreprises artisanales, ainsi que par la substitution de produits contenant des solvants. Pour garantir le respect des valeurs limites et assurer l'effectivité des mesures, il est nécessaire que les cantons et les entreprises fassent un important effort en matière d'exécution et de saisie de données quantitatives.

#### **Efficacité**

Un premier programme d'investissement a été initié par les valeurs limites préventives de l'ordonnance sur la protection de l'air de 1985. Les transformations effectuées à titre préventif étaient (par définition, cf. 5.2) placées sous la primauté de l'efficacité. Certaines exigences plus sévères ont été introduites dans les années 90 dans le cadre des plans cantonaux de mesures de protection de l'air. Les efforts fournis par les cantons sont efficaces en ce qui concerne les sources saisies.

Grâce à la taxe d'incitation sur les COV, on réduit de manière spécifique les émissions diffuses de COVNM difficiles à recenser. Parmi les mesures visant à la réduction des émissions diffuses, les mesures d'ordre économique (impôts ou taxes) constituent le moyen le plus tangible. Pour minimiser les coûts économiques, la taxe COV n'est en outre pas conçue comme un impôt: elle est restituée à la population. Pour ces raisons, elle est efficace.

### **6.3.3 Catégorie de sources Voitures de tourisme et voitures de livraison**

#### **Effectivité**

Les mesures prises et les mesures adoptées sont d'une extrême effectivité dans le cas des voitures de tourisme. D'ici à 2020, il faut en effet compter avec une réduction des émissions de COVNM de plus de 90 %.

#### **Efficacité**

L'existence de normes européennes a pour conséquence que les moteurs équipant les voitures de tourisme sont constamment améliorés. Dans les données du présent rapport, les normes sont prises en compte jusqu'en 2007 – d'ici à 2020 celles-ci devraient encore être renforcées. Ces améliorations se situent au niveau des homologations des nouveaux véhicules, l'équipement des véhicules anciens n'étant pas pris en compte (cf. OFEFP Cahier de l'environnement n° 355 pour l'évolution du parc suisse de voitures de tourisme, p. ex. la figure 3.). Elles sont de ce fait peu coûteuses et, en raison des grands effets qu'elles déploient, également très efficaces.

### **6.3.4 Catégorie de sources Évaporation de carburant**

#### **Effectivité**

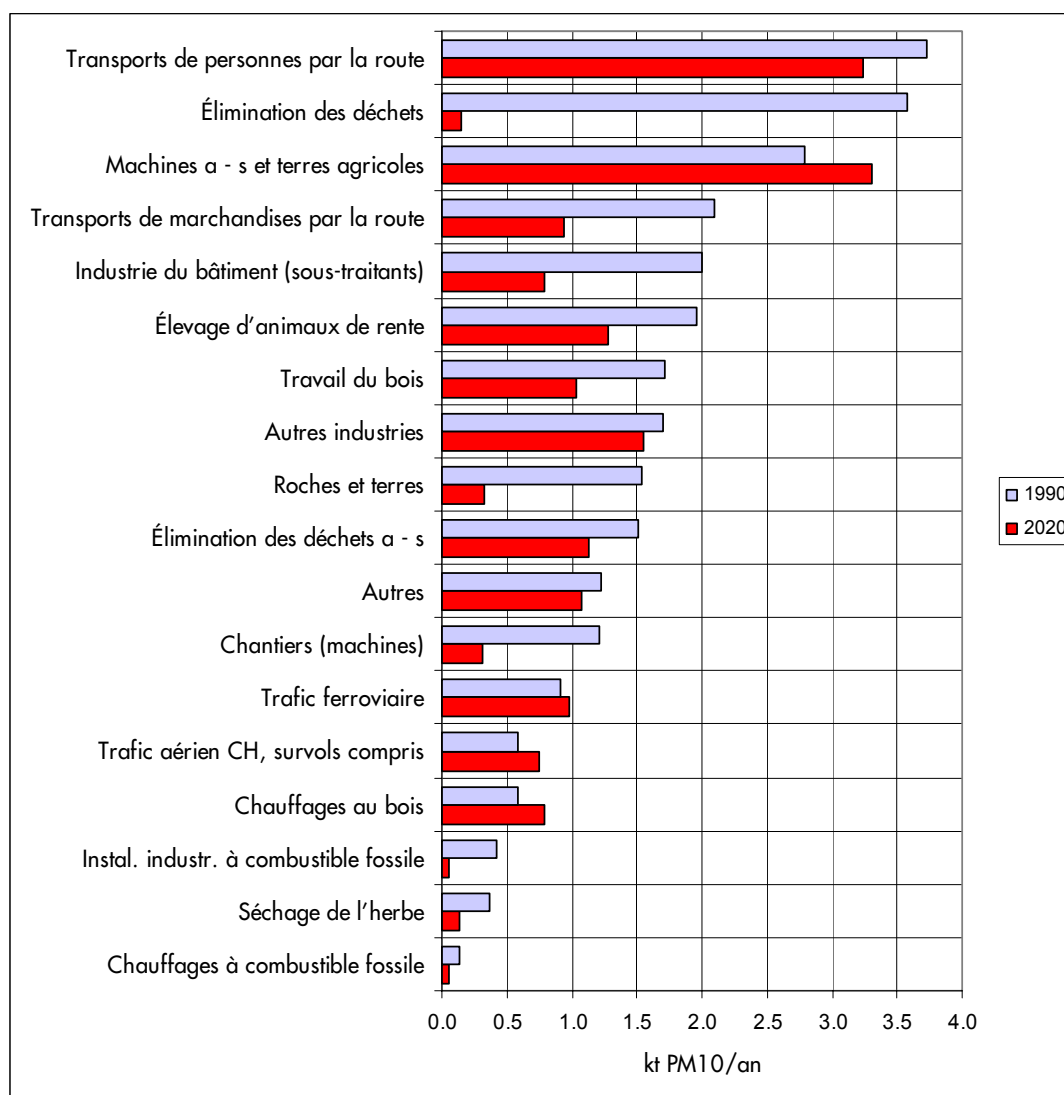
Les mesures ont permis de ramener les pertes par évaporation (transbordement de carburants, « respiration » des réservoirs) à environ 30 % de leur niveau de 1990. Leurs principaux effets se sont manifestés dans les années 90 et elles sont en grande partie réalisées aujourd'hui. Le contrôle du fonctionnement des installations de récupération des COVNM lors des transbordements de carburants a cependant montré qu'il existe encore d'importantes lacunes techniques qui peuvent être comblées à peu de frais, et doivent l'être si l'on veut assurer l'effectivité des mesures.

**Efficacité**

Les pertes par évaporation ont surtout lieu lors des transbordements d'hydrocarbures volatils, en particulier lors des transbordements d'essence dans les stations-service. Les transformations qu'il a fallu apporter aux stations ont nécessité d'importants investissements. Les vapeurs de carburants libérées contiennent entre autres du benzène, qui est cancérigène. Les mesures sont non seulement favorables à la protection de l'air mais permettent également de réduire l'exposition des travailleurs. Les coûts d'entretien et de contrôle des installations étant comparativement modestes, la mesure peut être considérée comme efficiente à moyen terme et par conséquent également comme efficace.

## 6.4 Réduction des émissions de PM10

### 6.4.1 Aperçu de l'effectivité des mesures par catégorie de sources



#### Légende

Transports de personnes par la route	voitures de tourisme, cars, autobus des transports publics et motos
Machines a - s et terres agricoles	machines et engins agricoles et sylvicoles plus les émissions produites lors de travaux agricoles
Transports de marchandises par la route	véhicules utilitaires lourds et voitures de livraison
Autres industries	installations de combustion industrielles à bois, aciéries, autres industries métallurgiques
Roches / Terres	fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.
Autres	navigation, production de denrées alimentaires, bricolage / jardinage, etc.
Trafic aérien, survols inclus	émissions produites lors du décollage et de l'atterrissage en Suisse ainsi que lors des survols de la Suisse



#### **6.4.2 Catégorie de sources Élimination des déchets**

##### **Effectivité**

Les importants travaux nécessités par le traitement des rejets gazeux des UIOM ont eu pour conséquence que les émissions de poussières ont subi *d'énormes réductions*, plus de 95 % par rapport à 1990. Les mesures prises ont donc été d'une extrême effectivité.

##### **Efficacité**

Le traitement des rejets gazeux des usines d'incinération des ordures ménagères a connu un développement technique très important à partir de 1980, qui s'est poursuivi après 1990. Dans la première phase de développement, on a principalement installé des systèmes de dépoussiérage et des systèmes de lavage des fumées, le but étant, entre autres, de réduire également les émissions de métaux lourds présents dans les déchets.

Étant donné que les installations de dépoussiérage éliminent également une grande partie des métaux lourds présents dans les rejets gazeux, les mesures ont donc été efficaces et, par conséquent, également efficaces malgré les coûts considérables des installations de traitement.

#### **6.4.3 Catégorie de sources Transports de personnes par la route**

##### **Effectivité**

Dans le cas des bilans de PM10, cette catégorie de sources comprend également, contrairement aux cas des autres bilans de polluants, non seulement les voitures de tourisme, mais aussi les cars et les autobus des transports publics. Les émissions de PM10 de cette catégorie ne seront réduites d'ici à 2020 que d'environ 10 % comparées au niveau de 1990. Ceci provient de l'augmentation considérable, d'ici à 2020, de la proportion de voitures de tourisme à moteur diesel, qui, en l'état actuel des prescriptions en matière de gaz d'échappements), émettent nettement plus de particules par trajet parcouru que les véhicules à essence (moteur Otto). *D'un point de vue global*, ces mesures sont sans effets en raison de l'importante croissance de la flotte des véhicules diesel.

La proportion des PM10 produits mécaniquement (abrasion des freins, tourbillonnement de la poussière des routes) par rapport aux émissions totales du trafic des voitures de tourisme est significative au vu des connaissances actuelles. On ne connaît pas encore de mesures de réduction effectives, mais elles devraient jouer un rôle important à l'avenir.

##### **Efficacité (mesures concernant les moteurs et les gaz d'échappement)**

D'un point de vue global, les mesures prises et les mesures adoptées jusqu'ici sont sans effets et donc *inefficaces*. Cela est d'autant plus frappant qu'un risque de cancer est lié aux particules de suie de diesel (voir ci-après). Toutefois, la situation des véhicules à essence est très différente de celle des véhicules diesel.

*Véhicules à essence*: la réduction des émissions de PM10 des *moteurs Otto* est la conséquence des améliorations apportées à la technique des moteurs depuis 1980 environ. Les points clé de ces améliorations ont été, d'une part, l'abandon du plomb dans l'essence et, d'autre part, des systèmes de lubrification qui ont réduit considérablement les quantités d'huile et de produits de combustion dans les gaz d'échappement. Tout ou partie de ces mesures constituait une condition au fonctionnement des pots catalytiques utilisés pour l'épuration des gaz d'échappement.

L'abandon du plomb dans l'essence a également constitué une importante mesure de protection de l'environnement destinée à réduire la charge en plomb des sols, qui avait atteint une ampleur

alarmante le long des routes à grande circulation. La réduction de la part des graisses dans les gaz d'échappement a contribué à une réduction considérable des COVNM émis par les voitures de tourisme. Les seules synergies décrites permettent déjà de qualifier d'efficaces les mesures concernant les moteurs Otto.

*Véhicules diesel:* comparés aux véhicules à essence, les véhicules diesel constituent un *pas en arrière* du point de vue de la réduction de la charge en PM10 de l'air, tant qu'ils ne seront pas équipés de filtres à particules ou de systèmes d'épuration des gaz d'échappement ayant une efficacité similaire. La suie de diesel est cancérigène et contient un grand nombre de particules ultrafines pénétrant profondément dans les poumons. Lors de l'épuration des gaz d'échappement d'un moteur diesel au moyen de systèmes de filtres à particules usuels de nos jours, tels que ceux équipant une partie des machines de chantiers et des autobus ainsi que certaines voitures de tourisme, pratiquement toutes les particules de suie de diesel cancérigènes sont éliminées des gaz d'échappement.

#### **6.4.4 Catégorie de sources Terres agricoles et forestières, machines et engins compris**

##### **Effectivité et efficacité**

Les émissions comprennent les émissions des moteurs et les poussières produites mécaniquement lors de travaux sur des terres agricoles. La prévision concernant l'évolution des émissions d'ici à 2020 (une augmentation d'environ 20 % par rapport au niveau de 1990) reflète le fait que jusqu'ici on n'a guère prévu de mesures de réduction et que le kilométrage des véhicules est de plus en plus élevé. Pour ce qui est des émissions provenant de pots d'échappement, de telles mesures seraient possibles d'un point de vue technique par analogie à celles concernant les autres machines du secteur off-road.

En ce qui concerne cette catégorie de sources, des mesures efficaces n'ont pas encore été prises.

#### **6.4.5 Catégorie de sources Transports de marchandises par la route (véhicules utilitaires lourds plus voitures de livraison)**

##### **Effectivité**

Les véhicules de cette catégorie (comprenant non seulement les véhicules utilitaires lourds mais aussi les voitures de livraison) sont généralement équipés d'un moteur diesel (véhicules utilitaires lourds) et/ou la proportion des véhicules diesel augmente nettement (voitures de livraison). Dans cette catégorie de véhicules, les émissions de PM10 des moteurs, sont considérablement plus importantes que celles des véhicules à essence et ont aussi notamment un effet cancérigène. Les mesures de réduction des émissions des moteurs sont donc d'une importance capitale. D'ici à 2020, il faut compter, sur la base des mesures déployant déjà des effets et des mesures adoptées, avec une réduction des émissions totales de plus de 50 %. Ces mesures ont donc été *suivies d'effets* (en ce qui concerne la masse des particules).

Concernant les PM10 dues à l'abrasion et au tourbillonnement émises par véhicule, le poids moyen des véhicules joue probablement un rôle dans les catégories Voitures de tourisme et Trafic routier des marchandises: les véhicules lourds provoquent en effet davantage d'abrasion et de tourbillonnement pour un parcours donné que les véhicules légers. Il n'est pas possible de donner des chiffres fiables ou d'évaluer des mesures sur la base des connaissances actuelles.

#### ***Efficacité (mesures concernant le moteur et les gaz d'échappement)***

Les améliorations attendues d'ici à 2020 sont encore peu perceptibles aujourd'hui car, d'une part, la première mesure de réduction importante concernant les véhicules n'a été prescrite qu'à partir de 1997 (norme Euro 2) et, d'autre part, la durée de vie moyenne de ces véhicules est nettement plus longue que celle des voitures de tourisme. Pour ces raisons, l'amélioration prévue pour 2020 devrait déjà se faire sentir à partir de 2010.

L'application des normes Euro 4 et Euro 5 pour les moteurs diesel pouvant probablement se faire par des modifications du moteur – donc sans utilisation de filtres à particules – on se trouve devant un problème analogue à celui des voitures de tourisme quant à l'évaluation de l'efficacité des mesures: il faut en effet prendre en compte qu'une partie des particules émises (particules de suie de diesel ou particules de CE) sont *cancérogènes*. Parmi elles figurent un grand nombre de particules ultrafines pénétrant profondément dans les poumons, mais ne contribuant guère à la masse des PM<sub>10</sub>, et dont les quantités ne peuvent être réduites par des améliorations du moteur. (Lors de l'épuration des gaz d'échappement d'un moteur diesel au moyen de systèmes de filtres à particules usuels de nos jours, tels que ceux équipant une partie des machines de chantiers et des autobus ainsi que certaines voitures de tourisme, pratiquement toutes les particules de suie de diesel cancérogènes sont éliminées des gaz d'échappement).

Les mesures prises jusqu'ici pour les véhicules diesel du trafic utilitaire sont efficaces en ce qui concerne la réduction de la masse de poussières fines. D'un point de vue global, compte tenu de l'effet limité des mesures visant à réduire la suie de diesel, elles ne peuvent être considérées que comme *partiellement efficaces*.

#### **6.4.6 Catégorie de sources Construction (sous-traitants)**

Cette catégorie comprend notamment les entreprises de fabrication de plaques en fibres, de laine minérale, de revêtements routiers ou d'enrobés bitumeux, qui produisent des PM<sub>10</sub> par le biais des émissions des pots d'échappement, par processus de combustion ou des processus mécaniques.

##### ***Effectivité***

Depuis 1990, les émissions ont été réduites d'environ 60 %. La production de poussières grossières a joué un rôle important dans cette catégorie de sources. Les mesures prises ont eu des effets.

##### ***Efficacité***

Vu la part considérable qu'elles représentaient en 1990, ces installations sont surveillées dans le cadre de l'activité d'exécution cantonale. Les limitations préventives des émissions, telles qu'elles ont été fixées dans les annexes de l'OPair, y jouent un rôle important. Pour autant qu'il s'agisse de la réalisation de la limitation préventive des émissions, les mesures sont par définition également efficaces. Le renforcement des valeurs limites d'émission se fait au cas par cas exclusivement. Par conséquent, la démarche est aussi globalement efficace.

#### **6.4.7 Catégorie de sources Élevage d'animaux de rente**

##### ***Effectivité et efficacité***

Les émissions prouvées proviennent des excréments d'animaux de fermes d'élevage intensif (porcs et poulets). Sur la base des chiffres actuellement disponibles, on table sur des réductions des émissions de plus de 10 %.

Actuellement, les données chiffrées sur les quantités émises sont toutefois à considérer comme *très peu fiables*. On suppose qu'elles représentent des estimations prudentes, qui sont systématiquement trop élevées. Les chiffres ne tiennent jusqu'ici pas compte des émissions des étables pour bovins. Pour cette raison, les émissions prouvées figurant au présent bilan ne sont actuellement pas suffisantes pour qu'on développe des mesures systématiques et qu'on évalue les effets de celles-ci.

À l'heure actuelle, d'importants efforts de recherche sont réalisés tant à l'échelle nationale qu'internationale. On peut donc admettre que les données de base faisant défaut actuellement seront disponibles dans un proche avenir et qu'elles auront une qualité suffisante.

#### **6.4.8 Catégorie de sources Travail du bois**

##### **Effectivité et efficacité**

Le travail du bois génère d'importantes émissions de poussières totales. La réduction des émissions de poussières grossières a constitué de longue date un important objectif partiel du point de vue de la protection de l'air comme de celui de la protection des travailleurs. Les facteurs d'émission sur lesquels se fonde le bilan prédisent une réduction des quantités de PM10 d'environ 20 % par rapport à leur niveau de 1990. Dans ces conditions, l'effectivité des mesures n'a été que partielle.

La contribution de cette catégorie de sources polluantes au bilan des PM10 en Suisse doit être considérée, comme dans tous les cas où les poussières sont produites mécaniquement, comme trop peu fiable pour permettre une évaluation de l'efficacité des mesures prises jusqu'ici. Des recherches sont également en cours dans la catégorie de sources Travail du bois. On peut admettre que les données de base faisant défaut actuellement seront disponibles dans un proche avenir et qu'elles auront une qualité suffisante. Les données chiffrées les plus récentes seront publiées prochainement.

#### **6.4.9 Catégorie de sources Autres industries**

##### **Effectivité et efficacité**

Cette catégorie comprend des entreprises de l'industrie métallurgique, telles que les aciéries, les fonderies, etc. Selon une prévision basée sur le bilan, les émissions de PM10 diminueront de près de 10 % entre 1990 et 2020. L'effectivité est donc faible.

Lors de l'évaluation de l'efficacité, il faut, tout comme pour le travail du bois, prendre en compte que ces groupes de pollueurs ont consenti des efforts de réduction en tant qu'anciens gros producteurs de poussières grossières. Une évaluation définitive de la production de PM10 due à ce type de poussières n'est pas encore disponible.

#### **6.4.10 Catégorie de sources Roches / Terres**

##### **Effectivité et efficacité**

L'effectivité des mesures visant à la réduction des poussières (introduction de filtres à poussières) se monte à environ 80 %. Elle a été très importante.

Pour l'évaluation de l'efficacité des mesures, on applique les mêmes réserves que celles valant pour les émissions des catégories Travail du bois et Autres industries.

#### **6.4.11 Catégorie de sources Élimination des déchets agricoles et sylvicoles**

##### **Effectivité et efficacité**

Ces poussières proviennent à 75 % de la combustion de branches et d'écorces de la sylviculture. Les efforts de réduction de ces combustions ont été annulés par le fait qu'en de nombreux endroits, la combustion des branches et des écorces sur place servait à contrôler la population des bostryches.

Il n'a pas été possible jusqu'ici de réduire l'activité d'incinération des déchets forestiers. L'effectivité des mesures prises jusqu'ici a été nulle, et donc l'efficacité aussi.

#### **6.4.12 Catégorie de sources Chantiers (notamment les machines)**

##### **Effectivité**

Dans le domaine des véhicules de chantier et des processus en rapport avec les chantiers, la Directive Air Chantiers de 2002 a initié des mesures de réduction. D'ici à 2020, on compte globalement avec une réduction des émissions dues aux moteurs de plus de 90 %. Les mesures de la Directive Air Chantiers visant à réduire les émissions de PM10 sont donc à considérer comme étant d'une extrême effectivité, bien qu'en ce qui concerne l'épuration des gaz d'échappements elles se limitent aux machines utilisées sur de grands chantiers (de type B). On peut toutefois admettre qu'avec le temps, les machines équipées pour des chantiers de type B seront utilisées sur tous les chantiers.

##### **Efficience**

Une analyse du rapport coûts/bénéfices de l'équipement des machines de chantier a été réalisée à l'occasion de l'introduction de la Directive Air Chantiers; elle est arrivée à la conclusion que la mesure était à considérer comme positive d'un point de vue économique (cf. Documents Environnement n° 148, OFEFP).

##### **Efficacité**

Dans la mesure où les nouvelles technologies peuvent être intégrées dans la fabrication en série des machines du secteur off-road, elles sont également efficaces. L'équipement des machines de chantier avec des systèmes de filtres à particules nécessite toutefois des coûts considérables. Par principe, ceux-ci se justifient par le fait qu'il y a nécessité d'assainissement et que les poussières fines provenant des moteurs diesel sont aussi cancérogènes. En particulier en raison du dernier point, les questions d'hygiène du travail jouent également un rôle important dans cette catégorie de sources polluantes. Étant donné les coûts d'équipement très élevés par rapport au prix de la machine, l'obligation prescrite par la Directive Air Chantiers se limite aux grosses machines (d'une puissance supérieure à 18 kW), qui sont utilisées sur les grands chantiers.

Malgré la très grande effectivité de cette mesure, il reste à savoir si cette limitation de puissance prend suffisamment en compte la pollution locale de l'air. L'évaluation des coûts d'équipement n'a pris en compte que les coûts directs de l'équipement. Dans le calcul des coûts, on n'a pas non plus pris en considération le fait que les personnes actives sur les chantiers sont exposées à un risque sanitaire.

Si l'on tient compte de ces risques, on ne peut qualifier d'efficaces les mesures prises jusqu'ici pour les grandes machines de chantier utilisées sur des chantiers de type B. S'agissant des chantiers plus petits (de type A), les lacunes subsistent. Pour ce qui est des machines d'une puissance

inférieure à 18 kW, des déficits existent également mais il y a lieu de souligner qu'une partie de ces machines plus petites sont équipées de moteurs à essence et émettent donc moins de PM10.

Pour ce qui est de la réduction des poussières produites mécaniquement, les réserves formulées dans les paragraphes précédents sont valables.

#### **6.4.13 Catégorie de sources Trafic ferroviaire**

##### ***Effectivité et efficacité***

Dans le cas du trafic ferroviaire, ce sont les poussières provenant de l'abrasion des freins, des roues et des rails, ainsi qu'éventuellement du tourbillonnement, qui sont les plus importantes. De nouvelles études portant sur les émissions de PM10 dues au trafic ferroviaire, réalisées en 2002 (Documents Environnement n° 144), montrent que les quantités de PM10 obtenues par extrapolation à partir d'estimations prudentes sont au moins trois fois supérieures aux quantités effectivement produites. Dans le bilan du présent rapport, les quantités de PM10 qui ont été obtenues par extrapolation ont donc été divisées par trois. Une étude complémentaire est en cours dans le but d'améliorer la précision des données concernant les émissions, et plus particulièrement l'importance de celles-ci pour la santé de la population.

En ce qui concerne l'évaluation de la catégorie Trafic ferroviaire, les bases actuelles sont encore insuffisantes pour envisager des mesures de réduction des émissions.

#### **6.4.14 Catégorie de sources Trafic aérien**

Les émissions indiquées proviennent de la combustion de carburant et de processus d'abrasion lors du décollage et de l'atterrissage. D'ici à 2020, on prévoit une augmentation des émissions de près de 30 % compte tenu de l'augmentation du trafic aérien par rapport à 1990 (remarque: le pronostic établi sur la base de ces chiffres a été corrigé en raison du recul du trafic enregistré en 2002/2003).

Jusqu'ici, aucune réduction n'a pu être atteinte. Les mesures éventuellement prises ont donc été d'une effectivité nulle et, par conséquent, inefficaces.

#### **6.4.15 Catégories de sources Chauffages au bois et Chauffages à combustible fossile**

##### ***Chauffages à combustible fossile***

Effectivité: les investissements destinés au contrôle des effluents gazeux et au remplacement des petits poêles à combustible solide se sont traduits par des réductions considérables des émissions de poussières.

Les mesures prises jusqu'ici ont été d'une extrême effectivité.

Efficacité: les mesures concernaient en général des installations anciennes et amorties. Elles ont donc été efficaces et, par conséquent, également efficaces.

##### ***Chauffages au bois***

Effectivité: jusqu'ici aucune mesure systématique n'a été prise pour séparer les poussières des effluents gazeux des chauffages au bois, etc. Les émissions de poussières des actuels chauffages au bois sont donc déjà considérables dans l'ensemble et elles continueront d'augmenter si aucune mesure n'est prise.

Efficacité: jusqu'ici aucune réduction n'a pu être atteinte. Les mesures éventuellement prises ont donc été d'une effectivité nulle et, par conséquent, inefficaces.

#### **6.4.16 Catégorie de sources Installations industrielles à combustible fossile**

##### **Effectivité**

La réduction considérable des émissions de poussières attendue d'ici à 2020 est déjà en grande partie réalisée aujourd'hui. Elle est la conséquence de la suppression des installations de combustion alimentées au charbon et du recul très important des installations de combustion alimentées à l'huile lourde qui ont été remplacées par des installations de combustion au gaz naturel ou à l'huile de chauffage « extra-légère ».

##### **Efficacité**

Le remplacement des combustibles a été d'une grande effectivité et d'un bon rapport coûts/bénéfices. Cette mesure est, par conséquent, également efficace.

#### **6.4.17 Catégorie de sources Séchage de l'herbe**

##### **Effectivité**

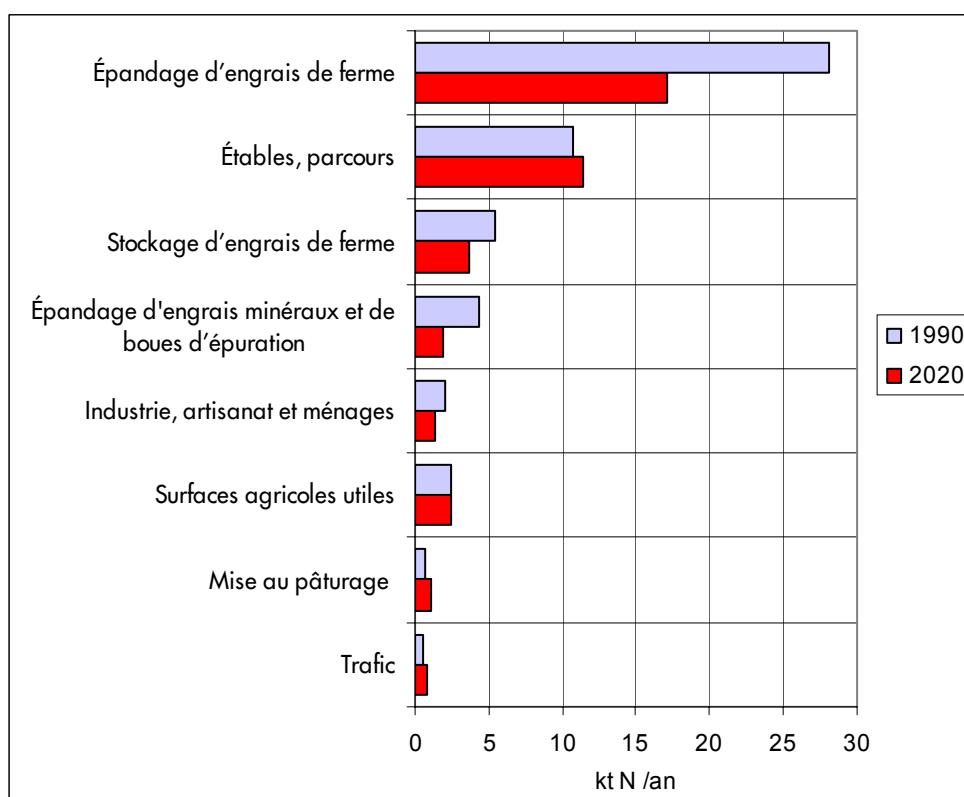
D'ici à 2020, il faut s'attendre à une réduction des émissions de poussières d'environ 60 %. Elle est la conséquence des nombreuses améliorations apportées à la séparation des poussières (dé-poussiéreur à cyclone). Les mesures prises ont déployé leurs effets.

##### **Efficacité**

Étant donné leur faible coût, les mesures ont été efficaces et, par conséquent, également efficaces.

## 6.5 Réduction des émissions de $\text{NH}_3$

### 6.5.1 Aperçu de l'effectivité des mesures de réduction des ém. de $\text{NH}_3$ entre 1990 et 2020 (données en N)



#### Commentaire concernant la figure

Dans la plupart des catégories de sources concernant l'agriculture, d'importantes réductions des émissions de  $\text{NH}_3$  seront réalisées d'ici à 2020. Cette évolution est en premier lieu la conséquence des réductions des effectifs de bovins et de porcins auxquelles on a procédé en Suisse dans les années 90; elle est bien moins la conséquence de mesures ciblées de réduction des émissions d'ammoniac. La réduction des effectifs d'animaux a une influence (linéaire) directe sur l'évolution des émissions pour autant que la production laitière moyenne et le poids des animaux restent inchangés.

Les augmentations des émissions dans le cas des systèmes de stabulation et de la mise au pâturage sont à mettre au compte du passage, souhaité pour des raisons de protection des animaux, à des systèmes de stabulation libre impliquant une utilisation accrue d'aires de promenades, dont la conception n'est pas optimale par rapport aux émissions et qui provoquent plus d'émissions d'ammoniac que les étables, les surfaces souillées étant plus grandes (cf. 6.5.3).

La réduction des émissions constatée pour la catégorie de sources *Épandage d'engrais minéraux et de boues d'épuration* est à mettre au compte de la diminution de l'utilisation des engrais minéraux et de l'interdiction des épandages de boues d'épuration.

Les émissions d'ammoniac de la catégorie de sources *Industrie, artisanat et ménages* proviennent des décharges à raison de 60 à 70 %. Depuis l'entrée en vigueur de l'interdiction de mise en décharge, ce type d'émissions est en constante diminution.

Les augmentations des émissions d'ammoniac pour la catégorie de sources *Trafic* sont, selon les connaissances actuelles, une conséquence de l'introduction des pots catalytiques.



### **6.5.2 Catégorie de sources Épandages d'engrais de ferme**

#### **Effectivité**

En matière d'épandage de lisier, l'état de la technique préconise, pour les champs de cultures, les injections ou l'épandage au moyen de distributeurs à tuyaux souples avec enfouissement immédiat du lisier. Dans le cas des prairies, les épandeurs à tuyaux semi-rigides avec socs ou à tuyaux souples correspondent à la technique disponible mais avec certaines limitations (p. ex. l'inclinaison du terrain).

Jusqu'en 2000, environ 12 % du lisier a été épandu selon ces techniques. Aujourd'hui, l'épandage se fait généralement au moyen de déflecteurs, ce qui entraîne des pertes d'azote considérables et de fortes émissions d'ammoniac et d'odeurs. D'ici à 2020, on peut s'attendre à une utilisation accrue des techniques d'épandage occasionnant peu d'émissions. Les effectifs du bétail ont aussi enregistré un recul considérable depuis 1990. En outre, une réduction des émissions d'azote grâce à une alimentation optimisée et à une mise au pâturage accrue peut être escomptée. En supposant que la part du lisier épandu de manière à générer peu d'émissions atteigne quelque 30 %, on obtient une réduction globale des émissions d'ammoniac de près de 40 % par rapport à 1990 (cf. graphique).

Au vu des possibilités techniques d'épandage, et comme la part des épandages occasionnant peu d'émissions n'atteindra que 30 % selon les estimations, l'effectivité des mesures prises jusqu'ici n'a été que partielle.

#### **Efficacité**

Les coûts de ces mesures sont faibles par rapport à la réduction possible des émissions d'ammoniac. En outre, grâce à des méthodes d'épandage améliorées, une plus grande part de l'azote contenu dans le lisier atteint le sol, ce qui le rend disponible pour la croissance des plantes. L'utilisation de techniques d'épandage améliorées est donc efficace. Sous l'angle du principe de prévention inscrit dans la législation sur la protection de l'environnement, la part de 30 % prévue d'ici 2020 pour les épandages de lisier occasionnant peu d'émissions est encore *très faible*. Il existe des déficits dans l'exécution et, par conséquent, l'efficacité des mesures prévues jusqu'ici n'a été que limitée.

### **6.5.3 Catégorie de sources Étables, stabulation libre**

#### **Systèmes de stabulation: effectivité et efficacité**

Pour des raisons de protection des animaux, on abandonne de plus en plus les étables fermées et les systèmes de stabulation entravés au profit des systèmes de stabulation libre avec des aires de promenades. Souvent ceux-ci ne sont toutefois pas construits de manière optimale: l'urine et les excréments restent trop longtemps sur un sol recouvert d'un revêtement. Non seulement ce n'est pas très sain pour les animaux, mais cela entraîne aussi de fortes émissions d'ammoniac.

Sans mesures supplémentaires de réduction des émissions d'ammoniac, il faut s'attendre à une *augmentation des émissions de 8 %* par rapport à 1990. Dans le domaine des étables, les mesures prises en faveur de la protection de l'air n'ont donc pas été efficaces et, par conséquent, pas non plus efficaces.

Comme sous 6.5.2, il faut relever que, pour cette catégorie de sources également, le bilan aurait été nettement pire si l'on n'escomptait pas d'ici à 2020 une réduction des effectifs d'animaux, une alimentation optimisée et une mise au pâturage accrue.

#### **6.5.4 Catégorie de sources Stockage des engrais de ferme**

##### **Effectivité**

Jusqu'au milieu des années 80, les fosses à purin traditionnelles étaient généralement fermées. Les réservoirs à lisier utilisés ensuite pour remplacer les fosses traditionnelles ont tout d'abord été fabriqués sans couverture; ils sont responsables de la majeure partie des émissions actuelles. Selon l'état de la technique et les prescriptions de l'OPair, *les installations de stockage de lisier doivent être couvertes* (p. ex. pour les protéger des vents, par analogie au stockage traditionnel). Une couverture fixe réduit de 80 à 90 % les émissions d'ammoniac d'une installation de stockage de lisier. Malgré cela, en Suisse, 20 % du lisier est stocké aujourd'hui dans des systèmes ouverts. En outre, la part du stockage ouvert est plus importante pour le lisier porcin, qui génère plus d'émissions, que pour le lisier bovin.

On admet qu'à l'avenir toutes les nouvelles installations de stockage de lisier seront équipées d'une couverture efficace. Ainsi, la part du lisier non couvert se réduira à 10 % d'ici à 2020. Par rapport à 1990, les émissions dues au stockage des engrais de ferme seront réduites de 40 % d'ici à 2020. En raison des problèmes de réalisation et d'exécution existant en matière d'assainissement des réservoirs à lisier ouverts, l'effectivité des mesures prises jusqu'ici n'a été que limitée.

##### **Efficacité**

En couvrant les réservoirs existants ainsi que les nouvelles installations de stockage, on en revient à l'état antérieur, plus favorable en matière d'hygiène de l'air. La couverture des installations fabriquées à partir de 1980 constitue une réparation efficace d'une technologie déficiente. En raison des problèmes d'exécution, ces mesures n'ont été efficaces que de manière limitée malgré leur efficacité technique indiscutable.

##### **Remarque**

En matière de stockage des engrais de ferme, on n'obtient pas de réduction des émissions en augmentant la mise au pâturage ni en réduisant ainsi les volumes stockés: ce qui est déterminant dans l'évaporation de l'ammoniac venant des installations de stockage non couvertes, c'est la superficie du liquide et non pas le volume du réservoir; même en stockant moins de lisier, les émissions ne sont pas forcément réduites (exception: les réservoirs restent parfois vides pendant un certain temps).

#### **6.5.5 Catégorie de sources Épandage d'engrais minéraux et de boues d'épuration**

##### **Effectivité et efficacité**

En raison de la nette réduction de l'utilisation des engrais minéraux entre 1990 et 2000 et de la légère réduction de la part de l'urée contenue dans ceux-ci, les émissions ont été fortement réduites. Du fait de l'interdiction des épandages de boues d'épuration, les émissions qui leur sont liées disparaissent aussi. Au total, les émissions d'ammoniac ont été réduites de 50 à 60 %. Les mesures prises jusqu'ici ont été suffisamment *effectives* et efficaces, et donc également efficaces.

#### **6.5.6 Catégorie de sources Surfaces agricoles utiles**

Les émissions de cette catégorie de sources sont dues à des processus de vieillissement et de décomposition et à des résidus des récoltes. Dans le calcul des émissions d'ammoniac qui en résultent pour la Suisse, on a pris en compte le fait que les pâturages alpestres, importants en surface,

produisent nettement moins d'émissions par unité de surface que cela n'est admis en moyenne internationale (FAL 26; p. 32 s.).

Selon les connaissances actuelles, les émissions dues à cette catégorie de sources ne peuvent pas être influencées dans la pratique.

### **6.5.7 Catégorie de sources Industrie, artisanat et ménages**

#### **Effectivité et efficacité**

Les émissions d'ammoniac de la catégorie de sources Industrie, artisanat et ménages proviennent des décharges à raison de 60 à 70 %; elles sont en constante diminution depuis l'entrée en vigueur de l'interdiction de mise en décharge.

Les productions d'ammoniac et de nitrates d'ammonium, encore importantes en 1990 (environ 10 % des émissions de la catégorie de sources Industrie, artisanat et ménages), ne sont plus responsables en l'an 2000 que d'une part négligeable des émissions d'ammoniac en Suisse (moins de 1 %). D'autres contributions proviennent de l'industrie de la construction (un peu plus de 10 %); en l'an 2000 elles ont déjà, elles aussi, considérablement diminué (d'environ 40 %).

En résumé, les mesures prises pour cette catégorie de sources ont été effectives et efficaces et, par conséquent, également efficaces. On mentionnera en particulier l'effet exercé par l'interdiction de mise en décharge permettant d'exploiter un grand potentiel de synergie avec la protection des eaux et des sols.

### **6.5.8 Catégorie de sources Mise au pâturage**

Pour ce qui est de la catégorie de sources Mise au pâturage, il faut s'attendre à une augmentation des émissions d'ammoniac. Celle-ci résulte d'une mise au pâturage accrue, qui est une conséquence des nouveaux principes d'élevage. Les émissions prouvées accrues doivent être évaluées en liaison avec les mesures prises pour la catégorie de sources Étables, stabulation libre: l'augmentation des émissions attendues pour la catégorie de sources Mise au pâturage est plus que compensée par les réductions des émissions des étables et des émissions dues aux épandages d'engrais de ferme qu'elle implique.

La protection des sols et des eaux, les dégâts dus au piétinement, une mauvaise efficacité de l'azote ainsi que la situation géographique défavorable de certains pâturages imposent des limites à la mise au pâturage.

### **6.5.9 Mesure transversale: Alimentation optimisée**

En particulier dans l'élevage porcin, l'alimentation optimisée et l'excrétion plus faible d'azote qui en résulte entraînent une réduction des émissions d'ammoniac. Par rapport à 1990, les émissions d'ammoniac se réduiront d'environ 20 % d'ici à 2020 en raison d'une diminution de l'excrétion d'azote. L'effectivité de la mesure a donc été limitée, tout comme son efficacité.

## 6.6 Consommation de carburants et de combustibles

### 6.6.1 Introduction: description des activités

#### *Schéma standard*

Les émissions de polluants atmosphériques, tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les poussières fines (PM10) ou les COVNM, se calculent selon un schéma simplifié (« schéma standard »).

(rejet de polluants atmosphériques) = (activité) x (facteur d'émission)

Exemples d'activités: l'énergie calorifique pour le chauffage des bâtiments, la production de vapeur industrielle, la production d'acier laminé ou le transport routier de marchandises ou de personnes. L'unité exprimant l'activité peut être choisie diversement. Au lieu d'exprimer les quantités de vapeur industrielle en tonnes par jour on peut, par exemple, les exprimer en quantités de carburant nécessaires à leur production. Le choix de l'unité d'activité dépendra naturellement de la nature des substances émises à analyser.

Si l'on suit le schéma standard, l'analyse de l'évolution des émissions se décompose en modifications des activités indépendantes les unes des autres et en facteurs d'émission. On peut donc initier les réductions d'émissions de polluants atmosphériques par *la réduction des activités ou par la réduction des facteurs d'émission*. L'indépendance des paramètres activité et facteur d'émission, hypothèse du schéma standard, constitue en général une *approximation* pouvant conduire dans certains cas à des erreurs notables.

#### *Amélioration de la précision par la création de sous-classes d'activité*

Pour améliorer la précision du schéma standard, on procède souvent à des *sous-classifications des activités*: si l'on choisit par exemple la distance parcourue comme unité d'activité du trafic motorisé, on fait la distinction entre trajets sur autoroutes, trajets sur routes hors des localités et trajets sur routes à l'intérieur des localités, et on définit des facteurs d'émission adaptés à ces sous-activités (dans le cas des distances parcourues du trafic motorisé, il existe même des facteurs d'émission pour d'autres sous-classes afin d'améliorer encore la précision des prévisions). De manière analogue, on peut distinguer également différents états d'exploitation des grandes installations de combustion et définir à chaque fois des facteurs d'émission spécifiques.

Les limites de ces sous-classifications résultent en général du degré de détail et/ou de la fiabilité des données disponibles concernant l'activité (exemple: le nombre d'heures par an pendant lesquelles une installation de fabrication de vapeur est exploitée à l'intérieur d'un intervalle de puissance donné dépend des besoins du marché, et la précision avec laquelle on le détermine ne peut pas être choisie librement).

### 6.6.2 La consommation de carburants et de combustibles en tant qu'unité d'activité dans le cadre de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air

En conséquence, dans le cadre du présent aperçu global, se pose la question du choix de l'unité dans laquelle les activités des diverses catégories de sources polluantes sont exprimées. Le critère déterminant est constitué par la possibilité de comparer de manière aussi complète que possible les activités dans l'ensemble de l'éventail des catégories de sources examinées.

Une partie importante des polluants atmosphériques est générée par les chauffages, lors de la production de chaleur industrielle et lors du fonctionnement de moteurs à combustion. L'énergie à

la base de l'abrasion et du tourbillonnement provient en grande partie (à l'exception des émissions du trafic ferroviaire) de processus de combustion et des moteurs à combustion. Pour cette raison, par analogie à la présentation des émissions de gaz à effet de serre, on utilise dans le cadre de l'analyse globale des émissions de polluants atmosphériques *la consommation de carburants et de combustibles*, exprimée en unités d'énergie (térajoules, TJ), pour autant que cette unité soit appropriée aux activités correspondantes (dans le cas des COVNM elle est peu appropriée; cf. 4.2).

Le schéma standard est alors le suivant:

(rejet de polluants atmosphériques) = (consommation de carburants ou de combustibles) x (facteur d'émission)

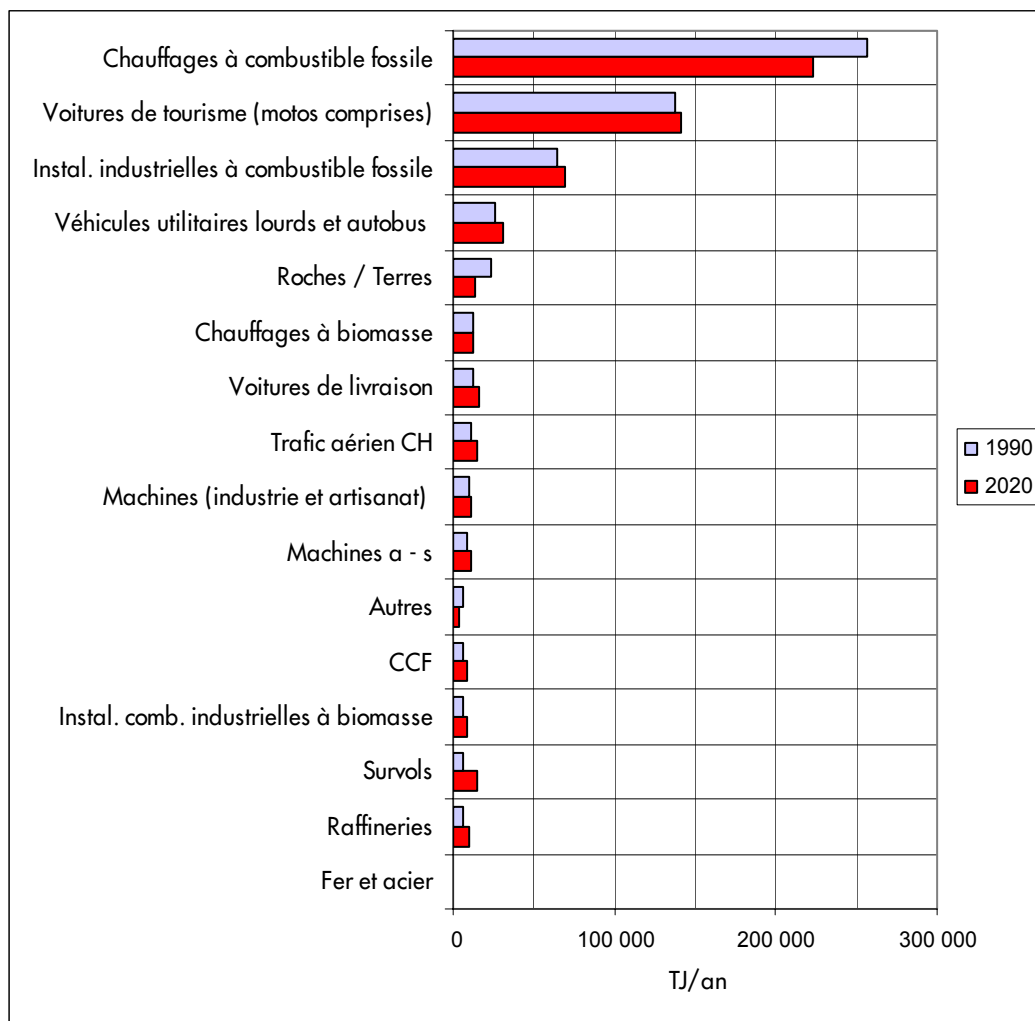
Les variations de la consommation de carburants et de combustibles se répercutent parallèlement sur plusieurs polluants atmosphériques. Les facteurs d'émission sont spécifiques aux polluants.

Le choix de cette unité d'activité comporte les avantages et les inconvénients suivants:

- Les variations de la consommation d'énergie de chauffage, d'énergie industrielle ou des distances parcourues peuvent facilement être présentées en termes de variations de la consommation de carburants et de combustibles. Les fluctuations de la consommation de carburant reflètent également très bien les effets des variations du poids des véhicules ou des diverses situations du trafic sur les rejets de polluants.
- Le traitement des rejets gazeux par des filtres, des systèmes de lavage et des pots catalytiques, une meilleure technique de combustion (brûleurs Low-NO<sub>x</sub>) ou l'amélioration de la qualité des carburants (carburants et combustibles à faible teneur en soufre, essence sans plomb) ont d'abord un effet de réduction sur les facteurs d'émission. Ils n'augmentent que très faiblement la consommation de carburants et de combustibles.
- L'évolution de la consommation de carburants et de combustibles reflète moins bien les améliorations de la technique des brûleurs et des moteurs, car celles-ci peuvent se manifester aussi bien sous forme de réduction de la consommation de carburants et de combustibles (activité) que sous forme de réduction des facteurs d'émission. En particulier dans le cas de la technique des moteurs, ces exigences peuvent être contradictoires (p. ex. lors du réglage de la température de combustion), mais elles peuvent aussi être complémentaires (réduction de l'excédent d'air des moteurs Otto en relation avec la technique des pots catalytiques). Le calcul des bilans de polluants nécessite donc des corrections.

Les chapitres suivants présentent les prévisions concernant l'évolution de la consommation de carburants et de combustibles en Suisse entre 1990 et 2020 et évaluent l'efficacité des mesures de réduction prises.

### 6.6.3 Complément: efficacité des mesures de réduction de la consommation de carburants et de combustibles



TJ/an

Roches / Terres

Machines a –s

CCF

consommation d'énergie exprimée en térajoules par an

fabrication de ciment, fabrication de tuiles, etc.

machines et engins agricoles et sylvicoles

installations de couplage chaleur-force

Il n'est pas possible de faire une comparaison directe avec les objectifs de la politique du climat, les présentes données chiffrées étant calculées sur la base du principe territorial.

#### **6.6.4 Catégories de sources Chauffages à combustible fossile et Chauffages à biomasse**

##### **Effectivité des mesures (cf. 6.6.3)**

Rapportées à la surface construite, les mesures prises et les mesures prévues ont apporté des améliorations sensibles. La consommation croissante de surfaces et d'espaces chauffés par habitant agit toutefois à l'encontre de ces améliorations. Malgré ces évolutions contraires, on pourrait assister, en 2020, à une réduction de la consommation totale de combustibles fossiles de plus de 15 % en Suisse par rapport à son niveau de 1990. La consommation d'énergie des chauffages à biomasse restera en revanche probablement constante. L'effectivité des mesures prises jusqu'ici n'a donc été que partielle.

##### **Efficacité des mesures**

Les campagnes visant à l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments ont remporté un grand succès en Suisse. De nombreuses mesures présentent un très bon rapport entre investissement et réduction des émissions de polluants: elles sont donc efficaces. Sont également efficaces les mesures touchant le comportement de la population vis-à-vis du chauffage et les connaissances des concierges en matière de technique de chauffage. Pour ce qui est de la construction, il existe peu de résistance à l'égard de mesures de protection de l'environnement: les nouveaux développements technologiques dans ce domaine trouvent un large soutien dans la population. Il est clair aussi que le secteur du bâtiment profite directement des nombreuses mesures concernant la technique de construction.

En revanche, la limitation de l'utilisation croissante de surface en Suisse pose un très gros problème dont la solution est étroitement liée à d'importantes valeurs morales de la population. Il existe manifestement à ce niveau de très fortes synergies entre les besoins de l'aménagement du territoire et ceux de la protection de l'environnement.

Les mesures mises en œuvre et les mesures adoptées jusqu'ici dans le domaine de la construction sont partiellement efficaces, malgré le problème non résolu de la croissance des volumes chauffés.

##### **Remarque: combustion de biomasse**

Les quantités d'énergie obtenues à partir de biomasse ont fortement augmenté ces dernières années. Cela est à considérer comme un succès de la politique climatique suisse. Si l'on veut éviter à l'avenir les contradictions entre les besoins de la protection du climat et ceux de la protection de l'air, il sera indispensable de prendre davantage de mesures en ce qui concerne le traitement des fumées provenant de la combustion de biomasse. Du point de vue de la protection de l'air, la production de poussières (PM10) constitue à l'heure actuelle le problème central de la combustion de biomasse.

#### **6.6.5 Catégorie de sources Voitures de tourisme et motos**

Contrairement aux attentes que l'on pouvait avoir jusqu'ici, les chiffres les plus récents montrent que la consommation de carburants augmentera de plus de 10 % (voitures de tourisme), respectivement de 45 % (voitures de livraison) d'ici à 2020 par rapport au niveau de 1990. Ce résultat s'explique par des évolutions importantes, en partie contradictoires:

- Dans les 10 premières années, entre 1990 et 2000, le kilométrage annuel des voitures a augmenté d'environ 20 %. Cette évolution pourrait se poursuivre (peut-être moins vite) et conduire d'ici à 2020 à une augmentation du nombre de kilomètres parcourus de plus de 40 % par rapport au niveau de 1990.
- La consommation de carburant spécifique (consommation de carburant par kilomètre parcouru) de la flotte des voitures de tourisme s'est nettement réduite depuis 1990 et devrait continuer de baisser d'ici à 2020.

#### **Effectivité des mesures: évaluation globale**

Dans la catégorie des sources Véhicules légers, diverses mesures visant à la réduction des kilométrages, et donc à la réduction de la consommation de carburant et des émissions de polluants atmosphériques, ont été réalisées dans le cadre des plans cantonaux de mesures de protection de l'air. Parallèlement, la consommation de carburant par kilomètre parcouru a également baissé grâce aux progrès de la technique des moteurs. Les mesures prises jusqu'ici n'ont toutefois pas suffi à enrayer la croissance des kilométrages au point que le progrès technique permette une réduction de la consommation de carburant d'ici à 2020. En conséquence, l'effectivité des mesures a été globalement insuffisante et, par conséquent, l'efficacité aussi.

*Remarques:* le passage du moteur à essence au moteur diesel, exigé pour des raisons d'efficacité énergétique, n'est pas souhaitable du point de vue de l'hygiène de l'air, car les technologies de moteurs diesel existantes produisent malheureusement des rejets nettement plus élevés de NO<sub>x</sub> et de PM10 par kilomètre parcouru.

#### **6.6.6 Catégories de sources Installations de combustion industrielle à combustible fossile et Roches / terres**

##### **Effectivité des mesures (cf. 6.6.3)**

La consommation de carburant de la catégorie Roches / terres sera réduite de moitié d'ici à 2020 par rapport au niveau de 1990. En ce qui concerne les installations de combustion industrielle, il faut s'attendre à une augmentation d'environ 10 % d'ici à 2020. Globalement, la consommation de carburant de cette catégorie sera, d'ici à 2020, au même niveau qu'en 1990.

##### **Efficacité des mesures**

Contrairement à la consommation de carburant, ces faibles variations ne sont pas le résultat d'une évolution en ciseaux entre une forte dynamique de croissance et des améliorations techniques importantes.

S'agissant des installations de combustion industrielle, la technologie utilisée dès 1990 était arrivée largement à maturité en ce qui concerne la consommation d'énergie (mais pas en ce qui concerne les émissions de polluants atmosphériques). Dans la catégorie Roches / Terres, il existait encore des potentiels d'amélioration. Les deux catégories devraient connaître d'ici à 2020 une faible dynamique de croissance. Pour ces raisons, les mesures prises pour économiser l'énergie peuvent être considérées comme efficaces.



### **6.6.7 Catégorie de sources Véhicules utilitaires lourds**

#### **Effectivité des mesures prises jusqu'ici (cf. 6.6.3)**

Sur la base des mesures réalisées ou adoptées jusqu'à présent, la consommation de carburant du trafic utilitaire lourd sera, d'ici à 2020, nettement plus élevée qu'en 1990. C'est la conséquence de l'accroissement considérable des distances parcourues (pour des raisons d'économie, les nouveaux véhicules sont en général conçus pour une consommation minimale de carburant par kilomètre parcouru). Cette augmentation des kilométrages est en premier lieu à mettre au compte de l'augmentation du trafic intérieur mais également à celui du trafic motorisé de transit à travers la Suisse. La promotion du ferroutage et du transport par conteneurs, combinés à la vignette obligatoire, n'a jusqu'ici eu qu'une effectivité limitée: les marchandises de transit sont en grande partie toujours transportées par des véhicules utilitaires lourds. Concernant le trafic intérieur suisse, la RPLP devrait contribuer à une utilisation efficace des véhicules. Compte tenu de ce qui reste à faire, l'effectivité de ces mesures n'est également que limitée.

#### **Efficacité des mesures**

L'effectivité des mesures de réduction de la consommation de carburant du trafic lourd prises jusqu'ici étant limitée, l'efficacité l'est également.

Les taxes douanières, vignettes ou autres formes de RPLP semblent de mieux en mieux acceptées en tant que mesures économiques d'incitation pour arriver à transférer les flux de marchandises sur le rail (et sur l'eau, dans le contexte européen). La Suisse ayant joué un rôle de pionnier, l'effectivité de certaines mesures n'a été que limitée jusqu'ici. Lorsqu'elles seront mieux acceptées par les pays voisins de la Suisse, elles auront le potentiel d'influencer notablement la dynamique de croissance des distances parcourues. De ce fait, elles sont à considérer comme sectoriellement efficaces malgré les importants coûts directs nécessités par le développement du ferroutage et du transport par conteneurs.

### **6.6.8 Catégorie de sources Trafic aérien**

#### **Effectivité des mesures (cf. 6.6.3)**

La consommation d'énergie du trafic aérien a augmenté considérablement depuis 1990. En général, pour des raisons économiques, les nouveaux types d'avions sont conçus sur la base d'une consommation de carburant spécifique minimale. Les énormes augmentations de trafic aérien ont cependant largement annulé les améliorations escomptées. *L'effectivité* des mesures qui auraient pu être prises jusqu'ici pour limiter le trafic aérien est insuffisante (remarque: les prévisions concernant les polluants atmosphériques, qui sont à la base des prévisions de trafic, reflètent bien la situation actuelle et ne résultent pas simplement d'une extrapolation des valeurs de la croissance des années 90).

#### **Efficacité**

En raison de leur faible effectivité, les mesures prises jusqu'ici ont été inefficaces.

## **7      *Résumé: bilans, mesures à adopter et mesures à appliquer***

### **7.1      *Effectivité et efficacité des mesures adoptées jusqu'ici***

Les prévisions concernant l'évolution des émissions montrent que l'effectivité des mesures prises jusqu'ici pour réduire les émissions de  $\text{NO}_x$ , de COVM, de  $\text{PM}_{10}$  et de  $\text{SO}_2$  ont entraîné une nette diminution des polluants atmosphériques. Le maximum des émissions des polluants atmosphériques examinés ici a été atteint entre 1970 et 1985. Depuis, les émissions sont en recul (cf. figures 4.3.1, 4.4.1, 4.5.1 et 4.7). En ce qui concerne les émissions de  $\text{NH}_3$ , aucune mesure de réduction n'a été prise jusqu'ici. La réduction ciblée des émissions d'ammoniac constatée reflète pour l'essentiel les variations des effectifs d'animaux.

Si l'on compare les émissions annuelles des divers polluants atmosphériques avec les objectifs écologiques, on constate que seul l'objectif concernant le  $\text{SO}_2$  est atteint. Pour les autres polluants atmosphériques examinés ( $\text{NO}_x$ , COVM,  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{NH}_3$ ), il faut s'attendre à ce que les résultats restent bien en deçà des objectifs écologiques en 2020. Par conséquent, les mesures prises jusqu'ici ont été efficaces dans l'absolu mais ne suffisent pas globalement pour atteindre pleinement les objectifs écologiques d'ici 2020.

Il en ressort qu'il est nécessaire de prendre des *mesures supplémentaires* afin réduire davantage les émissions de la plupart des polluants (sauf le dioxyde de soufre  $\text{SO}_2$ ).

### **7.2      *Effectivité et efficacité des mesures par catégorie de sources***

Le problème principal des mesures prises jusqu'ici s'est avéré être la croissance des activités qui a en partie annulé, pour certaines catégories de sources, les effets des mesures techniques, très efficaces dans l'absolu. C'est plus particulièrement le cas pour la consommation de surface par habitant, en croissance constante, ainsi que pour l'augmentation du kilométrage des véhicules à moteur et du trafic aérien. Les mesures prises jusqu'ici pour contrôler la croissance des activités ont donc été, dans le cas des catégories de sources concernées, trop peu efficaces et donc également trop peu efficaces.

Lors de l'évaluation par catégorie de sources, des problèmes sont apparus principalement en rapport avec le *manque d'effectivité* des mesures adoptées jusqu'ici. Lorsque l'effectivité des mesures était suffisante, celles-ci s'avéraient en général également efficaces. Des exemples frappants de mesures efficaces se rencontrent dans la catégorie Installations de combustion industrielle (réduction des émissions de tous les polluants atmosphériques par traitement des rejets gazeux, meilleures technologies de combustion ainsi que substitution des carburants).

Les bilans de la consommation d'énergie et des émissions de  $\text{CO}_2$  qui en résultent (cf. 4.8.2) montrent que, du point de vue de la protection du climat, il reste énormément à faire. De nouvelles mesures devraient autant que possible être développées en s'alignant sur les mesures de protection du climat, en particulier les mesures de réduction de la consommation de carburants et de combustibles fossiles (il faut noter à ce propos que de nombreuses mesures prises jusqu'ici en matière de lutte contre la pollution atmosphérique contribuent déjà fortement à la protection du climat).

### **7.3    *Lacunes dans la mise en œuvre des mesures adoptées***

#### **7.3.1    *Principe: poursuite des mesures ayant fait leurs preuves et respect du principe de prévention***

Il est extrêmement important pour le succès de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air en Suisse de *poursuivre* les efforts nécessités par les mesures prises jusqu'ici. À l'échelon cantonal, et en particulier à l'échelon communal, cette réalisation est souvent intégrée à d'autres activités. Pour que les besoins de la protection de l'environnement et, en particulier, ceux de la protection de l'air, soient pris en compte à chaque occasion, il faut un engagement permanent des responsables cantonaux et communaux.

L'application du principe de prévention, fixée dans la législation suisse sur la protection de l'environnement comme une obligation, peut aussi être considérée comme une mesure existante. Le principe de prévention oblige les parties concernées à introduire les nouvelles technologies ou à améliorer les technologies existantes, dans la mesure que permettent l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable, même s'il n'y a pas nécessité d'assainir. L'idée de cette obligation se retrouve dans les limitations préventives des émissions des annexes de l'ordonnance suisse sur la protection de l'air (OPair).

#### **7.3.2    *Problèmes types dans l'exécution des mesures adoptées***

##### ***Application des plans cantonaux de mesures de protection de l'air***

Dans les plans cantonaux de mesures de protection de l'air, les mesures visant à contrôler la croissance du trafic motorisé, et qui exercent également une influence sur la consommation de carburant, jouent un rôle central. Les plans de mesures ont montré que les mesures principales relèvent de la compétence des cantons, pour autant qu'elles ne concernent pas les autoroutes. Lorsque des mesures doivent être prises sur les autoroutes, les cantons peuvent, au sens de l'OPair, présenter les demandes correspondantes au Conseil fédéral.

Le respect des limitations de vitesse dans le trafic motorisé est particulièrement important du point de vue de la sécurité du trafic, de la lutte contre le bruit, de la consommation d'énergie ainsi que de la protection de l'air. Les polices cantonales et communales déploient déjà une importante activité de contrôle. Ces efforts ne doivent pas diminuer. Partout où cela est également et techniquement possible, on intensifiera la lutte contre les infractions grâce à des moyens techniques, comme la surveillance automatique des vitesses.

Les grandes difficultés en rapport avec l'exécution des mesures de limitation de la croissance du trafic motorisé constituent une entrave importante à l'atteinte des objectifs écologiques de la protection de l'air.

##### ***Accords sectoriels (Confédération, cantons)***

Dans l'industrie du ciment, le principe de prévention est appliqué pour la première fois en Suisse dans le cadre d'un accord sectoriel, qui se réfère en général aux limites données par l'état de la technique et les conditions d'exploitation ainsi que la situation économique. Ce n'est que dans les plans cantonaux de mesures de protection de l'air qui prévoient un renforcement des limitations des émissions (actuellement dans un canton), qu'on demande un renforcement des valeurs limites d'émission.

Les accords sectoriels doivent *concerner les quantités*. Ils peuvent dévier du système usuel des valeurs limites d'émission valables pour toutes les installations. En revanche, les accords sectoriels qui seraient *fondés sur l'efficacité* courent le risque de ne pas viser avec assez d'insistance

l'objectif primaire d'une effectivité suffisante et ils sont de ce fait en général *inefficaces*: les gains d'efficacité peuvent par exemple couvrir le fait que l'augmentation de la consommation de carburant et de combustible annule largement les gains obtenus avec beaucoup de difficultés.

#### ***Stations d'essence (Confédération et cantons)***

Les systèmes de récupération des vapeurs d'essence posent actuellement de gros problèmes. Lors de l'appréciation des effets d'une mesure adoptée et largement appliquée, on est parti de l'idée que les installations fonctionnaient parfaitement du point de vue technique. Vu les déficits constatés en rapport avec les mesures de réduction des émissions de COVNM, la résolution des problèmes techniques et d'exploitation prend une grande importance.

#### ***7.3.3 Cas particulier de l'agriculture (ammoniac)***

Il n'y a pas si longtemps qu'on a pris conscience des importants problèmes environnementaux engendrés par les émissions d'ammoniac (acidification du sol, hyperfertilisation d'écosystèmes semi-naturels). C'est donc depuis peu que l'agriculture est devenue un sujet d'actualité en tant que principal responsable de ces émissions. La mise en œuvre des mesures de réduction des émissions n'a pas encore beaucoup progressé. L'agriculture est très fortement influencée par des flux financiers (paiements directs) qui ne sont pas assez axés sur les exigences de la protection de l'air.

#### ***7.3.4 Résumé: appréciation des mesures adoptées jusqu'ici par la Suisse***

Bien que les mesures adoptées jusqu'ici en Suisse ne soient pas suffisantes pour atteindre les objectifs écologiques, les mesures mises en œuvre ont dans certains cas eu des résultats partiels impressionnants.

L'appréciation globale montre que la plupart des mesures prises ont en outre été efficaces. C'est pourquoi, la Confédération et les cantons doivent mettre toute leur énergie à poursuivre ces efforts dans le cadre des activités de mise en œuvre.

***Seconde partie:***  
***Évaluation des mesures supplémentaires***

## **8      *Fixation des priorités concernant les mesures supplémentaires selon des critères d'efficacité***

### **8.1      *Introduction: méthode***

Afin de simplifier l'élaboration de nouvelles mesures, on établit des critères pour les catégories de sources polluantes pour lesquelles existent les meilleures chances de pouvoir développer des mesures efficaces. Ces catégories de sources sont évaluées, pour toutes les mesures, indépendamment du fait que ces dernières résultent d'adaptations à des normes internationales ou qu'elles doivent être prises par la Confédération, les cantons et les communes.

### **8.2      *Fixation des priorités pour les catégories de sources***

Pour chaque groupe de sources polluantes, les priorités sont fixées en fonction des émissions correspondantes de chacun des polluants atmosphériques ou de la consommation de carburants et de combustibles: en effet, plus la quote-part d'un groupe de sources donné est élevée par rapport aux émissions d'un certain polluant atmosphérique ou à la consommation de carburants et de combustibles, plus l'élaboration de mesures concernant le groupe en question est prioritaire et plus l'effectivité des mesures potentielles est grande.

Dans l'optique de l'efficacité des mesures, on évalue, pour chaque catégorie de sources, non seulement sa contribution aux émissions mais également trois autres paramètres. Cette évaluation s'effectue de manière semi-quantitative par indication d'une pondération (trois niveaux).

Globalement, les critères suivants servent à fixer les priorités selon l'efficacité:

1. Émissions de polluants (ou consommation de carburants et de combustibles).
2. Dynamique de croissance (dc): les catégories de sources polluantes pour lesquelles il faut s'attendre à une augmentation des activités auront une priorité plus élevée que celles dont les taux d'activité n'augmenteront guère ou n'augmenteront que légèrement. Dans le premier cas, les effets des mesures peuvent être entravés par l'évolution; dans le second, ils se manifesteront largement sous forme de réduction des émissions par rapport à la situation actuelle (pondération 1: dynamique de croissance la plus faible; pondération 3: dynamique de croissance la plus élevée).
3. Chances offertes par la technique (ct): les mesures concernant des domaines dans lesquels il existe des potentiels d'amélioration technique seront abordées avec une grande priorité. Les mesures correspondant à des domaines dont le potentiel d'amélioration est incertain (exemple: technologie de l'hydrogène) sont traitées avec une priorité moindre (pondération 1: les chances sont minces pour que des développements technologiques contribuent à la réduction des polluants; pondération 3: les chances sont bonnes).
4. Chances offertes par l'exécution (ce): les perspectives de l'exécution sont bonnes s'il existe dès à présent des bases légales pour la mise en œuvre de mesures (exemple: taxe sur le CO<sub>2</sub>). Si les bases doivent d'abord être créées, les perspectives sont évidemment moins bonnes. Les chances offertes par l'exécution sont également moins bonnes lorsque les mesures ne sont pas prises uniquement par la Suisse, (exemple: survols de la Suisse). Si les sources polluantes peuvent être saisies et contrôlées relativement facilement (exemple: installations stationnaires importantes), les

chances offertes par l'exécution sont plus grandes que pour des groupes de sources difficiles à saisir et à contrôler (exemple: émissions diffuses de solvants).

La détermination de l'ordre des priorités s'effectue, pour chaque groupe de sources polluantes et chaque polluant atmosphérique, au moyen d'un facteur de pondération global, FPG, obtenu selon la formule suivante:

$$\text{FPG} = (\text{quantités d'émissions})^2 \times (\text{dc}) \times (\text{ct}) \times (\text{ce})$$

respectivement

$$\text{FPG} = (\text{consommation de carburants ou de combustibles})^2 \times (\text{dc}) \times (\text{ct}) \times (\text{ce})$$

(dc), (ct), (ce) signifiant les pondérations individuelles des catégories d'évaluation «dynamique de croissance», «chances offertes par la technique» et «chances offertes par l'exécution». (La part des émissions reçoit une pondération plus élevée que les autres paramètres, c'est pourquoi elle apparaît au carré dans la formule.)

Pour chaque polluant atmosphérique évalué, de même que pour la consommation de carburants et de combustibles, on fait la somme des pondérations individuelles de tous les groupes de sources polluantes et on la considère comme égale à 100 %. Les pondérations individuelles sont alors indiquées sous forme de pourcentage par rapport à la somme totale. Les résultats de cette manière d'évaluer les mesures de réduction de la consommation de carburants et de combustibles ainsi que les mesures prises au niveau des rejets gazeux polluants sont présentés dans les chapitres suivants.

Les « notations » des catégories de sources polluantes en fonction des critères dc, ct et ce ont été effectuées au moyen d'estimations. La manière de calculer garantit que le classement des catégories de sources est indépendant des détails de la notation, en d'autres termes qu'il est indépendant de la manière de noter. Cela a été vérifié par une comparaison des notations faites indépendamment par des spécialistes de l'OFEFP et les autorités cantonales d'exécution dans le cadre de différentes procédures de consultation (analyses de sensibilité).

### **8.3 *Élaboration des mesures et évaluation des potentiels de réduction***

Le classement des catégories de sources polluantes établi pour chacun des polluants atmosphériques ainsi que pour la consommation de carburants et de combustibles sert tout d'abord à fixer le niveau d'investigation avec lequel les mesures seront évaluées, le niveau le plus élevé étant appliqué lors de l'évaluation des mesures concernant les catégories de sources à haute priorité du point de vue de l'efficacité.

Des propositions détaillées de mesures ont été élaborées sur la base de ces classements. Elles sont présentées dans les chapitres suivants. L'évaluation des effets exercés par les mesures a été effectuée par estimation des effets de chaque mesure individuelle sur la base d'interviews d'experts. La somme des effets des mesures évaluées (potentiel P des mesures) a été faite pour chaque catégorie de sources polluantes. On a en outre estimé la part de ce potentiel pouvant être réalisée avec une bonne probabilité d'ici à 2020 (attente A concernant les mesures; en général, environ 50 % du potentiel total des mesures d'une catégorie de sources).

Vu le schéma standard et compte tenu du fait que la consommation de carburants et de combustibles a été choisie comme unité universelle des activités (cf. à ce sujet 6.6.1 et 6.6.2), les effets des mesures d'économie de carburants et de combustibles ont été combinés avec ceux des mesu-

res de réduction des émissions de polluants (multiplication des valeurs relatives). La combinaison des réductions résultant de l'amélioration de l'efficacité des moteurs constitue une exception; dans ce cas, des corrections ont été apportées afin d'éviter une surestimation des potentiels de réduction (cf. 6.6.2).

## **9 Réduction de la consommation de carburants et de combustibles**

### **9.1 Point de départ: déceler et exploiter les synergies**

Le respect des valeurs limites d'immission de l'ordonnance sur la protection de l'air constitue un élément clé de la tâche globale consistant à utiliser l'environnement de manière durable. L'exploitation efficace des synergies avec d'autres tâches partielles est donc un aspect important du programme de mesures à développer. Les analyses de la première partie l'ont montré: il existe des synergies potentielles particulièrement marquées entre les objectifs de la protection de l'air et l'évolution de la consommation de carburants et de combustibles.

C'est pourquoi, dans le présent chapitre, on évalue tout d'abord des mesures de réduction de la consommation *de carburants et de combustibles* sans prédire les effets qu'elles exerceront sur la protection de l'air. Dans les chapitres suivants, les effets exercés par ces mesures sur les *rejets de polluants atmosphériques* sont combinés avec les effets des mesures spécifiques aux différents polluants atmosphériques (épuration des gaz d'échappement, etc.). Les résultats de ces combinaisons sont présentés séparément pour chaque polluant atmosphérique (Chapitre 10: Oxydes d'azote, NO<sub>x</sub>; Chapitre 11: Composés organiques volatils non méthaniques, COVNM; Chapitre 12: Poussières fines respirables, PM10; Chapitre 13: Ammoniac, NH<sub>3</sub> et Chapitre 14: Dioxyde de soufre, SO<sub>2</sub>).

Dans le texte, les descriptions des mesures sont encadrées. Là où aucune mesure explicite n'est présentée, on admet que le progrès technique sera tel qu'on pourra probablement procéder à des réductions des valeurs limites d'émission dans une mesure permise par la technique et qui soit économiquement supportable.

### **9.2 Une réforme fiscale écologique en tant que moteur de l'exploitation des potentiels de synergie**

Réforme fiscale écologique selon le programme de législature du Conseil fédéral
---

La taxe sur le CO<sub>2</sub>, qui est prévue, comporte déjà des éléments d'une réforme fiscale écologique. Les détails d'une telle réforme ne pourront cependant être précisés que lorsque les décisions sur l'introduction et les modalités de la taxe sur le CO<sub>2</sub> seront prises.

Une réforme fiscale écologique aura des effets sur la consommation d'énergie totale de la Suisse. Les effets d'une telle mesure dépendent très fortement de sa mise en pratique.

À l'heure actuelle, il n'est pas possible de procéder à une quantification.
---



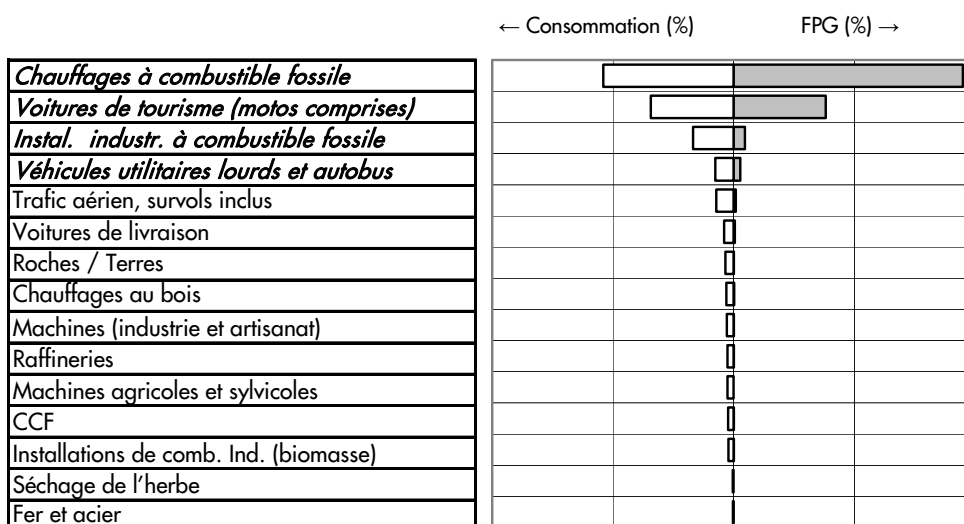
### 9.3 Fixation des priorités pour les carburants et les combustibles

#### Évaluation des catégories de sources polluantes quant aux mesures envisagées

Catégorie de sources	Consommation 2020 CH (TJ/an)	dc	ct	ce	FPG (%)
<i>Chauffages à combustible fossile</i>	223'006	2	3	2	66.5%
<i>Voitures de tourisme (motos comprises)</i>	141'420	3	2	2	26.7%
<i>Installations indust. à combustible fossile</i>	69'603	1	2	3	3.2%
<i>Véhicules utilitaires lourds et autobus</i>	31'230	3	2	3	2.0%
Voitures de livraison	16'178	3	2	2	0.3%
Survol	14'883	3	3	1	0.2%
Trafic aérien CH	14'825	3	3	2	0.4%
Roches / Terres	14'136	1	2	2	0.1%
Chauffages à biomasse	12'359	3	2	2	0.2%
Machines (industrie et artisanat)	11'556	1	2	2	0.1%
Raffineries	10'250	1	2	2	0.05%
Machines a - s	10'672	1	1	2	0.03%
CCF	9'170	2	2	2	0.07%
Installations de combustion indust. à biomasse	8'808	2	2	2	0.07%
Séchage de l'herbe	1'497	1	1	1	0.00%
Fer et acier	946	1	1	2	0.00%

Remarque: FPG: facteur de pondération total; dc: dynamique de croissance; ct: chances offertes par la technique, ce: chances offertes par l'exécution; dc, ct, ce = 0: pas d'évaluation

#### Comparaison des FPG et de la consommation de carburants et de combustibles par catégorie de sources



#### Légende

Partie droite de la figure: facteurs de pondération globaux (FPG) selon le tableau 9.3. Partie gauche de la figure: parts en % des catégories de sources par rapport à la consommation totale suisse de carburants et de combustibles en 2020.

## **Conclusion**

En ce qui concerne les mesures de réduction de carburants et de combustibles, les catégories de sources Chauffage et Voitures de tourisme sont manifestement de première priorité. Les mesures envisageables pour le trafic utilitaire lourd étant analogues à celles concernant les voitures de tourisme, la catégorie de sources Trafic utilitaire lourd a également été considérée comme étant de première priorité tout comme la catégorie Installations industrielles à combustible fossile, ces installations présentant à peu près le même FPG que le trafic utilitaire lourd.

Les catégories de sources polluantes de première priorité figurent en caractères gras dans le tableau de la section 9.3.

## **9.4 À propos de l'évaluation des bilans**

Les chapitres suivants présentent un exposé détaillé des mesures classées par catégorie de sources polluantes ainsi qu'une évaluation des effets de ces mesures. Les *potentiels P* et les *attentes A* concernant ces effets sont indiqués dans l'aperçu des effets par catégorie de sources (cf. p. ex. tableaux 9.10 et 9.11). Ils sont définis de la manière suivante:

En épuisant toutes les mesures individuelles possibles d'une catégorie de sources donnée, les effets s'additionnent. Ainsi, les « *potentiels maximaux de réduction P* » constituent les réductions qu'il est possible d'obtenir dans le meilleur des cas.

Si l'on prend en compte les incertitudes des réalisations techniques, les délais de mise en œuvre réalistes d'ici à 2020 et le manque de perfection des instruments d'exécution, il faut s'attendre à d'importants déficits. Ces déficits sont en partie la conséquence du fait que les réalisations pratiques faisant suite aux évolutions technologiques n'ont pas toujours l'ampleur souhaitée pour des raisons techniques (techniques des installations au sens restreint comme les besoins en matière de coûts d'exploitation et d'investissements). À côté de tels déficits « objectifs », le degré de réalisation effectivement atteignable dépend également pour une large part de paramètres pouvant être influencés par la politique (comme l'exécution ou le montant des taxes). On a en général considéré comme réaliste le fait que les potentiels de réduction P pouvaient, dans la pratique, être réalisés à *un peu plus de 50 %* en supposant que l'exécution se fasse normalement. Les valeurs correspondantes sont nommées « *attentes A* » ci-après.

*On peut toutefois admettre qu'avec une intensification des efforts en matière d'exécution, d'ici à 2020, les potentiels maximaux de réduction puissent être épuisés à plus de 50 % et que les attentes soient dépassées.* Cela ne vaut bien entendu pas uniquement pour les mesures de réduction de la consommation de carburants et de combustibles, mais également pour les mesures spécifiques aux polluants visant à réduire les rejets gazeux polluants, proposées dans les chapitres suivants.

## **9.5 Catégorie de sources de première priorité: Chauffage des locaux (CC 11)**

(Les pourcentages indiqués concernent les catégories de sources correspondantes.)

### **9.5.1 Standard Minergie**

Les normes suisses relatives à l'isolation des bâtiments (nouveaux et anciens) seront adaptées à moyen terme aux normes (cantonales) du standard Minergie.

Cette mesure s'attaque à la racine du problème, soit aux besoins énergétiques du chauffage.

### **9.5.2 Introduction de nouvelles technologies de combustion**

Dès 2006, seuls les systèmes de combustion à condensation ou à basse température seront encore autorisés.

Ainsi, l'énergie de chauffage libérée dans l'atmosphère se trouve diminuée de l'énergie de condensation de la vapeur d'eau se formant lors de la combustion.

Effets des deux mesures: potentiel de réduction de 15 % par rapport à l'évolution attendue  
Mise en œuvre: Confédération et cantons

## **9.6 Catégorie de sources de première priorité: Trafic voyageurs motorisé (CC 12)**

### **9.6.1 Introduction**

La maîtrise de la *croissance des kilomètres parcourus* à laquelle on s'attend pour les voitures de tourisme et les motos est un problème crucial de la politique des agglomérations de la Confédération et des cantons, qui concerne dans les mêmes proportions les zones urbanisées et les axes routiers.

S'agissant des zones urbanisées, on doit faire face à des problèmes d'atteinte à la population et à l'environnement par la pollution de l'air, le bruit et la consommation de surfaces. Pour ce qui est des axes routiers, il se pose non seulement des problèmes de sécurité du trafic, mais surtout des problèmes de *capacités* et de répartition du trafic sur les différents *modes de transport* (répartition modale). Les pourcentages indiqués concernent les catégories de sources correspondantes.

## 9.6.2 Structure de l'urbanisation

### Mesure générale

Les principes de planification de l'aménagement du territoire suisse insistent sur le problème de la structure de l'urbanisation et sur la menace que fait peser sur elle la dispersion des constructions sur la Plateau suisse. Ainsi, l'art. 3 de la loi sur l'aménagement du territoire précise ceci:

<sup>3</sup> Les territoires réservés à l'habitat et à l'exercice des activités économiques seront aménagés selon les besoins de la population et leur étendue limitée. Il convient notamment:

- a. De répartir judicieusement les lieux d'habitation et les lieux de travail, et de les doter d'un réseau de transports suffisant;
- b. De préserver autant que possible les lieux d'habitation des atteintes nuisibles ou incommodes, telles que la pollution de l'air, le bruit et les trépidations

Du point de vue de la protection de l'air, la réalisation des buts de la loi sur l'aménagement du territoire joue un rôle central dans le contrôle à moyen terme de la croissance du trafic: moins on pourra empêcher la dispersion des constructions en Suisse, plus les distances moyennes parcourues / kilométrages moyens augmenteront et moins les dessertes par les transports publics seront rentables.

Comme la dispersion des constructions en Suisse s'est poursuivie et se poursuit encore malgré les exigences de la loi sur l'aménagement du territoire, les plans cantonaux de mesures de protection de l'air prévoient des mesures supplémentaires de contrôle de la dispersion des constructions. Dans la pratique, cette dualité a souvent conduit à des difficultés. Les gros efforts nécessités par le contrôle de la dispersion des constructions et la complexité de la tâche à accomplir exigent des efforts de coordination supplémentaires entre aménagement du territoire et protection de l'air.

L'Office fédéral de l'aménagement du territoire et l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage améliorent la coordination entre les plans directeurs cantonaux et les plans de mesures de protection de l'air. À cet effet, ils élaborent des recommandations d'exécution et vérifient systématiquement si les plans directeurs déposés par les cantons respectent ces directives.

Effets globaux des mesures: réduction de la croissance des kilométrages par rapport à la tendance: potentiel de réduction de 5 %.

Mise en œuvre: par les cantons (élaboration des plans directeurs) et la Confédération (approbation des plans directeurs) ainsi que par les communes (élaboration de plans directeurs communaux et de plans d'affectation)

### Mesure partielle: coordination aménagement du territoire – protection de l'environnement en matière de trafic d'achats et de trafic de loisirs

D'après les résultats du microrecensement 2000, le *trafic de loisirs* est le segment du trafic qui a connu la plus forte croissance durant ces 15 dernières années. La distance parcourue lors des loisirs a augmenté d'environ 40 % depuis 1984 (rapport final microrecensement 2000, p. 78). Il faut supposer que cette évolution se poursuivra. 80 % des déplacements consacrés aux loisirs concernent des visites, la culture et le sport, les activités de plein air et la gastronomie. Le segment « Achat pour les loisirs » représentait 4 % de l'ensemble des distances parcourues en l'an 2000 (ibid. p. 52). À l'avenir, il pourrait engendrer une forte croissance par des offres ciblées (nouvelles installations à forte fréquentation situées en dehors des zones d'habitation) et donner

un coup de fouet supplémentaire à la dynamique de croissance que connaît le domaine des loisirs.

L'augmentation des kilométrages est minimisée par une coordination globale de la planification des installations à forte fréquentation dans les plans directeurs cantonaux et communaux. Ainsi, les sites proches des centres d'habitation seront favorisés.

Cette mesure concrétise la mesure générale concernant la progression des kilométrages dans ce domaine partiel critique. Le résultat attendu est un ralentissement de la croissance des kilométrages du TIM dans le domaine en croissance constitué par le trafic de loisirs. La coordination est en premier lieu affaire des cantons (plans directeurs cantonaux, plans de mesures de protection de l'air). L'élaboration de bases techniques est en cours à la Confédération (réalisation de la motion du Conseiller national Bütiker; la procédure de consultation relative à une recommandation d'exécution concernant les installations à forte fréquentation est terminée).

Effets: les effets de cette mesure partielle participent aux effets des mesures générales.

Mise en œuvre: par les cantons et les communes (plans directeurs) ainsi que par la Confédération et les cantons (approbation des plans directeurs)

Un premier résultat d'un tel souci de coordination figure dans « Installations à forte fréquentation » (Cahier de l'environnement n° 346). Il concerne plus particulièrement les aspects légaux de la coordination.

### **9.6.3 Transport de personnes: transfert modal vers les transports publics et le trafic non motorisé**

Dans les régions à forte densité de population du Plateau suisse, le transport des personnes se fait déjà dans une certaine mesure avec des moyens alternatifs. Cela pourrait être la conséquence de problèmes de capacité du TIM combinés à la promotion des transports publics et du trafic non motorisé. Les changements se traduisent notamment dans la réduction, visible depuis 1994, de la vitesse moyenne du TIM de 8,5 % pour les voitures de tourisme et de 11,5 % pour les motos alors que, parallèlement, le trafic non motorisé, les trams ainsi que les autobus sont devenus plus rapides (rapport final du microrecensement 2000, p. 77).

Dans les zones d'habitation, la gestion des places de stationnement sera poursuivie et coordonnée. En outre des liaisons par transports publics entre les centres et la périphérie seront réalisées et exploitées, et la création de routes sûres pour le trafic non motorisé sera encouragée activement.

Effets: par rapport à la tendance et en combinaison avec la perception de taxes et de redevances, on admet une réduction potentielle de 5 % des kilométrages.

Mise en œuvre: cantons, communes, par l'élaboration de règlements et de plans directeurs; Confédération. dans le cadre de la politique des agglomérations et des plans directeurs cantonaux

### **9.6.4 Taxe sur le CO<sub>2</sub> et redevances pour l'utilisation des routes**

La loi sur le CO<sub>2</sub> prévoit l'introduction d'une taxe sur le CO<sub>2</sub> si les objectifs de réduction des émissions ne sont pas atteints par des mesures librement consenties et le centime climatique prélevé sur les carburants (RS 641.71, art. 3, al. 2). Dans le cas de la consommation de carburants,

les résultats seront certainement très en deçà des objectifs. L'introduction de redevances pour l'utilisation des routes qui tiennent compte des catégories de sources pourrait aider à atteindre ces objectifs.

Dans les agglomérations importantes, le prélèvement de péages sur les routes menant au centre et du centre à la périphérie (« road pricing ») contribuera à décharger les centres et les axes routiers y menant. Pour l'instant, les bases légales manquent toutefois en Suisse (il existe cependant des possibilités de participation à des projets pilotes).

Si l'évolution de la consommation de carburants en Suisse n'est pas conforme aux exigences de la loi sur le CO<sub>2</sub>, la Confédération introduira la taxe prévue sur le CO<sub>2</sub>, prélevée sur les carburants.

La Confédération crée les bases légales pour introduire les redevances sur l'utilisation des routes « road pricing » et soutient le développement de systèmes correspondants ainsi que les possibilités d'intégration dans des systèmes électroniques de gestion du trafic (SGT). L'introduction de ces dispositifs est faite par les cantons et les communes. Les systèmes de « road pricing » sont en général intégrés dans des systèmes régionaux et communaux de gestion du trafic.

Effets: encouragement du transfert modal des pendulaires vers les transports publics et le trafic non motorisé. Réduction des trafics d'achats et de loisirs allant du centre des agglomérations vers les centres commerciaux et les centres de loisirs situés en périphérie. Redevances pour l'utilisation des routes et taxe sur le CO<sub>2</sub>: potentiels de réduction de 5 %.

Mise en œuvre: Confédération, par la législation et le soutien apporté aux développements technologiques; Cantons et communes, par l'introduction de systèmes intégrés de « road pricing » sur des axes appropriés menant au centre des agglomérations

#### **9.6.5 Réduction du poids des véhicules**

La réduction du poids des véhicules engendre une réduction de la consommation de carburants lors des processus d'accélération: la puissance du moteur nécessaire au processus d'accélération croît en effet proportionnellement à la masse du véhicule. Cet effet pourrait être particulièrement manifeste dans le cas du trafic à forte densité (c'est-à-dire dans les zones d'habitation et sur les autoroutes fortement fréquentées). La construction automobile permet aujourd'hui de réaliser des réductions notables du poids moyen des véhicules sans perte de confort et de sécurité. Si le poids moyen des véhicules diminue, le risque sécuritaire en cas d'accident n'est pas accru lors de l'utilisation d'un véhicule plus léger.

La réduction de 5 à 10 % du poids moyen des voitures de tourisme par rapport à aujourd'hui est réalisée grâce à une obligation librement consentie par les constructeurs et à des charges fiscales accrues en combinaison avec des prescriptions techniques. (Cette mesure présente des synergies avec les mesures en faveur de la sécurité du trafic).

Effets: réduction de la consommation de carburants de 5 %.

Mise en œuvre: Confédération, par l'élaboration de directives ou la conclusion d'accords avec la branche automobile éventuellement en combinaison avec des mesures d'incitation d'achat de voitures de tourisme produisant moins d'émissions; cantons, par la taxation des véhicules en fonction du poids (pour autant qu'elle ne se fasse pas déjà en fonction de la consommation de

carburant), éventuellement en combinaison avec des mesures de limitation concernant l'accès aux parkings ou le nombre de places de stationnement, en fonction du poids des véhicules.

#### **9.6.6 Technique des moteurs**

On peut s'attendre à ce que des réductions de consommation d'énergie par unité de distance puissent être réalisées grâce à une amélioration de la technique des moteurs. À l'heure actuelle, une telle amélioration est malheureusement accompagnée d'effets secondaires non souhaités. Ainsi, le passage des moteurs à essence aux moteurs diesel augmente la production de PM10 et de NO<sub>x</sub>. Le passage des moteurs à essence aux moteurs diesel n'atteint globalement son objectif que s'il n'implique pas un accroissement important du rejet de polluants atmosphériques (NO<sub>x</sub>, PM10) par unité de distance (cf. les mesures de réduction de NO<sub>x</sub>).

Il peut y avoir contradiction entre les mesures relevant de la technique des moteurs, visant à réduire les émissions de polluants, et les mesures destinées à réduire la consommation de carburants. Toutefois, on peut admettre que des améliorations apportées aux moteurs, telles que les systèmes hybrides, peuvent contribuer de manière positive à la réduction de la consommation de carburants sans augmenter les émissions de polluants atmosphériques.

Réalisation des améliorations de la technique des moteurs parallèlement à la mise en œuvre des mesures européennes. Mesures visant à une introduction accélérée de meilleures technologies en accord avec les règles européennes, avec un accent particulier mis sur les moteurs hybrides.

Effets: potentiel de réduction de 20 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération, par l'élaboration des prescriptions d'homologation correspondantes

Remarque: systèmes de propulsion alternatifs (à l'exception des systèmes hybrides)

Les véhicules électriques et les véhicules à hydrogène permettent de transformer de l'énergie stationnaire en énergie cinétique. Les deux types de véhicules émettent donc très peu de polluants atmosphériques sur leur lieu d'utilisation. Il faut toutefois tenir compte, dans l'évaluation globale, des effets de la production stationnaire d'énergie sur la protection de l'air et sur la protection du climat.

Le passage, à moyen terme, à la technologie de l'hydrogène n'est pas réaliste. La production et la distribution d'hydrogène exige une nouvelle infrastructure d'envergure dont la mise en place et l'exploitation pourraient être problématiques. D'ici à 2020, cette technologie ne devrait guère avoir d'effets pratiques sur la flotte des véhicules suisses.

#### **9.6.7 Modération du trafic**

Une conduite constante, c'est-à-dire sans manœuvres d'accélération intempestives, permet de réaliser des économies de carburants par kilomètre parcouru. Celles-ci se manifestent surtout dans le trafic urbain et à l'intérieur des localités (potentiel: environ 20 % de réduction de la consommation de carburant par kilomètre parcouru). La conduite douce peut être encouragée lors de la formation des conducteurs. En parallèle, des mesures d'aménagement des routes à l'intérieur des localités peuvent aider à modérer le trafic.

Les mesures de modération du trafic seront mises en œuvre de manière accélérée conformément à la directive de l'OFEFP (L'environnement pratique 2002).

Compte tenu des activités importantes déjà menées par les cantons et les grandes agglomérations, il ne faut plus s'attendre à des améliorations substantielles par rapport à la tendance.

Effets: potentiel de réduction de 5 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: cantons et communes, dans le cadre de la planification et de la construction de routes à l'intérieur des localités; Confédération: encouragement dans le cadre de la politique des agglomérations

#### **9.6.8 Mesures techniques concernant les motos**

Les motos de faible puissance et de petite cylindrée (scooter, etc.) peuvent remplacer les voitures de tourisme, en particulier dans le trafic urbain. En raison de la faible puissance des moteurs, cette mesure doit être évaluée plutôt positivement du point de vue de la protection de l'air et des capacités du trafic, à condition toutefois que l'on renonce aux moteurs à deux temps actuels. En revanche, les moteurs à quatre temps doivent être évalués positivement tout comme les moteurs à deux temps TSDI (injection directe) ou les moteurs à deux temps avec épuration effective des gaz d'échappement.

Du point de vue de l'hygiène de l'air (mais aussi de la protection du climat et de la lutte contre le bruit), il est particulièrement intéressant de prendre en considération la possibilité d'équiper les scooters et autres deux-roues avec des systèmes de propulsion alternatifs (batteries, etc.) qui nécessitent des puissances nettement plus faibles que les voitures de tourisme.

La limitation de la puissance des moteurs des motos est réalisée au moyen de prescriptions et de charges fiscales.

Les véhicules à deux roues à système de propulsion alternatif (moteur électrique ou hybride) obtiennent des avantages fiscaux.

Effets: dans le domaine des motos, on devrait enregistrer des économies de carburant du même ordre que celles attendues pour les voitures de tourisme grâce à l'amélioration des moteurs; potentiel de réduction de 20 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération, par les prescriptions d'homologation; cantons, par l'amélioration des contrôles et par des mesures fiscales

### **9.7 Catégorie de sources de première priorité: Installations de combustion industrielle (CC 13)**

Toutes les installations de combustion industrielle seront équipées d'échangeurs de chaleur (diverses anciennes installations sont encore exploitées sans échangeurs de chaleur (économiseurs)).

Effets: potentiel de réduction de 30 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (directives) et cantons (directives et exécution)



## **9.8 Catégorie de sources de première priorité: Véhicules utilitaires lourds et autobus (CC 14)**

Un ensemble de mesures définies pour les voitures de tourisme conviennent également pour les véhicules utilitaires lourds (VUL) et les autobus. C'est par exemple le cas des mesures de modération du trafic (9.6.7: potentiel de réduction de 5 %).

La conduite écologique (Eco-Drive) joue déjà un rôle important, en particulier dans la formation des chauffeurs professionnels. Dans le trafic urbain et sur les autoroutes encombrées, la technique de conduite économe en carburant prendra de plus en plus d'importance.

La formation des chauffeurs professionnels à une conduite écologique et des cours de perfectionnement réguliers seront intensifiés par la profession elle-même.

*Effets:* potentiel de réduction de 10 % par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* Confédération et cantons

## **9.9 Catégories de sources de seconde priorité**

### **9.9.1 Voitures de livraison (CC 21)**

Les mesures techniques appliquées aux voitures de tourisme peuvent également être appliquées aux voitures de livraison. La réduction des kilométrages n'est cependant pas possible dans la même mesure que pour les voitures de tourisme. Le potentiel de réduction se limite donc aux effets de la taxe sur le CO<sub>2</sub>, des redevances pour l'utilisation des routes, de la modération du trafic et des mesures d'ordre technique concernant les moteurs.

*Effets:* au total, 15 % de potentiel de réduction d'ici à 2020

*Mise en œuvre:* Confédération et cantons, par la taxe sur le CO<sub>2</sub> et le « road pricing »

### **9.9.2 Machines agricoles et sylvicoles (CC 22)**

90 % de ces véhicules sont admis à la circulation routière. Il existe des prescriptions spéciales pour leur admission. Mise en conformité, à moyen terme, de tous les véhicules et machines admis à la circulation routière avec les normes d'équipement en vigueur pour le trafic utilitaire lourd.

*Effets:* potentiel de réduction de 5 % par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* Confédération et cantons

### **9.9.3 Trafic aérien (CC 23 et CC 24)**

L'évolution du trafic aérien est actuellement très incertaine et dépend d'un grand nombre de facteurs pouvant changer très vite. Sont particulièrement incertaines les prévisions sur l'évolution des vols touristiques, qui diminuent brusquement lorsque les voyageurs ont un sentiment d'insécurité. Les prévisions existantes, basées sur l'évolution des années 90, ont été revues à la baisse en raison de considérations de plausibilité discutées avec l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC). Les prévisions ont été calculées sur la base de ces données corrigées relatives à la croissance.

Une augmentation des taxes de décollage et une obligation librement consentie par les exploitants d'aéroports permettront de promouvoir des moteurs d'avions issus des nouvelles technologies qui consomment un minimum de carburant. Les efforts sont coordonnés à l'échelle européenne.

*Effets:* potentiel de réduction de 5 % par rapport à la tendance pour le trafic aérien et de 5 % pour les survols

*Mise en œuvre:* Confédération, cantons concernés et exploitants d'aéroports

#### **9.9.4 Machines (industrie et artisanat) (CC 25)**

Les normes d'équipement valables pour le trafic utilitaire lourd seront appliquées à moyen terme à tous les véhicules et toutes les machines admises à la circulation routière. Cette catégorie de sources comprend aussi la consommation de carburant des véhicules militaires.

*Effets:* potentiel de réduction de 6 % (10 % de réduction de la consommation d'énergie moins 4 % de pertes dues à l'introduction de la technique des filtres à particules)

*Mise en œuvre:* Confédération, par le biais d'ordonnances relatives à l'équipement

#### **9.9.5 Roches / Terres (CC 26)**

Améliorations de la technologie allant au-delà des accords actuellement en vigueur, les effets de la taxe sur le CO<sub>2</sub> étant pris en compte.

*Effets:* potentiel de réduction de 10 % par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* Confédération, dans le cadre du principe de prévention

#### **9.9.6 Chauffage des locaux et Installations de combustion industrielle à biomasse (CC 27 et CC 28)**

Mesures analogues à celles concernant les chauffages et les installations industrielle à combustible fossile (cf. CC 11 et CC 13). Le carburant étant neutre du point de vue du CO<sub>2</sub>, ces catégories de sources ne profitent pas des effets de la taxe sur le CO<sub>2</sub>.

Effets au niveau du chauffage des locaux: d'ici à 2020, réduction de 8 %; potentiel: 15 %

Effets au niveau des installations de combustion industrielle: d'ici à 2020, économies d'énergie de 30 %

*Mise en œuvre:* cantons (encouragement du standard Minergie) et Confédération (prescriptions sur les chauffages)

### 9.10 Aperçu: Mesures relatives aux carburants et aux combustibles - Catégories de sources de première priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel d'économie en matière de consommation par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	Réductions en TJ/an P      A	
CC 11	Chauffage (ménages et industrie /artisanat)	Introduction accélérée de Minergie : potentiel d'économies: 8% Technologie de combustion (basse température): potentiel d'économies: 7% Mise en œuvre: cantons et Confédération	15%	8%	33 500	17 800
CC12	Voitures de tourisme et motos	Coordination entre aménagement du territoire et protection de l'environnement: potentiel d'économie: 5% (Réduction de la croissance des prestations kilométriques par réduction de la dispersion des constructions) Passages aux transports publics ou non motorisés: potentiel d'économie: 5% Redevances pour l'utilisation des routes: potentiel d'économie: 5% Taxe sur le CO <sub>2</sub> : potentiel d'économie: 5% Réduction du poids des véhicules: potentiel d'économie: 5% Mesures techniques (moteurs): potentiel d'économie: 20% Modération du trafic et plan de circulation en fonction de l'offre: potentiel d'économie: 5% Mise en œuvre: cantons et Confédération	50%	25%	70 700	35 400
CC 13	Installations de combustion industrielle (combustible fossile)	Introduction systématique des économiseurs: les anciennes installations de combustion industrielle sont encore souvent exploitées sans échangeur de chaleur (économiseur). Potentiel d'économie et économies attendues d'ici à 2020: 30% Mise en œuvre: Confédération	30%	30%	20 900	20 900
CC14	Véhicules utilitaires lourds et autobus (VUL / autobus)	Conduite écologique : potentiel d'économies (par rapport à la tendance): 10% Modération du trafic comme pour les voitures de tourisme: potentiel d'économie: 5 % Mesures techniques (moteurs) comme pour les voitures de tourisme: potentiel d'économie: 10% Mise en œuvre: cantons et Confédération	25%	15%	7 800	4 700
			<b>Sommes</b>		<b>132 900</b>	<b>78 800</b>

#### Légende

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
|\*\* A: attentes relatives aux réductions: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

### 9.11 Aperçu: mesures relatives aux carburants et aux combustibles - Catégories de sources de seconde priorité

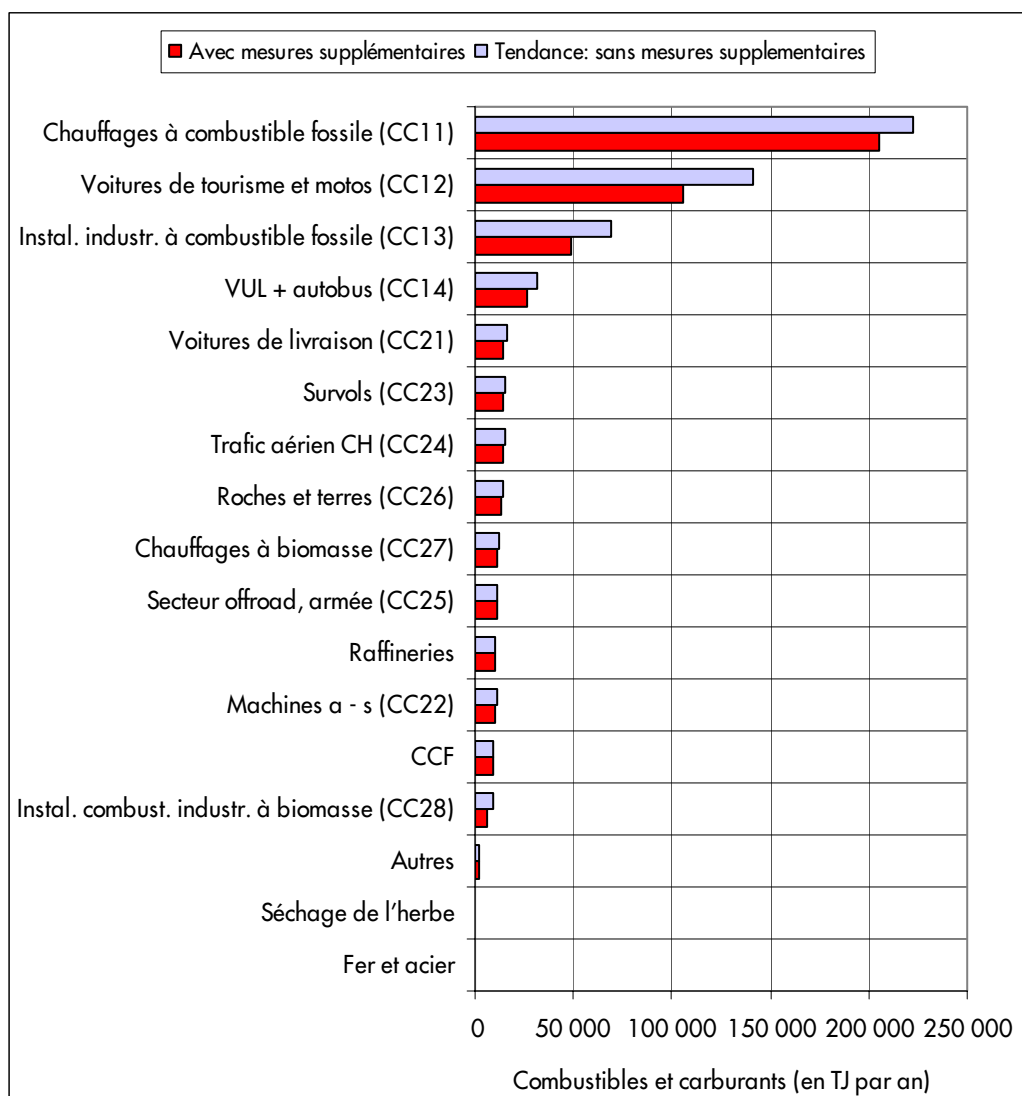
Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel d'économie en matière de consommation par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	Réductions en TJ/an	
					P	A
CC 21	Voitures de livraison	Mesures comme pour les voitures de tourisme, si indiqué. Taxe sur le CO <sub>2</sub> : potentiel d'économie: 5% (réduction des kilométrages). Redevances pour l'utilisation des routes : potentiel d'économie: 5%. Modération du trafic: potentiel d'économie: 5%. Mise en œuvre: cantons et Confédération	15%	10%	2 400	1 600
CC 22	Machines agricoles et sylvicoles	En prenant en compte la taxe sur le CO <sub>2</sub> : 10% de potentiel d'économies Mise en œuvre: Confédération	10%	5%	1 100	500
CC 23	Survols	5% d'économies supplémentaires par rapport à la tendance grâce au progrès technique. Mise en œuvre: Confédération, dans le cadre d'accords internationaux	5%	5%	700	700
CC 24	Trafic aérien	5% d'économies supplémentaires par rapport à la tendance grâce au progrès technique. Mise en œuvre: Confédération (adaptations des normes et des taxes d'atterrissage)	5%	5%	700	700
CC 25	Secteur offroad, militaire	En prenant en compte la taxe sur le CO <sub>2</sub> : 10% dus à l'amélioration de la technique des moteurs moins 4% pour consommation supplémentaire d'énergie en raison des mesures sur les gaz d'échappement (en particulier filtres à particules). Mise en œuvre: Confédération	6%	6%	700	700
CC 26	Roches et terres	Amélioration de la technologie allant au-delà des accords. Mise en œuvre: Confédération (en prenant en compte la taxe sur le CO <sub>2</sub> )	10%	10%	1 400	1 400
CC 27	Chauffage à biomasse	Introduction accélérée de Minergie : potentiel d'économie: 8% Technologie de combustion (basse température): potentiel d'économie: 7% Mise en œuvre: cantons et Confédération	15%	8%	1 900	1 000
CC 28	Inst. de comb. industrielle à biomasse	Introduction systématique des économiseurs (comme pour les installations de combustion industrielle à combustible fossile) : potentiel d'économie: 30% Mise en œuvre: Confédération	30%	30%	2 600	2 600
			<b>Sommes</b>		<b>11 500</b>	<b>9 200</b>

#### Légende

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
|\*\* A: attentes relatives aux réductions: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

## 9.12 Bilan des mesures relatives aux carburants et aux combustibles

Effets des mesures par catégorie de sources polluantes (toutes les mesures sont prises en compte, données exprimées en térajoules, TJ)



### Légende:

Effets de toutes les mesures (attentes) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue.

## 9.13 Bilan

### 9.13.1 Introduction

Dans le bilan global des effets, les mesures concernant les différentes catégories de sources sont combinées de la manière suivante:

#### **Première priorité**

Consommation de carburants et de combustibles après mise en œuvre des mesures concernant les catégories de sources de première priorité (cf. 9.10)

#### **Première et seconde priorité**

Consommation de carburants et de combustibles après mise en œuvre des mesures concernant les catégories de sources de première et de seconde priorité (cf. 9.10 et 9.11)

#### **Toutes les mesures**

Consommation de carburants et de combustibles après mise en œuvre des mesures concernant toutes les catégories de sources (cf. figure 9.12). Dans le cas des catégories de sources non explicitement citées, les effets dus au progrès technique sont pris en compte.

### 9.13.2 Total des mesures en fonction des priorités

<i>Consommation de carburants et de combustibles en 2020 (TJ / an)</i>			
Sans mesures	590'500		
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	<i>CS de 1<sup>re</sup> et de 2<sup>e</sup> priorité I*</i>	Toutes les catégories de sources
Attentes (A)	511'800	<i>502'400</i>	502'300
Potentiels (P)	457'700	<i>446'100</i>	446'000

| \* Y compris les installations de combustion industrielle à biomasse. Les effets des mesures de ce groupe de catégories de sources sont pris en compte dans les calculs de charges polluantes des chapitres suivants. *Attentes*: *A<sub>standard</sub>*; *potentiels*: *P<sub>standard</sub>* (en caractères gras dans le tableau).

## 9.14 Effets des mesures sur les rejets de CO<sub>2</sub> de la Suisse - Comparaison avec les objectifs de la législation sur le CO<sub>2</sub>

Les réductions de la consommation d'énergies fossiles exercent des effets directs sur les rejets de CO<sub>2</sub> en Suisse (ce qui n'est pas le cas pour les d'énergies renouvelables).

#### **Méthode d'établissement des bilans: principe territorial et principe de la quantité vendue**

Les émissions de CO<sub>2</sub> dues aux carburants et aux combustibles, calculées à partir des bilans de mesures de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air, présentent des écarts par rapport aux bilans effectués dans le cadre du protocole de Kyoto. Ces écarts résultent de différences de méthodes résultant elles-mêmes de différences de formulation des questions et des champs d'application de l'évaluation.

Les données chiffrées de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air résultent de l'application du principe territorial: dans le cadre de cette stratégie, on ne prend strictement en compte que des émissions survenant sur le territoire suisse ou au-dessus de celui-ci. Par exemple, dans le cas du trafic aérien, on ne prend en compte que les émissions qui surviennent au-dessus du territoire suisse. En revanche, les émissions de CO<sub>2</sub> de la Suisse déterminées dans le cadre des travaux liés au protocole de Kyoto sont calculées selon le principe de la quantité vendue.

De ce fait, les données figurant dans le présent rapport ne peuvent pas être comparées directement avec les bilans de CO<sub>2</sub> de la Suisse.

### **SuisseÉnergie**

SuisseÉnergie est le programme du Conseil fédéral qui doit permettre à la Suisse d'atteindre ses objectifs énergétiques et climatiques et d'introduire une utilisation durable de l'énergie. Il vise à promouvoir les énergies renouvelables et une utilisation parcimonieuse de l'énergie. Les cantons, de nombreuses communes, les milieux économiques, les associations de défense de l'environnement ou de protection des consommateurs y participent activement. SuisseÉnergie succède au programme Énergie 2000 et durera jusqu'en 2010.

### **Objectifs concernant le CO<sub>2</sub>**

La mise en œuvre de toutes les mesures d'économie d'énergie de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air serait favorable à la réalisation des objectifs en matière de CO<sub>2</sub> tels qu'ils sont formulés dans le programme SuisseÉnergie pour l'horizon 2010.

Contrairement aux objectifs globaux de la politique énergétique suisse, les groupes de mesures proposées en rapport avec la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air se concentrent sur les économies de consommation d'énergies fossiles. Ne sont pas prises en compte, notamment, les mesures visant directement à réduire les rejets de gaz à effet de serre (par exemple le remplacement de carburants lourds par le méthane). Les questions concernant la consommation et la production d'énergie électrique sont également peu prises en compte. Des stratégies globales doivent être élaborées dans le cadre de la politique climatique suisse.

## **9.15 Conclusions et recommandation: mesures relatives aux carburants et combustibles**

*La mise en œuvre des mesures concernant les catégories de sources de première et de seconde priorité permet d'épuiser pratiquement toutes les possibilités de réduction de la consommation de carburants et de combustibles.*

*Au vu de leur importants potentiels de synergie, elles devraient être réalisées le plus rapidement possible.*

*Les mesures proposées définissent les exigences minimales auxquelles la politique climatique doit répondre d'ici à 2020 au plus tard d'après la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air.*

## 10 Réduction des émissions de NO<sub>x</sub>

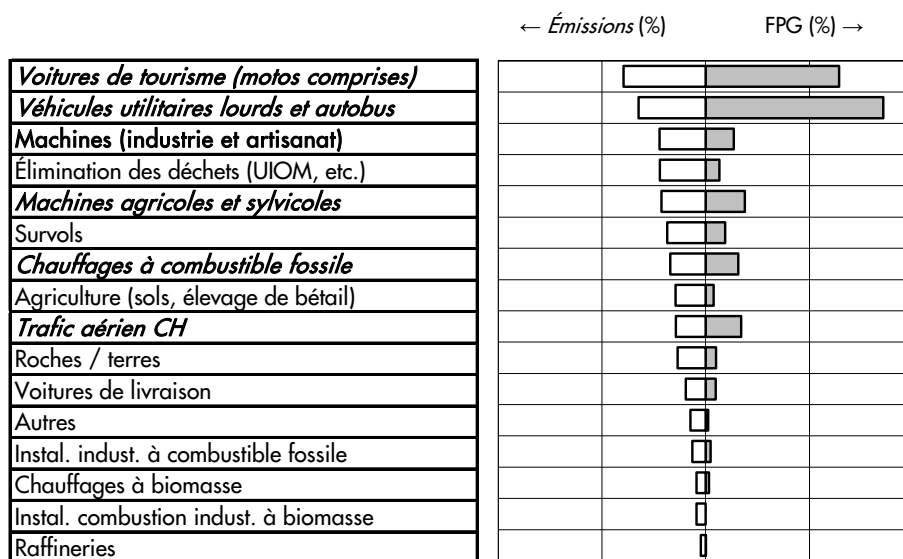
### 10.1 Fixation des priorités pour les NO<sub>x</sub>

*Évaluation des catégories de sources polluantes quant aux mesures envisagées*

<i>Catégorie de sources</i>	Émissions 2020 (kt/an)	dc	ct	ce	FPG (%)
Voitures de tourisme (motos comprises)	11.2	3	1	3	25.7%
Véhicules utilitaires lourds et autobus	9.2	3	2	3	34.2%
Machines (industrie et artisanat)	6.3	1	2	3	5.4%
Élimination des déchets (UIOM, etc.)	6.2	1	1	3	2.7%
Machines agricoles et sylvicoles	6.1	1	3	3	7.5%
Survols	5.3	3	2	1	3.8%
Chauffages à combustible fossile	4.8	2	2	3	6.3%
Agriculture (sols, élevage de bétail)	4.1	1	2	2	1.5%
Trafic aérien CH	4.1	3	3	2	6.8%
Roches / terres	3.8	1	2	3	2.0%
Voitures de livraison	2.7	3	2	2	2.0%
Autres	2.1	0	0	0	0.0%
Instal. indust. à combustible fossile	1.8	1	2	3	0.5%
Chauffages à biomasse	1.2	3	3	3	0.9%
Instal. combustion indust. à biomasse	1.2	2	3	3	0.6%
Raffineries	0.7	1	1	3	0.0%

Remarque: FPG: facteur de pondération total; dc: dynamique de croissance; ct: chances offertes par la technique, ce: chances offertes par l'exécution; dc, ct, ce = 0: pas d'évaluation

#### Comparaison des FPG et des émissions par catégorie de sources





### **Légende**

Partie droite de la figure: facteur de pondération global (FPG) selon le tableau 10.1. Partie gauche de la figure: parts en % des catégories de sources en ce qui concerne les émissions suisses en 2020.

### **Conclusion**

Selon l'évaluation, les catégories de sources suivantes seront de première priorité en ce qui concerne les émissions de NO<sub>x</sub> en 2020:

- Voitures de tourisme et motos
- Véhicules utilitaires lourds
- Machines (industrie et artisanat)
- Machines agricoles et sylvicoles
- Chauffages à combustible fossile
- Trafic aérien

## **10.2 Calcul des potentiels de réduction: combinaison entre énergie et gaz d'échappement**

La majeure partie des émissions de NO<sub>x</sub> résulte de la combustion dans les moteurs et les installations de combustion. Les économies de carburants et de combustibles sont donc en général synonymes de réduction des émissions de NO<sub>x</sub> (sauf mesures d'ordre technique concernant les moteurs: en remplaçant les moteurs à essence par des moteurs diesel, on obtient une augmentation des émissions de NO<sub>x</sub>, la plupart des moteurs diesel actuels n'ayant pas de système d'épuration des gaz d'échappement). Les émissions de NO<sub>x</sub> peuvent non seulement être réduites par des mesures visant la consommation (décrites dans le précédent chapitre), mais également par des *mesures concernant les gaz d'échappement*. Les chapitres suivants décrivent d'abord les mesures concernant uniquement les gaz d'échappement et évaluent ensuite leurs effets.

Les estimations sont indiquées en termes de réduction des émissions spécifiques par rapport à la tendance, c'est-à-dire de réduction des émissions de gaz d'échappement par unité d'énergie consommée. Lors de l'évaluation globale des effets des mesures par catégorie de sources polluantes, les mesures concernant les gaz d'échappement sont combinées avec des mesures d'économie d'énergie, pour autant que celles-ci aient une influence sur le résultat global. Ces combinaisons sont décrites aux chapitres 10.10 ss.

### **10.3 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Voitures de tourisme et motos (NO 11)**

En Suisse, d'ici à 2020, environ 40 % des kilométrages des voitures de tourisme seront réalisés par des véhicules diesel. Les moteurs diesel actuels produisent nettement plus de NO<sub>x</sub> (et considérablement plus de PM10 !) par unité de distance que les moteurs à essence.

Les voitures de tourisme à moteur diesel respecteront d'ici à 2020 *les mêmes normes pour les gaz d'échappement* que les véhicules à essence (équivalence des émissions).

Effets: compte tenu du progrès technique, on s'attend à un potentiel de 45 % (attente: 35 %).

Mise en œuvre: Confédération: par des taxes d'importation, aussi longtemps qu'il n'existe pas de directives UE correspondantes; cantons: adaptation des taxes cantonales pour véhicules motorisés.

Au sein de l'Union européenne, de gros efforts sont déployés pour réduire les émissions de NO<sub>x</sub>: d'une part on cherche à améliorer continuellement les systèmes d'échappement et, d'autre part, on renforce les conditions d'homologation. La Suisse reprend systématiquement les nouvelles conditions. Dans l'évolution des tendances, les normes UE pour voitures de tourisme sont prises en compte jusqu'à Euro 4, qui entrera en vigueur en 2006. On peut cependant admettre que, d'ici à 2020, d'autres améliorations seront effectives.

### **10.4 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Véhicules utilitaires lourds (NO 12)**

Dans le Programme national de la République fédérale d'Allemagne sur les émissions nationales maximales (« Nationales Programm der Bundesrepublik Deutschland über nationale Emissionshöchstmengen »), on admet qu'il est possible de réduire de moitié, dès 2008, les émissions spécifiques des moteurs des véhicules utilitaires par rapport à Euro 5 (correspond à la prévision selon la tendance). Les effets des mesures correspondantes et la reprise de celles-ci par la Suisse pourraient permettre, d'ici à 2020, une réduction supplémentaire de 30 % des rejets de polluants via les gaz d'échappement.

Effets: la reprise des améliorations apportées aux normes Euro dès 2010 conduit à 30 % de réduction par rapport à la tendance.

Mise en œuvre: Confédération (adaptation aux normes UE correspondantes)

### **10.5 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Machines agricoles et sylvicoles (NO 13)**

90 % de ces véhicules sont admis à la circulation routière (tracteurs). Il existe des conditions spéciales à leur admission. Le potentiel de réduction global donnerait une réduction des émissions spécifiques de 70 % par rapport à la tendance. On admet que, d'ici à 2020, on pourra atteindre une réduction des émissions spécifiques d'environ 50 %.

Les normes d'équipement valables pour le trafic utilitaire lourd seront appliquées à moyen terme à tous les véhicules et toutes les machines admis à la circulation routière.

*Effets:* adaptation des normes d'équipement pour véhicules et machines admis à la circulation routière: potentiel de réduction de 70 %; attente: 50 %.

*Mise en œuvre:* Confédération, par une ordonnance sur les équipements.

### **10.6 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Trafic aérien (NO 14)**

Augmentation des taxes d'atterrissage liées aux émissions, suppression d'avantages fiscaux, réalisation des améliorations techniques possibles en collaboration avec l'UE.

*Effets:* potentiel de réduction de 40 %; attente d'ici à 2020: 20 %

*Mise en œuvre:* Confédération (collaboration avec l'UE et reprises des nouvelles normes européennes), cantons concernés, exploitants d'aéroport

*Remarque:* selon des données non publiées de l'OFEFP, les émissions LTO peuvent être réduites de 80 % grâce à de nouvelles générations de moteurs. En prenant en compte la composition de la flotte, on peut s'attendre, d'ici à 2020, à ce que 25 % de ce potentiel soit réalisé.

### **10.7 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Machines (industrie et artisanat) (NO 15)**

Cette catégorie comprend principalement les véhicules de l'industrie et de l'artisanat qui ne sont pas admis à la circulation routière. Elle comprend également les véhicules militaires.

Les normes d'équipement valables pour le trafic utilitaire lourd seront aussi appliquées à moyen terme à l'ensemble des véhicules et des machines.

Démarche analogue à celle relative à l'agriculture. Potentiel de réduction total: 60 %. Réduction des émissions spécifiques d'environ 40 % d'ici à 2020.

*Effets:* adaptation des normes d'équipement pour véhicules et machines admis à la circulation routière: potentiel de réduction de 60 %; attentes d'ici à 2020: 40 %.

*Mise en œuvre:* Confédération, par le biais d'une ordonnance sur les équipements

## **10.8 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les NO<sub>x</sub>: Chauffages à combustible fossile (NO 16)**

Avec l'introduction de la technique Low-NO<sub>x</sub>, les rejets d'oxydes d'azote provenant des nouvelles installations de combustion domestique ont été réduits de moitié au début des années 90. C'est le renforcement futur des valeurs limites relatives aux petites installations de combustion, annoncé par les autorités de protection de l'environnement, qui a été le point de départ de cette innovation. Ces améliorations sont déjà prises en compte dans les projections.

Les améliorations techniques des installations de combustion domestiques se concentrent sur l'amélioration de l'*efficacité énergétique* de celles-ci. Les mesures correspondantes sont décrites au chapitre 9, intitulé « Réduction de la consommation de carburants et de combustibles ».

## **10.9 Autres catégories de sources de NO<sub>x</sub>**

### **10.9.1 Voitures de livraison (NO 21)**

Harmonisation des normes d'émissions de NO<sub>x</sub> pour les voitures de livraison et les voitures de tourisme à moteur diesel avec celles des véhicules correspondants à moteur à essence (cela entraîne de plus grandes améliorations pour les voitures de livraison que pour les voitures de tourisme). Reprise des directives UE par analogie à celles des voitures de tourisme et à celles des VUL.

*Effets:* potentiel de réduction de 50 % (progrès techniques dans l'épuration des gaz d'échappement comme pour les voitures de tourisme); attente: 40 % de réduction par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* Confédération (reprise des normes UE correspondantes)

### **10.9.2 Élimination des déchets (NO 22)**

On peut s'attendre, d'ici à 2020, à des économies supplémentaires par rapport aux projections grâce au progrès général en matière d'épuration des effluents gazeux. Ces nouvelles possibilités sont réalisées dans le cadre du principe de prévention. Il est possible d'atteindre des réductions supplémentaires des émissions par la réduction des quantités de déchets brûlés (augmentation du recyclage).

*Effets:* potentiel de réduction et attente d'ici à 2020 de 10 % par rapport à la tendance (par épuration des effluents gazeux plus réduction de la quantité de déchets)

*Mise en œuvre:* par la Confédération, dans le cadre de la prévention, par le biais d'un renforcement des valeurs limites d'émission de l'ordonnance sur la protection de l'air

### **10.9.3 Installations de combustion industrielle à combustible fossile et/ou à biomasse (NO 23)**

L'introduction de la technologie DeNO<sub>x</sub> la plus récente est exigée pour les installations de combustion dès 1 MW et, d'une manière générale, pour les installations de combustion à huile lourde.

Remarque: la contribution des installations de combustion à huile lourde au bilan global de la Suisse est inférieure à 1 % et ne joue donc plus guère de rôle.

*Effets:* potentiel de réduction de 50 %; attente d'ici à 2020: 10 % par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* Confédération, par l'introduction de nouvelles valeurs limites

#### **10.9.4 Roches / Terres (NO 24)**

L'amélioration des émissions au sens de la tendance prend déjà en compte l'accord pris avec l'industrie du ciment. On s'attend à des réductions supplémentaires des émissions par rapport à la tendance grâce au progrès technique général.

*Effets:* potentiel de réduction et attente de 5 % par rapport à la tendance

*Mise en œuvre:* par la Confédération, dans le cadre de la prévention par le biais d'un renforcement des valeurs limites d'émission

#### **10.9.5 Chauffages à biomasse (NO 25)**

Les nouveaux chauffages d'une puissance supérieure à 500 kW seront équipés de systèmes d'épuration des gaz d'échappement DeNO<sub>x</sub>.

*Effets:* dans le cas des chauffages de puissance > 500 kW on s'attend, d'ici à 2020, à une réduction des émissions d'environ 8 %. Le potentiel se monte à environ 15 %.

Les effets sur l'ensemble des chauffages à biomasse se montent à 2 % (attente), respectivement à 4 % (potentiel).

*Mise en œuvre:* Confédération, par l'introduction de nouvelles valeurs limites dans l'OPair

#### **10.9.6 Survol du territoire suisse (NO 26)**

Les réductions des rejets spécifiques de NO<sub>x</sub> doivent être décidées par les aéroports situés hors de Suisse ou dans le cadre d'accords internationaux (pour les décollages de Suisse et les atterrissages en Suisse cf. NO 14).

*Effets:* on s'attend, d'ici à 2020, à une réduction des émissions d'environ 10 % par rapport à la tendance. Potentiel: 20 %.

*Mise en œuvre:* Confédération (collaboration avec l'UE et adaptation aux nouvelles normes européennes).

#### **10.9.7 Agriculture (NO 27)**

Réduction des émissions de l'agriculture (sols, élevage de bétail) par réduction des quantités d'azote utilisées et épandues.

Attente et potentiel de réduction par rapport à la tendance: 10 %.

*Mise en œuvre:* Confédération

### 10.10 Aperçu: mesures relatives aux NO<sub>x</sub> en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%) I*	A (%) I**	Réductions en kt/an	
					P	A
NO 11	Voitures de tourisme et motos	D'ici à 2020, les voitures de tourisme à moteur diesel respectent les mêmes normes sur les gaz d'échappement que les véhicules à essence. Economies attendues d'ici à 2020. Mise en œuvre: Confédération (adaptation aux directives UE)	45%	35%	7.5	5.0
NO 12	Véhicules utilitaires lourds (VUL) et autobus	Adaptation aux normes UE sur les gaz d'échappement attendues pour après 2010. Selon le programme national allemand du 21.1.2001, une réduction de moitié par rapport à Euro 5 est possible dès 2008/9. Mise en œuvre: Confédération (adaptation aux directives UE), cantons	50%	30%	5.5	3.4
NO 13	Machines et appareils à - s	Mesures techniques (moteurs) comme pour les VUL. Mise en œuvre: Confédération	70%	50%	4.6	3.2
NO 14	Trafic aérien (décollages et atterrissages plus vols jusqu'à la frontière)	Augmentations des taxes d'atterrissage en fonction des émissions, suppression d'avantages fiscaux (en collaboration avec l'UE). Mise en œuvre: Confédération (adaptation aux éventuelles directives UE)	40%	20%	1.8	1.0
NO 15	Machines (industrie et artisanat)	Mesures techniques (moteurs) comme pour les VUL. Mise en œuvre: Confédération	60%	40%	3.9	2.7
NO 16	Chauffages à comb. fossile	Uniquement mesures de réduction de consommation de carburant. Mise en œuvre: Confédération (normes) et cantons (exécution)	0%	0%	0.7	0.4
			<b>Somme 1<sup>re</sup> p.</b>		<b>24</b>	<b>16</b>

#### Légende

I\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
I\*\* A: attentes relatives aux réductions: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Économies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2)

### 10.11 Aperçu: mesures relatives aux NO<sub>x</sub> en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	Réductions en kt/an	
					P	A
NO 21	Voitures de livraison   <sup>+</sup>	D'après la tendance, la part du diesel augmentera fortement d'ici à 2020. Mesures comme pour les voitures de tourisme, c'est-à-dire normes sur les gaz d'échappement valables pour les véhicules diesel et les véhicules à essence d'ici à 2020. Mesures similaires à celles prévues pour les voitures de tourisme, c.-à-d. adaptation des normes pour les gaz d'échappement des véhicules diesel à celles des véhicules à moteur d'ici à 2020	50%	40%	1.5	1.2
NO 22	Élimination des déchets   <sup>+</sup>	Amélioration de l'épuration des effluents gazeux. Mise en œuvre: Confédération (adaptation de l'OPair)	10%	10%	1.2	1.2
NO 23	Installations de comb. Industrielle   <sup>+</sup>	Technologie DeNO <sub>x</sub> pour les installations de combustion à huile lourde Mise en œuvre: Confédération et cantons Technologie DeNO <sub>x</sub> à partir de 1 MW. Mise en œuvre: Confédération en cantons	50%	10%	1.2	0.7
NO 24	Roches et terres   <sup>+</sup>	Les améliorations des émissions selon la tendance prennent déjà en compte l'accord pris avec l'industrie du ciment. Mise en œuvre: Confédération (développement des accords sectoriels, éventuellement renforcement de l'OPair)	5%	5%	0.6	0.6
NO 25	Chauffages (biomasse)	Technologie DeNO <sub>x</sub> pour les chauffages >500 kW. La part actuelle de cette catégorie est très faible. Malgré une bonne efficacité sur les installations individuelles, on n'obtient pas un grand effet global. Mise en œuvre: Confédération	4%	2%	0.1	0.0
NO 26	Survols	Des mesures de réduction de NO <sub>x</sub> devraient être décidées par les aéroports ou via des accords internationaux. Mise en œuvre: Confédération	20%	10%	1.3	0.8
NO 27	Agriculture (sols, élevage de bétail)	Réduction des émissions dues aux terres agricoles par réduction de la quantité d'azote épandue. Mise en œuvre: Confédération	10%	10%	0.4	0.4
<sup>+</sup> Catégories de sources considérées comme classes de 1 <sup>re</sup> priorité plus.			<b>Somme 2<sup>e</sup> p.</b>		<b>6.2</b>	<b>4.9</b>

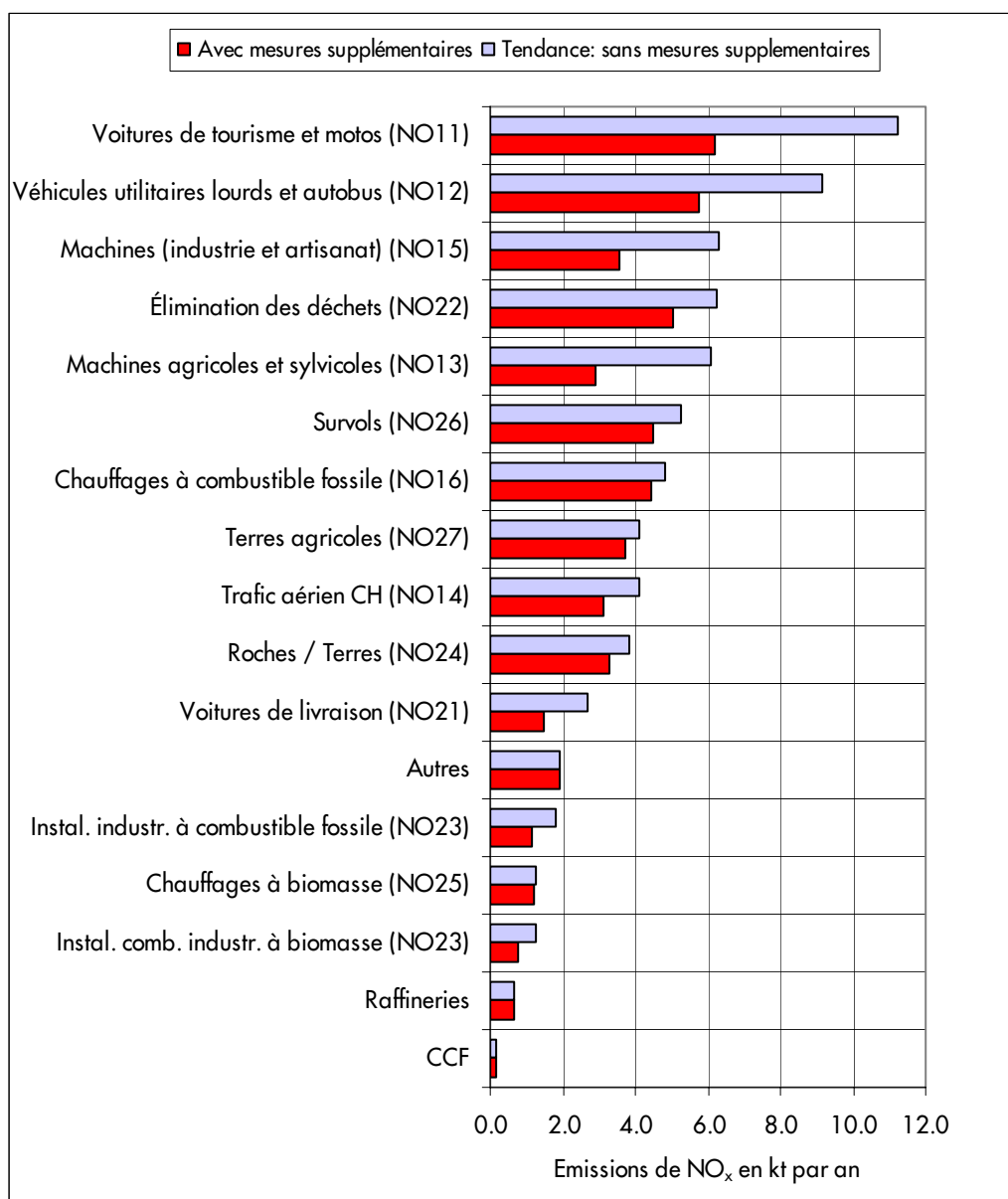
#### Légende:

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
|\*\* A: attentes relatives aux réductions: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Économies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2)

## 10.12 Effets des mesures relatives aux NO<sub>x</sub>

### 10.12.1 Bilans des mesures relatives aux émissions de NO<sub>x</sub> par catégorie de sources (attentes)



#### Légende

Effets des mesures supplémentaires (attentes A) par catégorie de sources. Entre parenthèses, le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue.

Mesures concernant les carburants et les combustibles: A<sub>standard</sub>



### **Commentaire concernant la figure**

En 2020, l'importance relative des catégories de sources aura subi des modifications:

- le trafic aérien (NO 26 + NO 14) devient une catégorie de sources dominante;
- les émissions dues à l'élimination des déchets (NO 22) et des installations de chauffage (à combustibles fossiles plus biomasse NO 16 + NO 25) prendront une part relative plus importante;
- les parts relatives des catégories de sources Machines (industrie et artisanat) et Machines agricoles et sylvicoles (NO 15 et NO 13) seront moins importantes;
- s'agissant des autres catégories, les parts relatives par rapport aux émissions resteront à peu près les mêmes;
- *remarque au sujet des catégories de sources* « Véhicules utilitaires lourds et autobus » et « Voitures de tourisme et motos » : les attentes figurant dans le tableau 9.10 et concernant les économies de carburants ont été diminuées de la contribution de la technique des moteurs (les potentiels ont été diminués de moitié) afin de prendre en considération le fait que les améliorations de l'efficacité des carburants et de l'épuration des gaz d'échappement ne sont pas indépendantes les unes des autres.

## **10.13 Bilan, comparaison avec l'objectif écologique**

### **10.13.1 Introduction**

Dans le bilan global des effets des mesures, les mesures concernant les diverses catégories de sources sont combinées de la manière suivante:

#### **Première priorité**

Émissions de NO<sub>x</sub> générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première priorité mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour chaque catégorie de sources (cf. 10.10).

#### **Première priorité plus**

Émissions de NO<sub>x</sub> générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première et une partie des mesures de seconde priorité mises en œuvre (cf. légende du tableau 10.11), les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour chaque catégorie de sources (cf. 9.13.2).

#### **Toutes les mesures**

Émissions de NO<sub>x</sub> générées une fois les mesures concernant toutes les catégories de sources mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour chaque catégorie (cf. figure 10.12.1). Dans le cas des catégories de sources non explicitement mentionnées, les effets dus au progrès technique sont pris en compte.

### 10.13.2 Total des mesures en fonction des priorités

<i>Émissions de NO<sub>x</sub> en 2020 (kt/an)</i>			
Sans mesures	71		
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> priorité plus	Toutes les catégories de sources
Attentes (A-A)	52.7	<b>50.8</b>	<b>49.8</b>
Potentiels (P-P)	44.2	41.7	39.7
<b>Objectif d'émissions</b>	<b>46</b>		

#### Légende

«CS de 1<sup>re</sup> priorité plus»: catégories de sources de première priorité, plus mesures pour les catégories Voitures de livraison, Installations de combustion industrielle, Roches / Terres, ainsi que des mesures de réduction des quantités de déchets.

Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: A<sub>standard</sub> (A-A) respectivement P<sub>standard</sub> (P-P)

### 10.13.3 Degré de réalisation des objectifs

#### Remarque préliminaire

Les réductions des émissions figurant dans le tableau résultent de la combinaison des économies de carburants et de combustibles avec les mesures spécifiques s'appliquant aux rejets gazeux selon les tableaux 10.10 et 10.11. Dans le cas des catégories de sources pour lesquelles aucune mesure spécifique de réduction des rejets gazeux polluants n'est prévue, les réductions des émissions résultent des économies de carburants et de combustibles (potentiel de synergie des économies de carburants et de combustibles). Pour cette raison, on obtient, par exemple, dans le cas des mesures de première priorité (A-A), une économie de 18,6 kt/an, bien que 16 kt/an figurent dans le tableau 10.10: les économies de carburants et de combustibles (selon A<sub>standard</sub>), dans le cas des catégories de sources de priorité moindre, conduisent en effet à des réductions supplémentaires des émissions de NO<sub>x</sub> de 2,4 kt/an, soit environ 15 %.

#### Mesures de première priorité (6 catégories de sources)

La réalisation des attentes concernant les réductions (A-A) ne suffit pas à elle seule pour réaliser l'objectif d'émissions. En revanche, il peut être atteint en épuisant les potentiels de réduction (P-P). Grâce à une intensification de l'exécution, une partie des potentiels pourrait être épuisée. Dans ces conditions, les mesures de première priorité suffisent pour *atteindre l'objectif d'émissions d'ici à 2020*.

#### Groupe de mesures «première priorité plus» (10 catégories de sources)

Dans le cas du groupe de mesures « première priorité plus » (qui concerne également les catégories Installations de combustion industrielle, Voitures de livraison, Roches / Terres ainsi que les quantités de déchets), il n'est toujours pas possible d'atteindre l'objectif dans le cadre d'une exécution normale. Mais il est certain que l'objectif peut être atteint en intensifiant la mise en œuvre et l'exécution.

**« Réalisation de toutes les mesures » (17 catégories de sources )**

Si l'on réalisait toutes les mesures évaluées concernant les rejets gazeux polluants en combinaison avec les économies standard de carburants et de combustibles, on n'obtiendrait guère plus d'améliorations que par les mesures de « première priorité plus ».

**10.14 Conclusions et recommandation: mesures relatives aux NO<sub>x</sub>**

Il est possible d'atteindre les objectifs d'émissions dans six domaines de mesures par des mesures concernant les catégories de première priorité, par des réductions de la consommation de carburants et de combustibles, et par des efforts accrus en matière d'exécution. Si l'on prend en compte les dix catégories de sources du groupe « première priorité plus », les efforts supplémentaires à fournir sont moindres.

*La prise en compte des catégories de sources polluantes de première priorité ainsi que de certaines catégories de seconde priorité (« première priorité plus »), combinée avec une intensification de l'exécution portant principalement sur les mesures de première priorité, constitue la démarche efficace pour atteindre, d'ici à 2020, les objectifs d'émissions relatifs aux oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).*

*En matière de consommation de carburants et de combustibles, cela suppose que la recommandation 9.13.3 soit réalisée.*

## **11 Réduction des émissions de COVNM**

### **11.1 Fixation des priorités pour les COVNM**

Le groupe de sources Consommation de solvants domine au point qu'on peut renoncer à une analyse plus fine en matière de priorités (cf. 4.4.2): la catégorie de sources Émissions de solvants sera largement dominante en 2020 en ce qui concerne les émissions de COVNM. Les mesures concernant ce groupe de sources sont donc clairement de première priorité.

### **11.2 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les COVNM: Solvants**

Une grande partie des émissions de solvants subsistant d'ici à 2020 est due à des sources diffuses (travaux en plein air, petits travaux, ménages et bricolage / jardinage). Dans le cas de cette sous-catégorie, les mesures de substitution sont celles qui présentent le plus de chances de succès. Lorsque ces substitutions consistent à remplacer des solvants organiques par des solvants aqueux, il convient toujours de se demander dans quelle mesure on ne remplace pas une pollution de l'air par une pollution supplémentaire de l'eau (p. ex. par les tensioactifs). Les pourcentages indiqués se réfèrent aux catégories de sources correspondantes.

#### **11.2.1 Taxe d'incitation (V 11)**

Mise à profit de la marge de manœuvre légale liée à la taxe d'incitation. Augmentation de la taxe d'incitation (CHF 5.- au lieu de CHF 3.- )
--

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources d'environ 15 % par rapport à la tendance
--

Mise en œuvre: Confédération (modification de l'ordonnance)
---

#### **11.2.2 Utilisation de solvants (V 12, V 13)**

Réduction des émissions diffuses de solvants en collaboration avec la profession: renforcement des conditions en faveur de l'utilisation, en plein air et sur les chantiers, de peintures à faible teneur en solvants.
--

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 10 % par rapport à la tendance
---

Mise en œuvre: Confédération, éventuellement les cantons, par des accords sectoriels et par des conditions imposées lors de l'attribution des mandats
---

Limitation, identification et substitution des solvants dans les produits
---

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 15 % par rapport à la tendance
---

Mise en œuvre: Confédération parallèlement aux efforts constants de l'UE, par la reprise des directives UE correspondantes et l'introduction de systèmes de labels analogues
--

### 11.3 Catégories de sources de seconde priorité en ce qui concerne les COVNM (V21, V22, V23, V24, V25)

Les mesures d'assainissement mises en œuvre, qui produiront leurs effets jusqu'en 2020, auront permis de réduire les émissions de COVNM de cette catégorie de sources au point que les problèmes dominants seront ceux relatifs aux émissions de solvants. De ce fait, les efforts devraient se concentrer sur le maintien du standard atteint et sur les adaptations des mesures préventives à l'évolution de la technique. Les pourcentages indiqués concernent les catégories de sources correspondantes.

S'agissant des motos (catégorie de sources V 22), l'effectivité des mesures adoptées jusqu'ici est faible en comparaison de ce que l'on observe pour les voitures de livraison et des voitures de tourisme. Il existe un important potentiel de réduction qu'il y a lieu d'épuiser dans le cadre de la prévention.

### 11.4 Aperçu: mesures relatives aux COVNM en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions plus effet des mesures conc. les CC)	
					P	A
V 11	Consommation de solvants	Augmentation de la taxe d'incitation ( CHF 5.- au lieu de 3.- )	15%	12%	26	20
V 12	Consommation de solvants	Réduction des émissions diffuses de solvants en collaboration avec la profession	10%	6%	3.8	3.5
V 13	Consommation de solvants	Limitation et identification des solvants dans les produits	15%	12%	2.7	1.4
			<b>Somme 1<sup>re</sup> p.</b>		<b>32</b>	<b>24</b>

#### Légende

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
|\*\* A: attentes en matière de réduction: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

### 11.5 Aperçu: mesures relatives aux COVNM en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions plus effet des mesures conc. les CC) P A	
V 21	Processus industriels	Renforcement de l'OPair	5%	5%	0.4	0.4
V 22	Motos	Renforcement des directives sur les gaz d'échappement	50%	50%	2.0	1.9
V 23	Évaporation de carburant	Amélioration des systèmes de récupération des vapeurs	5%	5%	0.3	0.3
V 24	Machines (industrie et artisanat)	Renforcement des valeurs limites concernant les gaz d'échappement	5%	5%	0.5	0.5
V 25	Machines agricoles et sylvicoles	Renforcement des valeurs limites concernant les gaz d'échappement	5%	5%	0.5	0.3
			<b>Somme 2<sup>e</sup> p.</b>		<b>3.8</b>	<b>3.5</b>

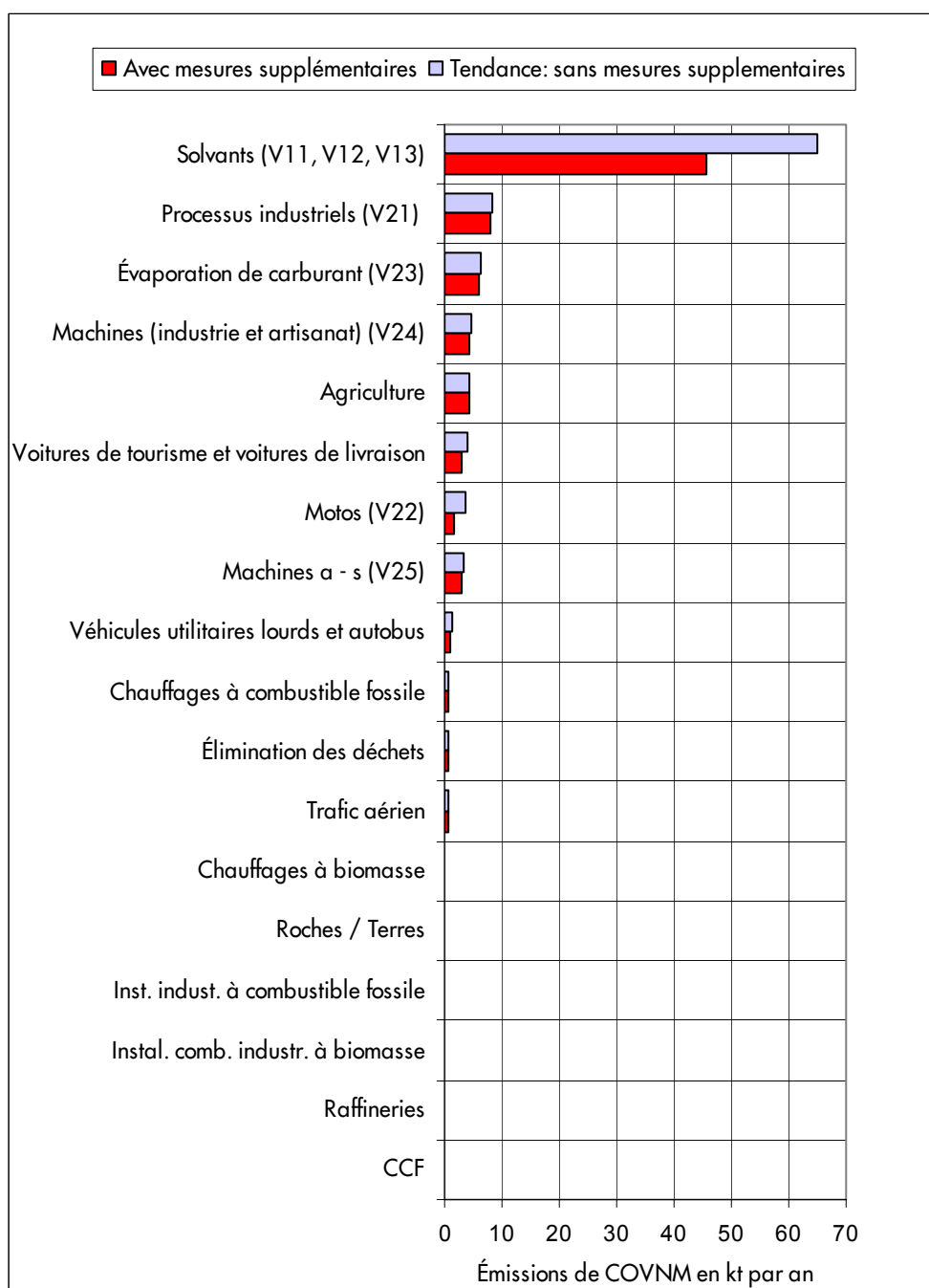
#### Légende

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
 |\*\* A: attentes en matière de réduction: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Économies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2)

## 11.6 Effets des mesures relatives aux COVNM

### 11.6.1 Bilans des mesures relatives aux émissions de COVNM par catégorie de sources (attentes)



#### Légende

Effets des mesures supplémentaires (attentes A) par catégorie de sources. Entre parenthèses: le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue. Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: ( $A_{standard}$ ).

### **11.6.2 Commentaire concernant la figure**

En 2020, l'importance relative des catégories de sources ne sera pas modifiée:

- les mesures spécifiques aux rejets gazeux polluants sont importantes, principalement pour les solvants et les motos;
- on obtient également des réductions dans le cas des catégories de sources pour lesquelles aucune mesure spécifique sur les rejets gazeux polluants n'est prévue (catégories sans indication de code). Elles sont la conséquence des mesures d'économie de carburants et de combustibles.

## **11.7 Bilan, comparaison avec l'objectif écologique**

### **Remarque préliminaire**

Les économies de carburants et de combustibles produisent leurs effets sur toutes les catégories de sources indépendamment de la priorité concernant les COVNM (cf. remarque préliminaire sous 9.1).

Dans le bilan global des effets des mesures, les mesures concernant les diverses catégories de sources sont combinées de la manière suivante:

### **Première priorité**

Émissions de COVNM générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première priorité mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour toutes les catégories de sources.

### **Première et seconde priorité**

Émissions de COVNM générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première et de seconde priorité mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour toutes les catégories de sources.

### **Toutes les mesures**

Émissions de COVNM générées une fois les mesures concernant toutes les catégories de sources mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte. Dans le cas des catégories de sources non explicitement mentionnées, les effets dus au progrès technique sont pris en compte.



### 11.7.1 Total de toutes les mesures

<i>Émissions de COVNM en 2020 (kt/an)</i>		
Sans mesures	103.8	
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> et de 2 <sup>e</sup> priorité
Attentes (A-A)	82.1	79.4
Potentiel (P-P)	74.0	71.4
<i>Objectif d'émissions</i>	81	

Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: A<sub>standard</sub> (A-A) respectivement P<sub>standard</sub> (P-P)

### 11.7.2 Conclusions et recommandations: mesures relatives aux COVNM

*Selon les calculs, la réalisation des attentes liées aux mesures de première priorité ne suffit pas pleinement pour atteindre l'objectif d'émissions. Si l'on réalise en outre les mesures concernant les motos (V 22), la probabilité est bonne pour que les objectifs d'émissions puissent être atteints.*

*La combinaison des mesures concernant les catégories de sources de première priorité avec celles concernant la catégorie de sources V 22 s'avère efficace.*

*S'agissant de ces catégories de sources, les efforts visant à maintenir et à réaliser les standards déjà adopté sont particulièrement importants.*

## 12 Réduction des émissions de PM10

### 12.1 Fixation des priorités pour les PM10

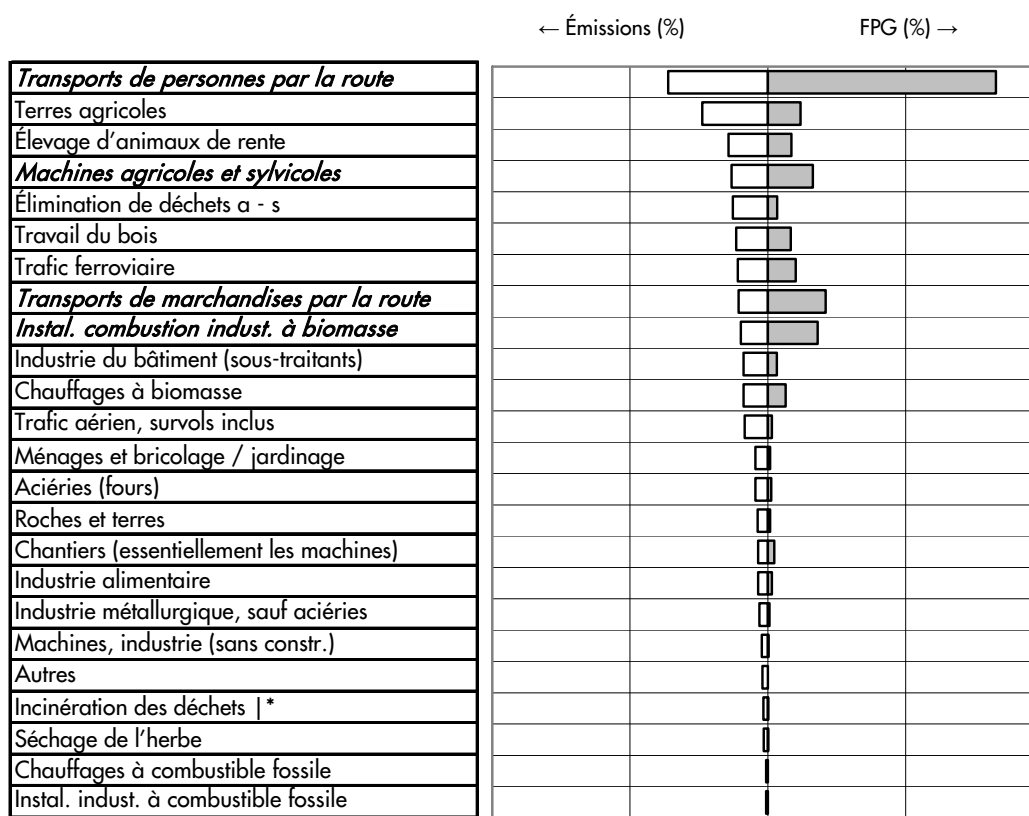
Évaluation des catégories des sources polluantes quant aux mesures envisagées

Catégorie de sources	Emissions en 2020 (kt / an)	dc	ct	ce	FPG (%)
<b>Transports de personnes par la route</b>	3.2	3	1	2	41%
Terres agricoles	2.1	1	1	2	6.0%
Élevage d'animaux de rente	1.3	1	2	2	4.3%
<b>Transports de marchandises par la route</b>	0.9	3	2	3	10.5%
<b>Machines agricoles et sylvicoles</b>	1.2	1	3	3	8.2%
Élimination des déchets	1.1	1	1	2	2%
Travail du bois	1.0	1	2	3	4.2%
Trafic ferroviaire	1.0	2	2	2	5.1%
<b>Instal. comb. indust. à biomasse</b>	0.9	2	3	3	9.1%
Industrie du bâtiment (sous-traitants)	0.8	1	2	2	1.6%
Chauffages à biomasse	0.8	2	2	2	3.3%
Trafic aérien, survols inclus	0.8	2	1	1	0.7%
Ménages et bricolage / jardinage	0.4	2	2	1	0.4%
Aciéries (fours)	0.4	1	3	2	0.6%
Roches et terres	0.3	1	2	3	0.4%
Chantiers (machines)	0.3	3	2	3	1.2%
Industrie alimentaire	0.3	2	2	3	0.8%
Industrie métallurgique sauf aciéries	0.3	1	2	3	0.3%
Machines (industrie, sauf bâtiment)	0.2	1	2	3	0.1%
Autres	0.2	1	0	0	-
Élimination des déchets   *	0.1	1	2	3	0.09%
Séchage de l'herbe	0.1	1	2	3	0.08%
Chauffages à combustible fossile	0.05	2	2	3	0.02%
Instal. indust. à combustible fossile	0.05	1	2	3	0.01%

Remarque: FPG: facteur de pondération total; dc: dynamique de croissance; ct: chances offertes par la technique, ce: chances offertes par l'exécution; dc, ct, ce = 0 – pas d'évaluation

| \* UIOM, incinération de déchets des hôpitaux, incinération de sulfate/cellulose, incinération de déchets spéciaux, incinération de boues d'épuration et autres.

### Comparaison des FPG et des émissions par catégorie de sources



*/ \* UOM, incinération de déchets des hôpitaux, incinération de sulfite/cellulose, incinération de déchets spéciaux, incinération de boues d'épuration*

### Légende

Partie droite de la figure: facteur de pondération global (FPG) selon le tableau 12.1. Partie gauche de la figure: parts en % des catégories de sources en ce qui concerne les émissions suisses en 2020.

## Commentaire et conclusions

L'évaluation montre que les catégories de sources Transport de personnes par la route et Transport de marchandises par la route sont de première priorité. Les mesures concernant les machines et les appareils agricoles (en grande partie des tracteurs admis à la circulation routière) auraient plutôt dû être classés dans les catégories de sources de seconde priorité. Toutefois, les machines et les engins admis à la circulation routière pouvant faire l'objet de mesures parallèles à celles concernant le transport de marchandises et faisant en outre partie des sources de suie de diesel cancérogène, elles sont aussi classées dans les catégories de sources de première priorité tout comme les installations de combustion industrielle à biomasse (les catégories de sources de première priorité figurent en **caractères gras** dans le texte des tableaux).

Font partie des catégories de sources de seconde priorité: Chauffages à biomasse, Trafic ferroviaire, Travail du bois, Industrie du bâtiment (sous-traitants, sauf travail du bois), Élevage d'animaux de rente, Élimination des déchets agricoles et sylvicoles, Terres agricoles.

## **12.2 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Transport de marchandises par la route (PM 11)**

Compte tenu des importantes atteintes à la santé dues aux émissions de PM10 et de la part importante apportée par le trafic utilitaire lourd aux émissions de PM10, il y a lieu de prévoir, pour les véhicules de livraison circulant dans les zones à forte densité de population et pour les véhicules communaux, une *introduction accélérée des filtres à particules* ou l'achat de véhicules fonctionnant au gaz naturel (particulièrement indiqués comme véhicules communaux). (Les pourcentages indiqués concernent les catégories de sources correspondantes).

Introduction accélérée de véhicules équipés de filtres à particules ou fonctionnant au gaz naturel. L'accent sera mis sur les véhicules de livraison circulant dans les zones à forte densité de population et sur les véhicules communaux.

*Effets:* d'ici à 2020, on s'attend à des réductions globales (c'est-à-dire émissions des moteurs plus émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement) d'environ 5 %. Potentiel global: environ 10 %. Rapportée aux émissions des moteurs du trafic routier, on obtient une réduction d'environ 25 %. La suie de diesel étant cancérigène, il est important de réaliser rapidement des améliorations locales (cf. commentaire sous 6.4.5).

*Mise en œuvre:* Confédération: adaptation de la RPLP; Confédération et cantons: EIE concernant les installations individuelles, accords sectoriels, mesures fiscales incitatives

## **12.3 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Transport de personnes par la route (PM 12)**

Cette catégorie de sources comprend non seulement les voitures de tourisme mais également les cars et les autobus.

Pour ce qui est des voitures de tourisme, on s'attend à une nette augmentation du nombre de véhicules diesel ces prochaines années. Ceux-ci ne sont pas encore équipés de filtres à particules. Au niveau technique actuel, les systèmes de filtres à particules ou des mesures ayant une efficacité similaire constituent la condition pour égaler les véhicules à essence en ce qui concerne les émissions de poussières fines et de particules de suie. (Pour une équivalence totale des émissions, il reste toutefois à résoudre le problème des émissions de NO<sub>x</sub> des véhicules diesel. Ces émissions sont également nettement plus élevées que pour les véhicules à essence; cf. mesures NO 11).

S'agissant des cars et des autobus des transports publics, les systèmes de filtres à particules sont prescrits sur les véhicules neufs. En complément, il faut cependant aussi prévoir d'équiper les véhicules existants, cette mesure étant la conséquence de la durée de vie plus longue des cars et des autobus.

Équipement de tous les véhicules de transport de personnes avec des systèmes de filtres à particules ou développement de techniques équivalentes. Introduction accélérée de valeurs limites d'émissions renforcées en fonction de l'état de la technique disponible.

*Effets:* d'ici à 2020, on s'attend à des réductions globales (c'est-à-dire émissions des moteurs plus émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement) d'environ 10 %. Potentiel global: environ 15 %. Rapportée aux émissions des moteurs du trafic routier, on obtient une réduction

d'environ 30 %. La suie de diesel étant cancérigène, il est également important de réaliser rapidement des améliorations locales (cf. commentaire à ce sujet sous 6.4.3).

Mise en œuvre: Confédération: directives sur les équipements; cantons, communes (rôle d'exemple des pouvoirs publics)

**Remarque: norme Euro 5**

Une nouvelle norme Euro 5 est actuellement en discussion. Elle devrait contribuer à réduire considérablement les rejets de PM10 des voitures de tourisme diesel. Son introduction est prévue au plus tôt en 2010.

**Remarque: abrasion et tourbillonnement**

Une part importante des charges de PM10 de l'air provenant du trafic est due à l'abrasion et au tourbillonnement. Pour réduire de telles émissions, il est possible de prendre des mesures techniques au niveau de l'entretien des routes et des améliorations des revêtements des freins et des pneus. Sans aucun doute, les *réductions des kilométrages* du trafic motorisé ainsi que celles du *poids moyen des véhicules* contribuent aussi très directement à la réduction de l'abrasion et du tourbillonnement.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible de quantifier les mesures correspondantes.

## **12.4 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Machines et engins agricoles et sylvicoles (PM 13)**

Dans le cas des machines agricoles et sylvicoles, il faut s'attendre dès 2003 à des améliorations sensibles du fait de la reprise de normes UE. Cela concerne particulièrement les machines et les engins admis à la circulation routière. Le développement des normes permet d'espérer, d'ici à 2020, une réduction des émissions des moteurs de 20 % par rapport à la tendance.

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 20 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (directives sur l'admission à la circulation routière des machines et des appareils agricoles, mesures de réduction); cantons (plans de mesures de protection de l'air)

## **12.5 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne les PM10: Installations de combustion industrielle à biomasse (PM 14)**

D'ici à 2020, les filtres à manche seront prescrits pour l'épuration des rejets gazeux des installations de combustion au bois et à plaquettes à partir d'une puissance d'environ 500 kW. On peut, par analogie, exiger une épuration des gaz de combustion par électrofiltres pour les installations alimentées à l'huile lourde, une telle épuration étant de toute façon nécessaire dans le cas des installations DeNO<sub>x</sub> (SCR, SNCR).

Effets: les filtres à manche réduisent la concentration de poussières de 150 mg/m<sup>3</sup> à environ 20 mg/m<sup>3</sup>. Ce potentiel de réduction est réalisable d'ici à 2020. Réduction des émissions de

cette catégorie de sources d'environ 25 % par rapport à la tendance (attente); Potentiel de réduction de 85 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (limitation préventive des émissions dans l'OPair) et cantons (exécution)

## **12.6 Catégorie de sources de seconde priorité en ce qui concerne les PM10**

(Les pourcentages indiqués concernent les catégories de sources correspondantes)

### **12.6.1 Assainissements des étables à stabulation libre (PM 21)**

Les assainissements des étables à stabulation libre se font parallèlement aux mesures de réduction des émissions de NH<sub>3</sub>.

Effets: potentiel de 10 %; d'ici à 2020, il ne faut guère s'attendre à des économies par rapport à la tendance.

Mise en œuvre: Confédération et cantons

### **12.6.2 Élimination des déchets de l'agriculture et des forêts (PM 22)**

La majeure partie de ces émissions est due à l'incinération de branchages et d'écorces en forêt. Cette pratique est actuellement très utilisée pour remédier aux dommages dus aux tempêtes. Au vu des inconvénients manifestes de cette pratique en ce qui concerne l'hygiène de l'air, il y a lieu de la réévaluer dans le cadre d'une évaluation globale de la sylviculture.

L'élimination des écorces et des branchages par incinération en plein air sera minimisée. Il y a lieu de renoncer partiellement ou totalement aux incinérations de routine.

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 30 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (recherche et développement); cantons (exécution, plans de mesures sur la protection de l'air)

### **12.6.3 Travail du bois (PM 23)**

Menuiseries et charpenteries: amélioration du taux de captage des systèmes d'épuration des poussières par introduction de filtres à manche analogues à ceux des installations de combustion industrielle à biomasse.

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources d'environ 20 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (limitation préventive des émissions dans l'OPair) et cantons (exécution)

#### **12.6.4 Trafic ferroviaire (PM 24)**

Introduction de technologie de freinage engendrant un minimum d'émissions dues à l'abrasion, en particulier d'émissions de poussières fines, grâce à l'utilisation de matériaux et de systèmes de freinage optimisés.

Mise en œuvre: progrès technique, directives de la Confédération.

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 10 % par rapport à la tendance

#### **12.6.5 Industrie du bâtiment: sous-traitants, sauf travail du bois (PM 25)**

Progrès technique

Mise en œuvre: cantons et Confédération

Effets: réduction de 5 % par rapport à la tendance; potentiel: 10 %.

#### **12.6.6 Terres agricoles (PM 26)**

Selon les connaissances actuelles, les poussières émises lors du travail des sols constituent une très importante catégorie de sources d'émissions de PM10. Il faut cependant prendre en compte le fait que les connaissances actuelles sur ce sujet sont encore très incomplètes et que les valeurs figurant dans les bilans du présent rapport sont très incertaines. C'est pourquoi il est difficile de définir des mesures concrètes de réduction des émissions de poussières lors du travail des terres agricoles.

Si les études ultérieures devaient confirmer que le travail des terres agricoles constitue incontestablement une catégorie de sources d'émissions de PM10 très importante, il faudrait prendre des mesures visant à réduire les émissions de poussières. Compte tenu des problèmes pratiques, ces mesures devraient viser de manière ciblée une réduction de la part des poussières fines.

Examen de la part de poussières fines dans les poussières provenant du travail des terres agricoles. Si nécessaire, développement, sur les bases de cet examen, de mesures de réduction des poussières PM10.

Résultats/Effets: correction des bilans, respectivement introduction des mesures de réduction spécifiques aux PM10 pour cette catégorie de sources: 30 %.

Mise en œuvre: Confédération (prescriptions sur la réduction préventive des émissions, recherche); cantons (exécution, plans de mesures de protection de l'air)

#### **12.6.7 Bricolage / jardinage (PM 27)**

Réduire les émissions des moteurs de faible puissance.

Effets: réduction de 20 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération (prescriptions sur les gaz d'échappement)

### **12.6.8 Trafic aérien (PM 28)**

La majeure partie des PM10 est émise par les moteurs durant la phase de décollage. Le développement de la technologie des moteurs entraînera, d'ici à 2020, une réduction des émissions de suie durant cette phase, dans laquelle le moteur est poussé au maximum, et à une émission moindre de poussières fines.

Effets: réduction des émissions de suie et de poussières fines par les moteurs au décollage de 5 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: Confédération et cantons. Mesures d'incitation visant à accélérer l'introduction des nouvelles technologies

### **12.6.9 Chauffage des locaux par combustion de biomasse (PM 29)**

Du point de vue de la protection du climat, le chauffage des locaux par combustion de biomasse constitue une excellente possibilité d'améliorer durablement le bilan de CO<sub>2</sub> de la Suisse. Toutefois, avec la technologie actuellement disponible, les émissions des installations de chauffage conçues pour la biomasse sont beaucoup plus importantes que celles des installations de chauffage à l'huile extra-légère ou à gaz. Différents projets pilotes récents montrent que le développement de technologies de combustion améliorées et de nouvelles méthodes d'épuration des rejets gazeux permettent de supprimer ces inconvénients à moyen terme.

Le canton de Zurich a fait un premier pas concret en vue d'améliorer la situation en introduisant une homologation des chauffages à combustion de biomasse. Cette mesure devrait être reprise à l'échelon fédéral. En s'appuyant sur les homologations, on peut faire en sorte que les améliorations techniques attendues dans un proche avenir soient mises en œuvre aussi rapidement que possible.

Comme dans le cas de la catégorie de sources PM 12 (voitures de tourisme à moteur diesel), l'objectif de l'équivalence des émissions s'applique aussi ici: à long terme, les émissions spécifiques du chauffage de locaux par combustion de biomasse, en particulier les émissions de poussières, ne devront pas être supérieures à celles des chauffages à l'huile extra-légère ou au gaz.

Homologation des chauffages selon le modèle du canton de Zurich. Encouragement des efforts de recherche en cours en vue de réduire les émissions de poussières des installations de chauffage à biomasse.

Effets: réduction des émissions de cette catégorie de sources de 25 % par rapport à la tendance (attentes de l'homologation; potentiel (analogue à celui des installations de combustion industrielle): réduction de 85 % par rapport à la tendance

Mise en œuvre: cantons, Confédération.



## 12.7 Aperçu: mesures relatives aux PM10 en ce qui concerne les catégories de sources de première priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions plus effets des mesures conc. les CC) P A	
PM 11	Transport des marchandises (comprend VUL et voitures de livraison)	Introduction accélérée de systèmes de filtres à particules sur les véhicules du transport des marchandises (véhicules utilitaires lourds et voitures de livraison diesel). Mise en œuvre: Confédération par des mesures d'encouragement	10%	5%	0.3	0.1
PM 12	Transport de personnes par la route (comprend voitures de tourisme, cars, autobus)	Équipement des véhicules des TP avec des filtres à particules. En cas d'achat de véhicules, le secteur public n'acquiert que des véhicules équipés de filtres à particules. Les voitures de tourisme diesel nouvellement admises sont toutes équipées de filtres à particules. Mise en œuvre: Confédération, cantons, communes	15%	10%	1.6	0.8
PM 13	Machines et engins agricoles et sylvicoles	D'ici à 2020, les valeurs appliquées dès 2003 aux machines et engins à forte puissance s'appliqueront à toutes les catégories de véhicules. Réduction des émissions des moteurs d'ici à 2020 : 20%, potentiel : 25%. Mise en œuvre: Confédération et cantons	25%	20%	0.4	0.3
PM 14	Installations de combustion industrielle, biomasse	Installations de combustion au bois et à plaquettes >500 kW: filtre à manche. Mise en œuvre: Confédération, cantons	85%	25%	0.8	0.4
			<b>Somme 1<sup>re</sup> p.</b>		<b>3.0</b>	<b>1.6</b>

### Légende

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions

|\*\* A: attentes en matière de réduction: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Economies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2). À noter: les différences au niveau des réductions totales P et A pour PM 11 et PM 12 sont la conséquence des différences au niveau des réductions prises en compte pour les carburants et les combustibles.

*Remarque sur les catégories de sources «Transport de marchandises » et «Transport de personnes »:* les attentes figurant dans le tableau 9.10 et concernant les économies de carburants ont été diminuées de la contribution de la technique des moteurs (les potentiels ont été diminués de moitié) afin de prendre en considération le fait que les améliorations de l'efficacité des carburants et de l'épuration des gaz d'échappement ne sont pas indépendantes les unes des autres.

## 12.8 Aperçu: mesures relatives aux PM10 en ce qui concerne les catégories de sources de seconde priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions plus effets des mesures conc. les CC) P A	
PM 21	Élevage d'animaux de rente	Assainissement de la stabulation libre (parallèlement aux mesures de réduction des émissions de NH <sub>3</sub> ). Exécution: Confédération, cantons	10%	0%	0.1	0.0
PM 22	Combustion des déchets agricoles et sylvicoles	Nouvelles techniques de lutte antiparasitaire, alternatives à l'élimination des écorces et des branches par incinération des déchets en plein air. Exécution: Confédération, cantons	30%	30%	0.4	0.4
PM 23	Travail du bois	Menuiseries et charpenteries: réduction des parts de poussières fines à la production. Exécution: Confédération, cantons	33%	20%	0.3	0.2
PM 24	Trafic ferroviaire	Équipement des locomotives diesel avec des filtres à particules et introduction d'une technologie de freinage générant un minimum d'émissions dues à l'abrasion, en particulier les émissions de poussières fines, grâce à l'utilisation de matériaux et de systèmes de freinage optimisés. Exécution: Confédération	10%	5%	0.1	0.0
PM 25	Industrie du bâtiment (sous-traitants)	Progrès technique. Exécution: Confédération, cantons	10%	5%	0.1	0.0
PM 26	Terres agricoles	Développement de meilleures techniques de travail des sols. Exécution: Confédération	0%	0%	0.0	0.0
PM 27	Ménage et bricolage / jardinage	Émissions dues aux moteurs de faible puissance. Exécution: Confédération	20%	20%	0.1	0.1
PM 28	Trafic aérien	Développement de la technique des moteurs	5%	0%	0.1	0.0
PM 29	Chauffage (biomasse)	Homologation des chauffages selon le modèle du canton de Zurich. Encouragement du développement de la technologie afin d'améliorer l'incinération et l'épuration des rejets gazeux Exécution: Confédération	85%	25%	0.7	0.2
			<b>Somme 2° p.</b>		<b>1.9</b>	<b>1.1</b>

### Légende:

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions  
|\*\* A: attentes en matière de réduction: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Economies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes  
A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2)

## 12.9 Aperçu: mesures relatives aux PM10 concernant les autres catégories de sources

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions plus effets des mesures conc. les CC) P A	
PM a1	Aciéries	Émissions diffuses des fours: amélioration du captage des poussières. Exécution: Confédération, cantons	95%	20%	0.38	0.08
PM a2	Roches et terres	Mesures concernant les effluents gazeux (accords). Exécution: Confédération, cantons	5%	5%	0.05	0.05
PM a3	Chantiers	Renforcement de la Directive Air Chantiers. Exécution: Confédération	10%	10%	0.05	0.05
PM a4	Industrie alimentaire	Amélioration de la technique. Exécution: Confédération, cantons	20%	20%	0.06	0.06
PM a5	Industrie métallurgique (sauf aciéries)	Amélioration du captage des poussières. Exécution: Confédération, cantons	20%	20%	0.05	0.05
PM a6	Autres industries	Machines: amélioration de l'épuration des effluents gazeux. Exécution: Confédération, cantons	5%	5%	0.03	0.03
PM a7	Élimination des déchets	Progrès technique. Exécution: Confédération, cantons	5%	5%	0.02	0.02
PM a8	Séchage de l'herbe	Progrès technique. Exécution: Confédération, cantons	5%	5%	0.01	0.01
PM a9	Chauffages à combustible fossile	Amélioration de l'épuration des effluents gazeux. Exécution: Confédération, cantons	5%	5%	0.01	0.01
PM a10	Installations indust. à comb. fossile	Épuration des effluents gazeux au moyen de filtres électrostatiques dans le cas des installations de combustion à huile lourde. Exécution: Confédération, cantons	10%	10%	0.02	0.01
			<b>Somme Autres</b>		<b>0.7</b>	<b>0.4</b>

### Légende:

|\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures de réduction sont indiquées: somme des différentes réductions

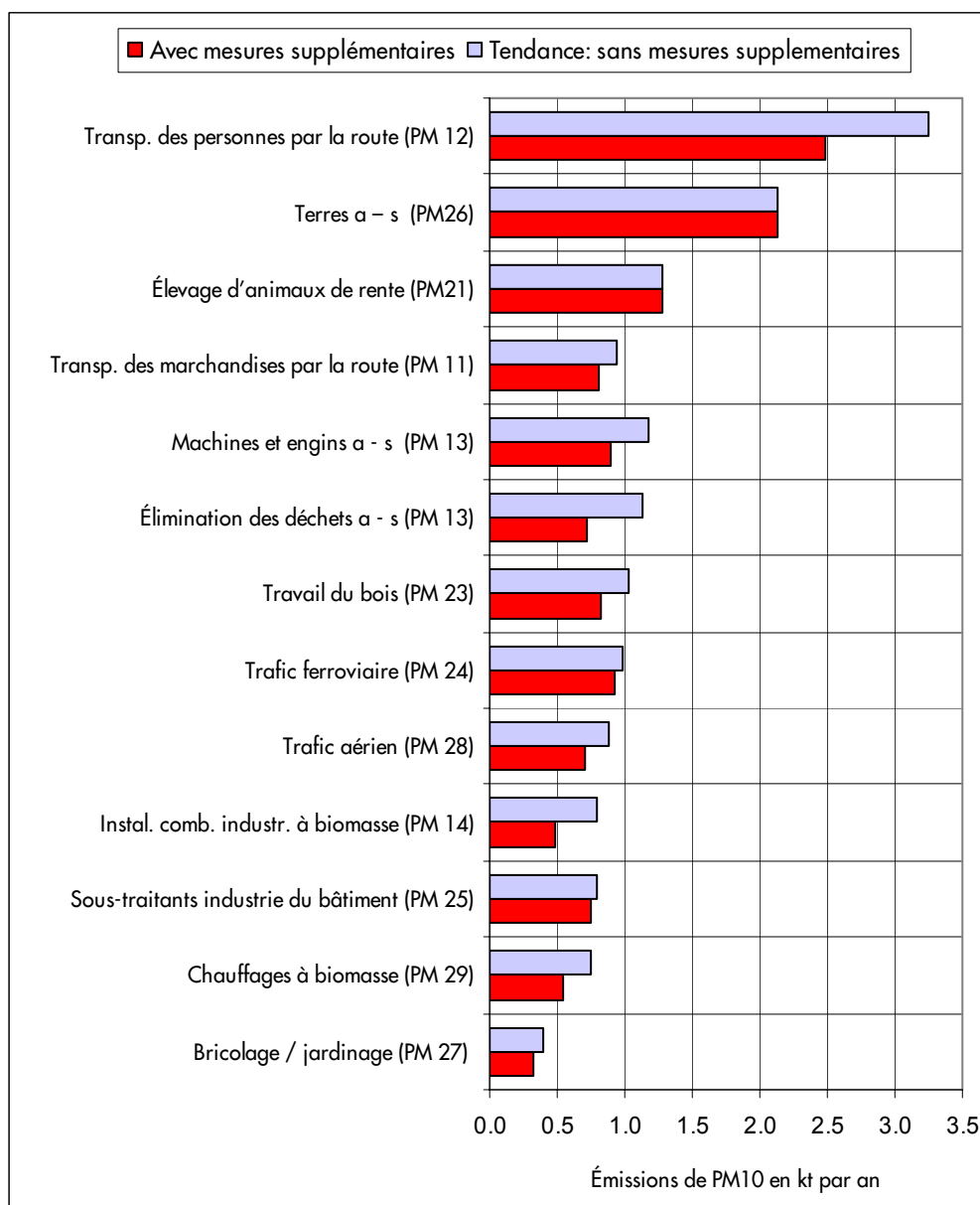
|\*\* A: attentes en matière de réduction: réductions atteignables d'ici à 2020 (en général, environ 50 % des potentiels) selon les estimations

Economies de carburants et de combustibles (CC) prises en compte lors du calcul des émissions de polluants: attentes

A<sub>standard</sub>, potentiels P<sub>standard</sub> (cf. 9.13.2)

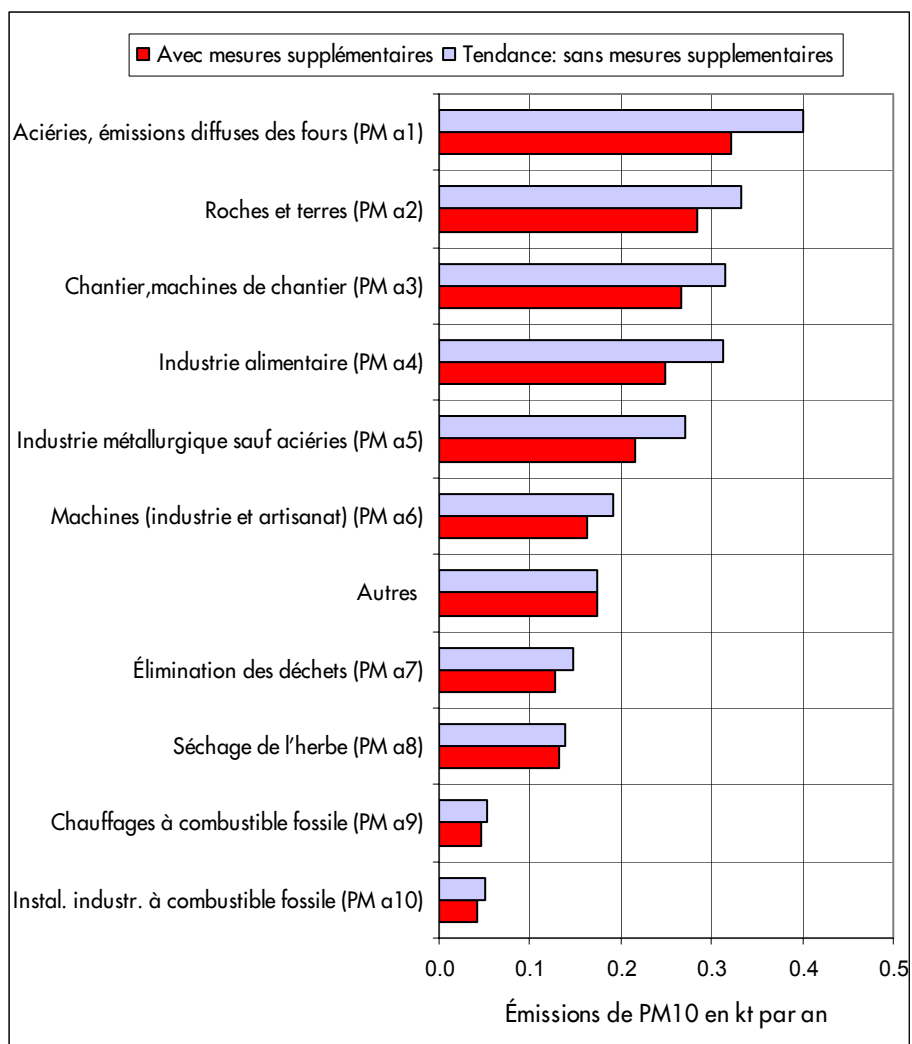
## 12.10 Effets des mesures relatives aux PM10

**Bilans des mesures relatives aux émissions de PM10 des catégories de sources de première et de seconde priorité (attentes)**



**Légende:** Effets des mesures supplémentaires (attentes A) par catégorie de sources. Entre parenthèses: le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: (A<sub>standard</sub>)

**Bilans des mesures relatives aux émissions de PM10 des autres catégories de sources (attentes)**



*Légende:* Effets des mesures supplémentaires (attentes A) par catégorie de sources. Entre parenthèses: le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: (A<sub>standard</sub>)

### 12.10.1 Complément: émissions de PM10 des gaz d'échappement des moteurs (trafic routier)

Les bilans des émissions de PM10 dues au trafic motorisé comprennent non seulement les poussières fines sortant des pots d'échappement, mais également celles provenant de l'abrasion et d'autres processus mécaniques. Comme cela a été montré sous 6.4.3 et 6.4.5, les gaz d'échappement des moteurs (notamment les particules de suie) jouent un rôle particulier du fait de leur effet cancérogène. Même si l'objectif écologique concernant les PM10 est atteint, ces substances continuent de présenter un risque pour la santé. Il faut donc continuer de limiter leurs émissions, même une fois l'objectif écologique concernant les PM10 atteint (cf. annexe 1, ch. 83, OPair ; art. 11, al. 3 LPE).

En complément à la figure 5.4.1, le tableau suivant montre l'évolution des gaz d'échappement des véhicules à essence et des véhicules diesel entre 1990 et 2020, ainsi que les effets résultant de l'équipement des véhicules diesel avec des filtres à particules.

<i>Trafic routier</i>	<i>Émissions de PM10 dues au trafic routier (t PM10/an), gaz d'échappement</i>		
<b>Moteurs diesel</b>	1990   *	2020   *	2020 option avec FP   +
Voitures de tourisme (diesel)	425	440	22
Voitures de livraison (diesel)	489	142	7
Trafic utilitaire lourd	1068	131	7
Cars	62	5	0
Autobus TP	216	18	1
<b>Somme</b>	<b>2260</b>	<b>736</b>	<b>37</b>

<b>Moteurs à essence</b>	1990   *	2020   *	2020 option avec FP   +
Voitures de tourisme (essence)	801	38	38
Voitures de livraison (essence)	40	1	1
Motos	374	82	82
<b>Somme</b>	<b>1215</b>	<b>121</b>	<b>121</b>

<b>Total des émissions</b>	<b>3475</b>	<b>857</b>	<b>158</b>
----------------------------	-------------	------------	------------

/ \* Données chiffrées tirées du Cahier de l'environnement n° 355 / + FP: filtre à particules

#### Commentaire

Les quantités d'émissions, exprimées en tonnes par an, se composent des émissions des véhicules à moteur diesel ou à essence obtenues par extrapolation. Il convient de noter que les données de base des diverses émissions sont très différentes, comme le montrent les considérations figurant à l'annexe 5. En outre, les compositions des émissions sont diverses et agissent de différentes manières sur la santé.

L'emploi de filtres à particules permet de réduire considérablement les émissions de suie de diesel cancérogène ainsi que le nombre de particules émises.

### 12.11 Bilan, comparaison avec l'objectif écologique

Dans le bilan global des effets des mesures, les mesures concernant les diverses catégories de sources sont combinées de la manière suivante:

#### **Première priorité**

Émissions de PM10 générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première priorité mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte (cf. 12.7).

#### **Première et seconde priorité**

Émissions de PM10 générées une fois les mesures concernant les catégories de sources de première et de seconde priorité mises en œuvre, les économies de carburants et de combustibles standard étant prises en compte pour toutes les catégories de sources (cf. 12.7 et 12.8).

#### **Toutes les mesures**

Émissions de PM10 générées une fois toutes les catégories de sources et les économies de carburants et de combustibles standard pour toutes les catégories de sources prises en compte (cf. 12.7, 12.8 et 12.9). Dans le cas des catégories de sources non explicitement mentionnées, les effets dus au progrès technique sont pris en compte.

#### 12.11.1 Bilan des mesures en fonction des priorités

<i>Émissions de PM10 en 2020 (kt/an)</i>			
Sans mesures	17.9		
Mesures par catégorie de sources (CS)	CS de 1 <sup>re</sup> priorité	CS de 1 <sup>re</sup> et 2 <sup>e</sup> priorité	Toutes les catégories de sources
Attentes (A-A)	16.0	15.2	14.9
Potentiels (P-P)	14.5	12.9	12.3
<i>Objectif d'émissions</i>	12		

#### **Légende**

Mesures prises en compte concernant les carburants et les combustibles: A<sub>standard</sub> (A-A) respectivement P<sub>standard</sub> (P-P)

#### **Commentaire**

Les réductions des émissions indiquées résultent de la combinaison des économies de carburants et de combustibles avec des mesures spécifiques aux rejets polluants selon les tableaux 12.7, 12.8 et 12.9. Dans le cas des catégories de sources pour lesquelles aucune mesure spécifique aux rejets gazeux n'est prévue, on obtient dans certains cas (p. ex. première priorité P-P) des réductions supplémentaires du fait des économies de carburants et de combustibles (potentiel de synergie des économies de carburants et de combustibles; cf. commentaire détaillé sous 10.13.3).

En l'état actuel des connaissances, il faut admettre que les données chiffrées concernant les émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement peuvent encore, pour certaines catégories de sources, *fortement varier* durant l'étude en cours. Aussi, l'objectif d'émissions et les bilans des mesures doivent être considérés comme *provisoires*.

Il n'est donc pas encore possible d'estimer si l'objectif écologique peut être ou non atteint.

## **12.12 Conclusions et recommandations: mesures relatives aux PM10**

### **12.12.1 Mesures de première priorité pour les installations de combustion et les moteurs**

Les émissions de PM10 des moteurs jouent un rôle central dans les émissions dues aux catégories de sources Transport de marchandises, Transport de personnes et - sous certaines restrictions - Machines et engins agricoles et sylvicoles. Si l'on admet que les valeurs figurant dans les bilans – basées sur des estimations prudentes – concernant les poussières fines produites mécaniquement sont plutôt surévaluées, les priorités concernant ces trois catégories de sources ne seront pas modifiées à l'avenir: c'est justement parce que les émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement sont plutôt surévaluées dans les bilans du présent rapport que les émissions des véhicules du transport des personnes et du transport des marchandises resteront dominantes.

Les mesures proposées en vue de réduire les émissions de PM10 dans les gaz d'échappement liés au transport des personnes et au transport des marchandises ainsi qu'aux machines et engins agricoles et sylvicoles sont fondées sur des bases solides en ce qui concerne les émissions. C'est pourquoi elles *doivent être réalisées en première priorité*.

Ces mesures permettront en particulier une réduction des émissions de particules de suie de diesel ultrafines qui sont cancérogènes.

### **12.12.2 Mesures de seconde priorité pour les installations de combustion et les moteurs**

Les catégories de sources Trafic aérien, Chauffages (à biomasse et à combustible fossile), Machines (industrie) et Installations de combustion industrielle (à biomasse et à combustible fossile), Roches / Terres et Machines de chantier contribuent de manière importante aux émissions totales même en prenant en compte les incertitudes liées aux bilans globaux.

Les *mesures* proposées pour les installations de combustion et les moteurs appartenant à des catégories de sources de seconde priorité peuvent, elles aussi, être *réalisées* sur la base des connaissances actuelles.

*En matière de consommation de carburants et de combustibles, la réalisation des recommandations 12.12.1 et 12.12.2 suppose que la recommandation 9.13.3 soit réalisée.*



### **12.12.3 Mesures de seconde priorité: problématique des poussières fines dues à l'abrasion et au tourbillonnement**

Une part importante des catégories de sources de seconde priorité émet des poussières fines par abrasion et tourbillonnement. Les connaissances actuelles concernant ce type d'émissions sont insuffisantes pour pouvoir ordonner des mesures concrètes d'assainissement au sens de l'OPair. Il est manifestement nécessaire de créer dès que possible des bases suffisamment fiables. Les bases existant à l'heure actuelle suffisent cependant pour justifier des mesures préventives destinées à minimiser les émissions de poussières.

Les *bases* nécessaires à l'évaluation des émissions de PM10 dues aux processus mécaniques, actuellement encore *insuffisantes* pour l'évaluation finale des mesures d'assainissement, doivent être améliorées dès que possible. C'est pourquoi il est nécessaire de poursuivre activement les *efforts de recherche en matière de PM10* dues à l'abrasion et au tourbillonnement, et de les coordonner au niveau international.

Les mesures de seconde priorité concernant l'abrasion et le tourbillonnement seront réalisées dans le cadre de la prévention jusqu'à ce que les recherches menées à ce sujet aient donné des résultats.

## 13 Réduction des émissions de NH<sub>3</sub>

### 13.1 Fixation des priorités pour le NH<sub>3</sub>

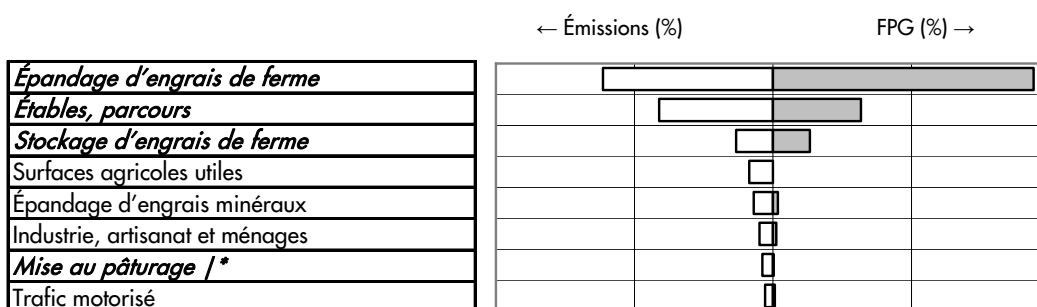
*Évaluation des catégories de sources polluantes quant aux mesures envisagées*

<i>Catégorie de sources</i>	Émissions 2020 (kt N/an)	dc	ct	ce	FPG (%)
<i>Épandages d'engrais de ferme</i>	17.1	1	2	2	66%
<i>Étables, parcours</i>	11.4	3	1	1	22%
<i>Stockage d'engrais de ferme</i>	3.7	2	3	2	9.3%
Industrie, artisanat et ménages	1.3	2	2	2	0.8%
Surfaces agricoles utiles	2.4	0	0	0	0.0%
Épandages d'engrais minéraux	1.9	1	3	2	1.3%
<i>Mise au pâturage / *</i>	1.1	3	1	1	0.2%
Trafic motorisé	0.8	3	2	2	0.4%

*Remarque: FPG: facteur de pondération global; dc: dynamique de croissance; ct: chances offertes par la technique, ce: chances offertes par l'exécution; dc, ct, ce = 0: pas d'évaluation*

/ \* L'évolution au sein de cette catégorie de sources exerce une influence sur l'évolution des émissions d'ammoniac des catégories Étables, parcours libre et Épandages des engrais de ferme. De ce fait, la première priorité revient à la catégorie de sources Mise au pâturage.

**Comparaison des FPG et des émissions par catégorie de sources**



**Légende:**

Partie droite de la figure: facteur de pondération global (FPG) selon le tableau 13.1.

Partie gauche de la figure: parts en % des catégories de sources en ce qui concerne les émissions suisses en 2020.

Autres indications et remarque / \*: analogues à celles du précédent tableau.

### 13.2 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le NH<sub>3</sub>: Systèmes de stabulation améliorés (NH 11)

Pour les porcs et la volaille, il est techniquement possible de construire des systèmes de stabulation générant peu d'émissions et ces systèmes ont fait leurs preuves. En aviculture, et pour ce qui est des poules pondeuses, c'est l'augmentation du nombre de systèmes de tapis d'évacuation du fumier qui contribue le plus à la réduction des émissions. S'agissant des étables de bovins, les Pays-Bas testent actuellement un nouveau système. Selon les circonstances, il est aussi possible d'introduire des systèmes de lavage biologique ou d'autres techniques d'épuration des rejets d'air (en Suède p. ex. on a testé un biofiltre pour épurer l'air vicié d'une étable: il a réduit d'un facteur sept environ les émissions d'ammoniac).

Du point de vue technique, l'introduction de tels systèmes exige encore un *travail de développement* auquel la Suisse doit prendre part. De manière générale, il faut relever que partout où manquent les solutions pratiques, il faut favoriser le développement de systèmes générant peu d'émissions. Dans le cas des étables ventilées mécaniquement, l'état de la technique permet aujourd'hui de prescrire l'introduction de systèmes d'épuration de l'air sortant.

La *légalisation sur la protection de l'environnement* doit être *précisée* en matière de normes applicables aux étables et à la stabulation libre. Les bâtiments devront être construits de manière telle que l'urine s'écoule immédiatement dans un réservoir fermé et que les surfaces souillées puissent être nettoyées fréquemment sans complications (éventuellement automatiquement).

Développement de systèmes de stabulation générant peu d'émissions par la recherche et par des projets pilotes.

Prescriptions et systèmes d'incitation concernant la construction d'étables générant peu d'émissions et concernant l'épuration des rejets d'air.

Effets: un potentiel de réduction de 2,3 kt N/an peut être estimé en supposant que des travaux de recherches supplémentaires mettront en évidence, d'ici à 2020, des possibilités d'épuration des gaz des étables permettant de réduire les émissions d'ammoniac au-delà de ce qui est d'ores et déjà prévisible actuellement. Attente d'ici à 2020: 0,3 kt N/an

Mise en œuvre: Confédération et cantons par l'élaboration de directives d'exécution et de systèmes d'incitation; promotion de la recherche là où cela s'avère nécessaire

#### *Remarques concernant les potentiels avérés:*

- Les mesures visant à la réduction des pertes dans les étables augmentent la part d'azote volatil dans le lisier. Afin que l'économie réalisée ne soit pas en grande partie annulée lors du stockage et des épandages, il est indispensable de veiller à ce que ceux-ci occasionnent peu d'émissions.
- Si la valeur attendue est faible par rapport au potentiel, c'est que de nombreuses étables n'ont pas été et ne seront pas construites de manière optimale pour l'hygiène de l'air. Elles ont une durée d'exploitation probable de 30 ans et ne peuvent donc pas être remplacées d'ici à 2020. Au vu des fortes émissions d'ammoniac qu'elles occasionnent, il faut également clarifier la question d'un assainissement ultérieur de ces nouvelles constructions.
- La réduction des émissions provenant des étables diminue aussi l'acuité du problème olfactif. Avec des réductions supplémentaires, telles que celles qui sont réalisables par l'épuration de l'air vicié des étables, il serait aussi possible d'alléger la réglementation sur les distances

minimales et ainsi de diminuer la distance entre les zones à bâtir et les installations de garde d'animaux de rente.

### **13.3 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le $\text{NH}_3$ : Épandages d'engrais de ferme (NH 12)**

Il existe un grand potentiel de réduction des émissions d'ammoniac d'origine agricole dans le domaine des épandages des engrais de ferme. Des mesures efficaces, applicables dans un grand nombre d'exploitations agricoles suisses, sont connues pour cette catégorie de sources. Parmi ces mesures, on distingue les techniques d'épandage occasionnant peu d'émissions, telles que les distributeurs à tuyaux souples ou les injections en profondeur avec dents, en combinaison avec des mesures concernant l'organisation des *épandages des engrais de ferme* (p. ex. épandages le soir, enfouissement du lisier immédiatement après épandage, dilution du lisier).

Promotion des techniques d'épandage occasionnant peu d'émissions par adaptation des paiements directs et / ou des directives correspondantes.

Effets: le potentiel de réduction peut être estimé à 4,1 kt N/an à la condition que des systèmes à tuyaux souples ou des technologies équivalentes soient utilisés d'ici à 2020 sur des terrains plus pentus (jusqu'à 50 %) que ce n'est le cas aujourd'hui. Attente d'ici à 2020: 2,2 kt N/an

Mise en œuvre: Confédération (adaptation de l'ordonnance sur les paiements directs: inscription d'un critère « épandages des engrais de ferme générant peu d'émissions » dans le catalogue des prestations écologiques requises; transformation de contributions générales liées à la surface en contributions liées à des efforts déployés pour la protection de l'air; ou par des directives)

Remarque:

Alors que les techniques d'épandage occasionnant peu d'émissions nécessitent des investissements et butent sur des limites d'utilisation techniques (p. ex. inclinaison du terrain, nature du sol), les mesures d'ordre organisationnel sont généralement peu coûteuses mais aussi peu contrôlables; en outre, elles comportent souvent des inconvénients sur le plan de l'économie du travail ou d'ordre social.

### **13.4 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le $\text{NH}_3$ : Stockage d'engrais de ferme (NH 13)**

Les émissions d'ammoniac de cette catégorie sont dues principalement aux *réservoirs ouverts de lisier*, qui sont construits depuis les années 80. Les fosses à purin traditionnelles ne posent en revanche aucun problème. Le fait de couvrir le réservoir (protection contre le vent) peut en réduire les émissions d'ammoniac de 60 à 90 %. Étant donné qu'en 2020, il y aura encore environ 10 % du purin stocké dans des réservoirs non couverts, le total des émissions dues au stockage du lisier peut être diminué d'environ 30 % en couvrant tous les réservoirs. Vu le coût minime qu'elle représente, cette mesure peut être exigée au seul nom du principe de prévention inscrit dans la loi sur la protection de l'environnement.

Couverture des réservoirs à lisier. Cette mesure peut être dès à présent exigée au nom du principe de prévention inscrit dans la loi sur la protection de l'environnement et elle ne requiert aucune prescription supplémentaire.

Effets: potentiel de 1,6 kt N/an; attente d'ici à 2020: 0,1 kt N/an

Mise en œuvre: cantons (au titre de la prévention; éventuellement aussi renforcement des mesures)

Remarque:

En réduisant les pertes d'ammoniac des stocks de lisier, on augmente sa proportion d'azote volatil. Si l'on veut éviter que l'épandage annule quasiment tout le bénéfice obtenu en couvrant les réservoirs, il est indispensable de recourir à des méthodes d'épandage générant peu d'émissions.

Les tas de fumier doivent être disposés de manière à présenter une surface aussi faible que possible à l'air, entourés de parois sur trois côtés et protégés du soleil et des précipitations.

Effets: non quantifiés

Mise en œuvre: Confédération et cantons par des recommandations et/ou des directives

### **13.5 Catégorie de sources de première priorité en ce qui concerne le $\text{NH}_3$ : Mise au pâturage accrue (NH 14)**

Une mise au pâturage accrue constitue une possibilité efficace et intéressante en termes économiques pour réduire les émissions d'ammoniac. Le climat local, la nature du sol, les dégâts dus au piétinement et la situation géographique des pâturages imposent des limites. La répartition irrégulière des excréments sur le pâturage réduit en outre l'efficacité en azote. Il existe, dans certains cas, un danger de lixiviation des nitrates et de passage de ceux-ci dans les eaux souterraines, ainsi que d'émissions accrues de gaz hilarant. En prenant en compte les limitations évoquées, la mise au pâturage des bovins peut encore être accrue par rapport à la tendance.

Augmentation de la durée de pâture du bétail sous réserve des charges supportables par les pâturages et les eaux souterraines.

Effets: une mise au pâturage plus longue accroît les émissions d'ammoniac provenant des pâturages de 0,5 kt N/an. Par contre, les émissions dues aux étables et aux épandages diminuent en raison de la réduction de la quantité de lisier; il en résulte, net, une réduction de 2,9 kt N/an (potentiel) des émissions totales dues à l'élevage d'animaux.

Mise en œuvre: Confédération et cantons par une information ad hoc, vulgarisation agricole

### **13.6 Mesure transversale: alimentation moins riche en protéines (NH 15)**

Une adaptation de l'alimentation des animaux, en particulier une réduction de l'apport de protéines, peut réduire l'excrétion d'azote, notamment d'azote soluble; la quantité d'azote ingérée étant plus faible, les émissions d'ammoniac sont réduites. Ces mesures ne peuvent toutefois être mises en vigueur que de manière limitée dans l'élevage des bovins car il n'est pas judicieux de remplacer le fourrage vert par des concentrés.

Recommandations concernant les mesures relatives à l'alimentation

Effets: ces mesures exercent leurs effets sur l'élevage en général et ne peuvent pas être attribuées à des catégories de sources individuelles. Leurs effets ne sont en outre pas indépendants des mesures concernant les catégories de sources NH 11 à NH 14.

A elle seule, la mesure présente un potentiel de réduction de 3,2 kt N/an. Attente d'ici à 2020: 0,5 kt N/an. L'effet total des mesures NH 11 à NH 15 ne correspond cependant pas simplement à la somme des effets de chacune des mesures (cf. les remarques concernant le tableau 13.8).

Mise en œuvre: Confédération et cantons par une information ad hoc, vulgarisation agricole

### **13.7 Catégories de sources de seconde priorité en ce qui concerne le NH<sub>3</sub>**

#### **13.7.1 Épandages d'engrais minéraux (NH 21)**

Dans le domaine des engrais minéraux, le remplacement de l'urée par d'autres engrais azotés constitue une mesure efficace et économique pendant la saison chaude. Toutefois, la part de l'urée dans les engrais azotés utilisés est inférieure à 20 %.

Réduction de l'utilisation d'engrais à base d'urée par l'information et le conseil

Effets: 0,8 kt N/an (potentiel); attente d'ici à 2020: 0,7 kt N/an

Mise en œuvre: Confédération, cantons, vulgarisation agricole

#### **13.7.2 Amélioration de l'épuration des gaz d'échappement des véhicules à moteur (NH 22)**

Les émissions d'ammoniac se produisant encore aujourd'hui sont réduites par une optimisation des systèmes d'épuration des gaz d'échappement.

Effets: 0,4 kt N/an (potentiel); attente d'ici à 2020: 0,2 kt N/an (y compris les effets attendus des mesures de réduction de la consommation de carburant)

Mise en œuvre: Confédération (exécution des prescriptions UE correspondantes)

### 13.8 Aperçu: mesures relatives au NH<sub>3</sub> en ce qui concerne les cat. de sources de première priorité

Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions) P A	
NH 11	Étables, parcours	Développement de systèmes de stabulation générant peu d'émissions par des recherches dans ce domaine et des projets pilotes	-	-	4.3	0.4
NH 12	Épandages d'engrais de ferme	Épandages générant peu d'émissions, planification des épandages d'engrais	-	-	4.1	2.2
NH 13	Stockage d'engrais de ferme	Couverture systématique des fosses à purin	-	-	1.6	0.1
NH 14	Mise au pâturage	Augmentation de la durée de pâture du bétail sous réserve des charges supportables par les pâturages et les eaux souterraines	-	-	-0.5	-0.5
NH 15	Alimentation moins riche en protéines	Mesure transversale: la réduction de l'apport de protéines diminue l'excrétion d'azote en général, et plus particulièrement l'excrétion d'azote soluble	-	-	3.2	0.5
<b>Effet total des mesures NH 11 à NH 15</b> (Le mode d'action des mesures combinées est complexe, cf. remarque ci-dessous.)					12.4	5.3

*Remarques au sujet du tableau:* Les réductions des émissions *ne sont pas additives*. La mesure NH 14 provoque certes une augmentation des émissions des pâturages, mais également une diminution des émissions dues à l'élevage (étables, épandages de lisier). Les réductions concernant les émissions des étables et du stockage de lisier (NH 11, NH 13) ne peuvent être pleinement exploitées que si les processus ultérieurs sont exécutés de manière à minimiser les émissions.

### 13.9 Aperçu: mesures relatives au NH<sub>3</sub> en ce qui concerne les cat. de sources de seconde priorité

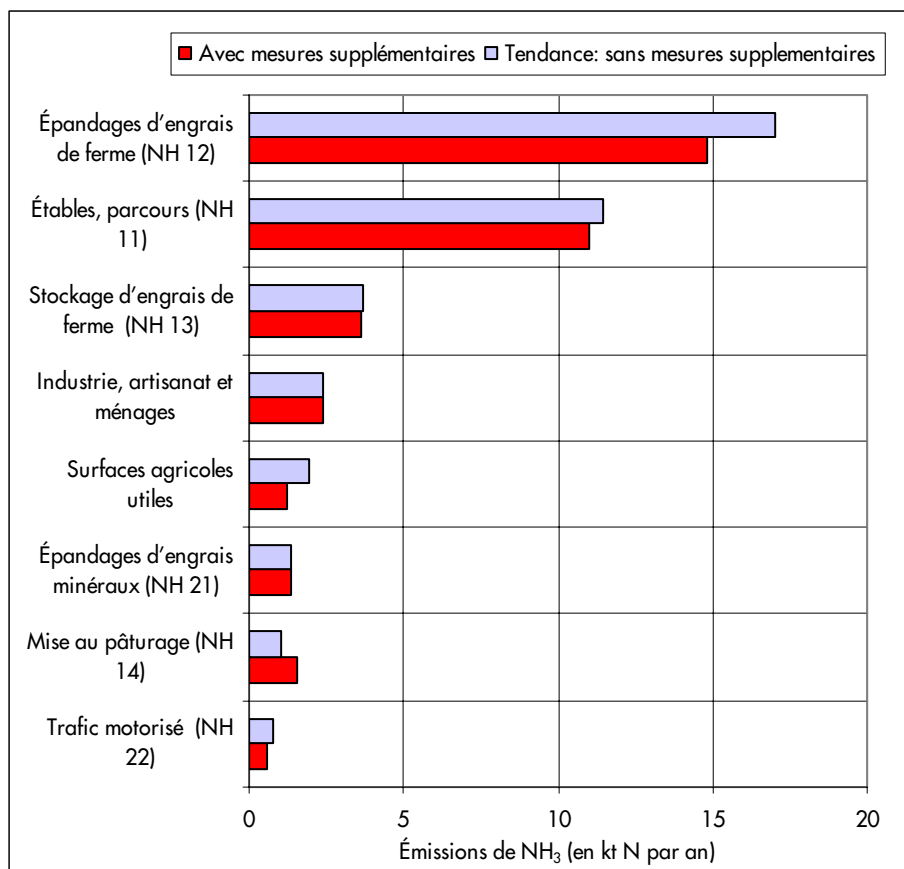
Code	Catégorie de sources	Brève description des mesures et évaluation de leur potentiel de réduction des rejets gazeux polluants par rapport aux émissions attendues en 2020	Réductions par rapport à la tendance			
			P (%)  *	A (%)  **	kt/an (réduction des émissions; pour le trafic mot., y compris les effets des mesures conc. CC) P A	
NH 21	Épandage d'engrais minéraux	Choisir des engrais minéraux occasionnant peu d'émissions, en particulier réduire l'utilisation d'engrais à base d'urée	-	-	0.8	0.7
NH 22	Trafic motorisé	Amélioration de la technique d'épuration des gaz d'échappement	10%	5%	0.4	0.2
<b>Somme 2<sup>es</sup> p.</b>					1.2	0.9

*Légende:* |\* P: potentiels de réduction. Lorsque plusieurs mesures d'économie sont indiquées: somme des différentes réductions

|\*\* A: attentes relatives aux réductions: réductions atteignables d'ici à 2020 selon les estimations

### 13.10 Effets des mesures relatives au $\text{NH}_3$

#### Bilans des mesures relatives aux émissions de $\text{NH}_3$ par catégorie de sources (*attentes*)



#### Légende et commentaire

Effets des mesures supplémentaires (*attentes A*) par catégorie de sources. Entre parenthèses: le code de la catégorie de sources (premier chiffre: priorité de la catégorie de sources, second chiffre: numéro courant). Pour les catégories de sources sans code, aucune mesure spéciale n'est prévue. Pour ce qui est des mesures concernant la catégorie de sources NH 22, Trafic motorisé, les économies de carburant et de combustible ont été prises en compte: ( $A_{\text{standard}}$ ).

La mesure NH 14 (prolongation de la mise au pâturage) entraîne certes une augmentation des émissions sur les pâturages mais simultanément une diminution considérable des émissions dues à la stabulation et à l'épandage (cf. 13.5). La mesure NH 15 ne peut pas être attribuée à une catégorie de sources déterminée, puisqu'elle les concerne toutes (mesure transversale).



### 13.11 Bilan, comparaison avec l'objectif écologique

<i>Émissions de NH<sub>3</sub> en 2020 (kt N/an)</i>	
Sans mesures	39.7
Avec mesures	
Attentes 2020 (A <sub>standard</sub> )	33.5
Potentiel 2020 (P <sub>standard</sub> )	26.1
<b>Objectif d'émissions</b>	<b>26</b>

Sur la base des attentes pour les mesures d'ordre technique, les objectifs d'émissions *ne seront de loin pas atteints d'ici à 2020*. Les réductions d'émissions qui seront réalisés ne couvriront qu'environ la moitié du déficit.

Les potentiels mentionnés dans les descriptions des différentes mesures ne seront obtenus, au cours des 15 prochaines années, qu'à la condition que des *progrès techniques importants* soient réalisés en ce qui concerne les étables (NH 11) et l'épandage d'engrais dans les pentes (NH 12). Ceci nécessitera des efforts conséquents en matière de recherches spécifiques. *Si les potentiels de réduction attendus dans les secteurs clés (NH 11 et NH 12) sont réalisés*, on se rapprochera des objectifs généraux sans diminution de la production agricole ou du nombre d'animaux.

#### 13.11.1 Mesures complémentaires pour atteindre le potentiel de réduction indiqué

La mise en place de certaines conditions cadre constitue la condition indispensable pour épuiser le potentiel de réduction des émissions d'ammoniac. Il s'agit, par exemple, des mesures suivantes:

- programmes d'incitation (éventuellement adaptation des paiements directs) à des épandages d'engrais de ferme occasionnant peu d'émissions;
- activités soutenues déployées dans le domaine de l'information au sujet des émissions d'ammoniac et des mesures de réduction des émissions;
- inscription d'exigences en matière d'hygiène de l'air dans les prestations écologiques requises;
- inscription d'exigences en matière d'hygiène de l'air dans le schéma des sanctions, de sorte qu'un non-respect de prescriptions environnementales entraîne une réduction des paiements directs;
- instructions permettant de construire soi-même des couvertures destinées aux réservoirs à lisier.

#### 13.11.2 Autres aspects

Les possibilités techniques visant à la réduction des émissions doivent encore être étudiées plus à fond. Ces études livreront les bases permettant de promouvoir les développements techniques prometteurs et d'élaborer des estimations fondées concernant les émissions d'ammoniac en Suisse.

Selon les présentes prévisions, *l'évolution du nombre de têtes de bétail* d'ici à 2020 constitue le facteur d'incertitude le plus important. Si les élevages de bovins et de porcins devaient régresser plus qu'on ne le suppose aujourd'hui, les écarts par rapport à l'objectif présenté plus haut se réduiraient d'autant. Et ils augmenteraient si ces élevages devaient s'accroître (réduction des prix des aliments pour porcs et volaille).

### **13.12 Conclusions et recommandations: mesures relatives au NH<sub>3</sub>**

#### **Mise au pâturage**

La durée de pâture doit être prolongée autant que possible et dans la mesure où aucun effet négatif n'est à craindre (densification du sol, lixiviation accrue des nitrates et émissions de gaz hilarant).

#### **Systèmes de stabulation**

Des prescriptions ou des exigences posées lors du paiement des subventions permettront d'atteindre l'objectif selon lequel les étables sont construites de manière optimale en ce qui concerne l'hygiène de l'air et/ou sont munies de systèmes de filtration de l'air sortant. Les nouvelles techniques prometteuses seront testées et promues dans des projets pilotes.

#### **Stockage des engrais de ferme**

Les installations de stockage de lisier ouvertes doivent toutes être couvertes. Les tas de fumier doivent être protégés de tous côtés du vent, du soleil et des précipitations.

#### **Épandages d'engrais de ferme**

Il y a lieu de promouvoir des techniques d'épandage générant peu d'émissions (distributeurs à tuyaux souples et autres) sur le plus de surfaces possibles ainsi que l'enfouissement immédiat du lisier dans le sol,. La même chose s'applique aux mesures d'ordre organisationnel visant à minimiser les émissions d'ammoniac.

#### **Autres mesures**

L'alimentation sera adaptée afin de réduire les émissions d'ammoniac. Dans les engrais minéraux, la part d'urée sera diminuée. Les techniques d'épuration des gaz d'échappement du trafic motorisé seront améliorées.

#### **Examen de l'effet exercé par les paiements directs sur l'hygiène de l'air, et adaptation éventuelle**

La Confédération verse annuellement environ 3 milliards de subventions à l'agriculture. Il faut vérifier systématiquement si ces montants peuvent également être utilisés judicieusement par rapport à l'hygiène de l'air, ou plus précisément, quelles exigences par rapport à l'hygiène de l'air doivent être liées au versement des aides financières.

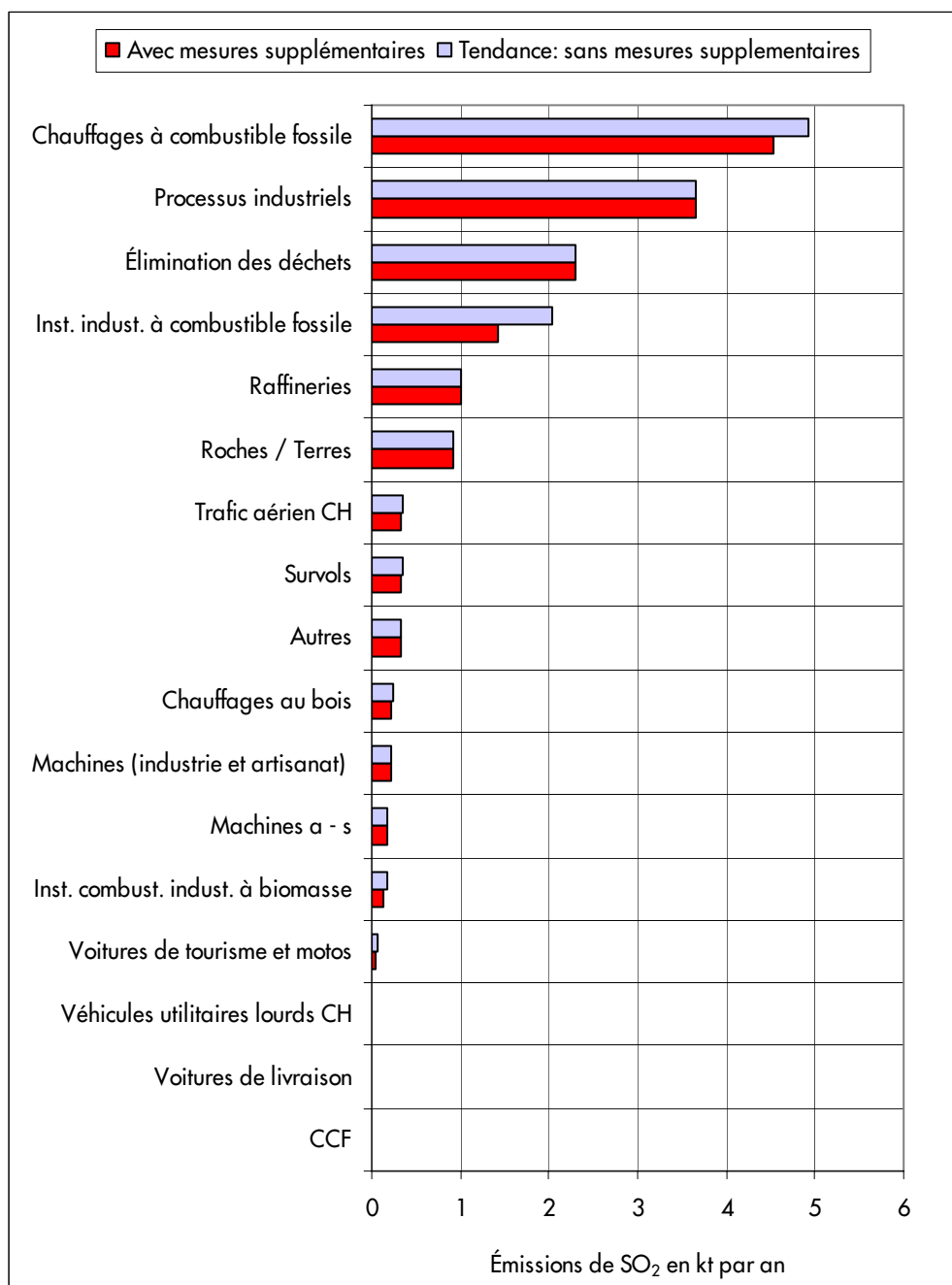
#### **Autres mesures: la question de l'évolution des effectifs d'animaux**

Les calculs prévisionnels du présent rapport sont essentiellement basés sur des estimations et des hypothèses incertaines concernant l'évolution des effectifs d'animaux et le succès des travaux de recherches.

Des mesures supplémentaires destinées à réduire les émissions d'ammoniac doivent être élaborées et réalisées périodiquement sur la base des développements les plus récents.

## 14 Émissions de SO<sub>2</sub>: effets des mesures relatives aux carburants et aux combustibles

### 14.1 Bilans des émissions de SO<sub>2</sub> par catégorie de sources (attentes)



Mesures prises en compte: attentes en matière d'économie de carburants et de combustibles: A<sub>standard</sub>

## 14.2 Bilan du SO<sub>2</sub>

Dans le cas du SO<sub>2</sub>, aucune mesure particulière concernant les gaz d'échappement n'a été définie car les objectifs écologiques sont aujourd'hui atteints et selon toute vraisemblance ils seront également respectés à l'avenir. Toutefois, sur la base des économies prévues de carburants et de combustibles, on peut s'attendre à de nouvelles améliorations pour ce qui est de la charge en SO<sub>2</sub> de l'environnement. Les bilans correspondants sont présentés dans le tableaux suivant.

<i>Emissions SO<sub>2</sub> en 2020 (kt/an)</i>	
Sans mesures	16.8
Avec mesures pour les carburants et les combustibles	
Attente 2020 (A <sub>Standard</sub> )	15.7
Potentiel 2020 (P <sub>Standard</sub> )	13.7
<i>Objectif d'émissions</i>	<i>25</i>

Remarque: mesures prises en compte: attente, respectivement potentiel de réduction lié aux carburants et aux combustibles: A<sub>standard</sub>; P<sub>standard</sub>.

### Commentaire

La nette réduction supplémentaire illustre le potentiel de synergie des économies de carburants et de combustibles à la base de la stratégie: on obtient en effet des « *réductions gratuites* » des émissions de SO<sub>2</sub> de l'ordre de 7 % (attente concernant les économies de carburants et de combustibles), respectivement de près de 20 % (potentiel de synergie des économies de carburants et de combustibles).

L'objectif est de ne pas dépasser la charge critique pour l'acidité des sols (une condition nettement plus sévère que celle du respect de la valeur limite de l'ordonnance sur la protection de l'air concernant la concentration de SO<sub>2</sub> dans l'air ambiant). L'objectif écologique *est d'ores et déjà atteint*. Toutefois, toute réduction des émissions de SO<sub>2</sub> signifie une réduction de l'acidification des sols et des écosystèmes sensibles; elle est donc à considérer comme hautement souhaitable au nom de la prévention.

## 15 Résumé

### 15.1 Étapes de la démarche

#### 15.1.1 Les mesures adoptées jusqu'ici ne suffisent pas pour atteindre les objectifs écologiques

On constate, pour tous les polluants atmosphériques évalués (à l'exception du SO<sub>2</sub>), que les mesures adoptées jusqu'ici ne seront pas suffisantes pour atteindre les objectifs de la protection de l'air. Comme le montrent les figures relatives à l'évolution des émissions du chapitre 4, les émissions de la plupart des polluants atmosphériques ne diminueront plus de manière sensible à partir de 2010 environ. C'est pourquoi il est indispensable de prendre dès aujourd'hui des mesures supplémentaires.

#### 15.1.2 La réduction de la consommation de carburants et de combustibles est indispensable, mais insuffisante

Une grande partie des émissions de polluants atmosphériques résulte de l'utilisation de carburants et de combustibles fossiles. Des mesures de réduction des carburants et des combustibles fossiles aident par conséquent à la fois à lutter contre la pollution atmosphérique et à atteindre les objectifs de la politique climatique suisse et de ceux de la loi sur le CO<sub>2</sub>. En raison des *synergies* entre lutte contre la pollution de l'air et politique climatique, la réduction de la consommation de carburants et de combustibles fossiles a un degré de priorité élevé du point de vue de la protection de l'air.

C'est pourquoi, le présent programme, grâce auquel on veut atteindre les objectifs écologiques de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air, a fixé dans une première étape les objectifs de réduction de la consommation de carburants et de combustibles. Les tableaux de l'annexe 3 le montrent: les économies de carburants et de combustibles constituent *environ un tiers de l'ensemble des réductions* indiquées. Dans le cas des COVNM, les émissions sont déterminées dans une large mesure par l'utilisation de solvants, raison pour laquelle les économies de carburants et de combustibles exercent une influence nettement moindre dans ce cas, soit *environ 10 % de l'ensemble des réductions*. Les émissions de NH<sub>3</sub> constituent un cas analogue.

Bien qu'elles aident grandement, les mesures concernant les carburants et les combustibles *ne sont de loin pas suffisantes et ne permettent pas d'atteindre les objectifs écologiques de la lutte contre la pollution de l'air*.

#### Remarque

Les objectifs de réduction des carburants et des combustibles, formulés dans le cadre de la politique de lutte contre la pollution de l'air, peuvent donc être interprétés comme des exigences minimales – à atteindre au plus tard en 2020 – posées par la lutte contre la pollution de l'air à la politique climatique.

### **15.1.3 Des mesures supplémentaires spécifiques aux polluants sont indispensables pour atteindre les objectifs**

C'est pourquoi il est indispensable de prendre des mesures supplémentaires spécifiques aux polluants. Il s'agit tout d'abord d'exploiter de manière cohérente les possibilités résultant du progrès technique. Ainsi, on renforcera de préférence les limitations préventives des émissions de l'OPair par une adaptation anticipée des prescriptions sur les gaz d'échappement à l'évolution de la technique et, si cela est judicieux, par l'équipement d'installations et de véhicules existants. Toutefois, selon les perspectives actuelles, même en réalisant les mesures préventives de manière conséquente, les objectifs écologiques ne seront pas atteints pour autant.

C'est la raison pour laquelle des mesures supplémentaires spécifiques aux polluants sont définies dans les chapitres précédents. Ces mesures possèdent un potentiel de réduction, rapporté au polluant correspondant, plus élevé que les mesures de réduction des carburants et des combustibles. Mais même en épuisant toutes les possibilités techniques aujourd'hui envisageables, il faut bien admettre que cela ne suffira pas pour atteindre les objectifs écologiques de la lutte contre la pollution de l'air. En outre, il pourrait être très coûteux d'épuiser toutes les mesures spécifiques aux polluants.

### **15.1.4 Combiner les mesures est synonyme d'efficacité**

C'est pourquoi *la combinaison des économies de carburants et de combustibles avec des réductions des émissions spécifiques aux polluants* constitue une stratégie efficace pour atteindre les objectifs écologiques. Comme le montrent les calculs prévisionnels, la réalisation de toutes les mesures à la fois permettrait très probablement d'atteindre un niveau nettement en dessous de l'objectif écologique. Reste donc à savoir quelles sont les *combinaisons de mesures les plus efficaces et suffisantes pour atteindre les objectifs*.

Compte tenu des nombreuses possibilités de combinaisons des mesures, on a développé une *système concernant le choix de celles-ci*, fondée sur la classification des sources de polluants de l'air, respectivement des consommateurs de carburants et de combustibles, en catégories de sources polluantes. Par l'évaluation systématique des catégories de sources, on a tenté de trouver les combinaisons de mesures de réduction de la consommation de carburants et de combustibles et de mesures de réduction des émissions de polluants permettant d'atteindre l'objectif visé de manière efficace.

## **15.2 Incertitudes liées aux prévisions**

### **15.2.1 Mesures individuelles**

En ce qui concerne l'interprétation des résultats, il faut prendre en compte que l'horizon 2020 se situe aux *limites des prévisions possibles*: les mesures individuelles, importantes aujourd'hui, peuvent devoir être réexaminées au cours des prochaines années pour réévaluer leurs effets ou leur réalisabilité en fonction de nouvelles évolutions dans le domaine technique tout comme dans les domaines social, économique et politique. Les effets prévus des mesures individuelles doivent donc être considérés comme *très incertains*.

### **15.2.2 Groupes de mesures par catégorie de sources**

Pour l'évaluation des effets des mesures, les mesures individuelles concernant les catégories de sources ont été rassemblées en groupes et évaluées globalement. En raison du fait que des effets de certaines mesures du groupe peuvent se compenser, l'incertitude liée au groupe de mesures devrait être sensiblement inférieure à celles liées aux mesures individuelles.

Dans le cas des *catégories de sources de priorité moindre*, on s'est basé sur l'exécution courante des mesures préventives. Les mesures élaborées dans le présent rapport reflètent par conséquent l'état de la technique déjà atteint ou l'état atteignable selon une grande probabilité. L'évaluation de leurs effets est par conséquent *entachée de moins d'incertitudes* que dans le cas des mesures d'assainissement concernant les catégories de sources de priorité plus élevée.

### **15.2.3 Fixation des priorités des catégories de sources**

Les définitions des catégories de sources et les fixations des priorités correspondantes reposent sur des points de vue généraux qui *évolueront* probablement *peu* d'ici à 2020.

### 15.3 Réalisation de l'objectif

Pour atteindre l'objectif, il est nécessaire de *mettre en œuvre des mesures supplémentaires concernant les catégories de sources de première et de seconde priorité. Il est en outre important d'améliorer de manière ciblée l'exécution des mesures déjà adoptées.*

*Une application conséquente des mesures préventives à tous les niveaux (Confédération, cantons et communes) constitue une partie intégrante de cette intensification. Si cela réussit, on pourra probablement renoncer à vouloir recourir à toutes les mesures à disposition.*

Le choix des mesures en fonction des catégories de sources polluantes peut en outre contribuer à atteindre l'objectif d'une *manière aussi efficace que possible.*

Les résultats des travaux sont présentés séparément en fonction des polluants atmosphériques ou de la consommation de carburants et de combustibles et débouchent sur une série de *recommandations*.

Un résumé de la démarche proposée visant aux économies de carburants et de combustibles ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 9.13 (recommandation sous 9.13.3).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de NO<sub>x</sub> ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 10.13 (recommandation sous 10.13.4).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de COVNM ainsi que les bilans correspondants sont présentés sous 11.7 (recommandation sous 11.7.2).

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de PM10 ainsi que les bilans correspondants et les recommandations sont présentés sous 12.12.

Un résumé de la démarche proposée visant à la réduction des émissions de NH<sub>3</sub> ainsi que les bilans correspondants et les recommandations sont présentés sous 13.12.



## **Annexe 1: Tableaux de chiffres - Valeurs utilisées pour le calcul des bilans d'émissions 1990 - 2020**

Les tableaux ci-après contiennent les données chiffrées utilisées pour l'établissement des bilans d'émissions par catégorie de sources dans la première partie (chapitre 6).

	1990	2020
Fer et acier	1'828	946
Raffineries	5'906	10'250
Survols	6'084	14'883
Instal. comb. industrielles à biomasse	6'128	8'808
CCF	6'323	9'170
Autres	6'451	3'590
Machines a - s	9'205	10'672
Machines (industrie et artisanat)	9'622	11'556
Trafic aérien CH	10'905	14'825
Voitures de livraison	12'026	16'178
Chauffages à biomasse	12'299	12'359
Roches / Terres	23'111	14'136
Véhicules utilitaires lourds et autobus	26'343	31'230
Instal. industrielles à combustible fossile	65'033	69'603
Voitures de tourisme (motos comprises)	137'309	141'420
Chauffages à combustible fossile	256'576	223'006
Total (valeur de calcul)	595'148	592'633

### **Émissions de NO<sub>x</sub> (kt par an)**

	1990	2020
Chauffages et combustions à biomasse	2.1	2.5
Terres agricoles	5.2	4.1
Instal. industr. à combustible fossile	5.4	1.8
Trafic aérien, survols inclus	6.0	9.4
Voitures de livraison	7.1	2.7
Élimination des déchets	7.7	6.2
Machines (i-a et a-s)	8.7	12.4
Roches / Terres	9.8	3.8
Autres	10.6	2.8
Chauffages à combustible fossile	14.1	4.8
Véhicules utilitaires lourds et autobus	22.9	9.2
Voitures de tourisme (motos comprises)	59.7	11.2
Total (valeur de calcul)	159.3	70.8

### Émissions de COVM (kt par an)

	1990	2020
Raffineries	0.01	0.02
CCF	0.02	0.02
Instal. comb. indust. à biomasse	0.04	0.06
Instal. indust. à combustible fossile	0.2	0.1
Roches / Terres	0.3	0.2
Trafic aérien CH	0.3	0.7
Survols	0.4	0.02
Chauffages à biomasse	0.5	0.5
Élimination des déchets	2.7	0.6
Chauffages à combustible fossile	1.9	0.6
Véhicules utilitaires lourds et autobus	2.3	1.3
Processus industriels	8.2	8.5
Motos	11.0	3.5
Machines i - a et a - s	11.5	12.3
Évaporation de carburant	18.3	6.4
Voitures de tourisme et de livraison	74.3	4.1
Solvants	147.0	65.0
Autres	6.5	0.5
Total (valeur de calcul)	285.4	104.4

### Émissions de PM<sub>10</sub> (kt par an)

	1990	2020
Chauffages à combustible fossile	0.13	0.05
Séchage de l'herbe	0.36	0.14
Instal. industr. à combustible fossile	0.42	0.05
Chauffages au bois	0.59	0.79
Trafic aérien CH, survols compris	0.59	0.75
Trafic ferroviaire	0.91	0.98
Chantiers (machines)	1.2	0.3
Autres	1.2	1.1
Élimination des déchets a - s	1.5	1.1
Roches et terres	1.5	0.3
Autres industries	1.7	1.5
Travail du bois	1.7	1.0
Élevage d'animaux de rente	2.0	1.3
Industrie du bâtiment (sous-traitants)	2.0	0.8
Transports de marchandises par la route	2.1	0.9
Machines a - s et terres agricoles	2.8	3.3
Élimination des déchets	3.6	0.1
Transports de personnes par la route	3.7	3.2
Total (valeur de calcul)	28.1	17.9

### Émissions de NH<sub>3</sub> (kt par an)

	1990	2020
Trafic	0.55	0.80
Mise au pâturage	0.72	1.06
Surfaces agricoles utiles	2.40	2.40
Industrie, artisanat et ménages	2.05	1.34
Épandage d'engrais minéraux et de boues d'épuration	4.40	1.92
Stockage d'engrais de ferme	5.40	3.70
Étables, parcours	10.68	11.43
Épandage d'engrais de ferme	28.09	17.05
Total (valeur de calcul)	54.3	39.7

## **Annexe 2: Tableaux de chiffres - Valeurs utilisées pour le calcul des bilans des mesures**

Les tableaux ci-après contiennent les données chiffrées utilisées pour l'établissement des bilans d'émissions par catégorie de sources dans la seconde partie (chapitres 9-14).

### **Bilan des mesures Carburants et Combustibles (TJ par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
Fer et acier	946	851
Séchage de l'herbe	1'497	1'497
Autres	2'093	2'093
Instal. combust. industr. à biomasse (CC28)	8'808	6'166
CCF	9'170	9'170
Machines a - s (CC22)	10'672	10'139
Raffineries	10'250	10'250
Secteur offroad, armée (CC25)	11'556	10'863
Chauffages à biomasse (CC27)	12'359	11'370
Roches et terres (CC26)	14'136	12'723
Trafic aérien CH (CC24)	14'825	14'084
Survols (CC23)	14'883	14'139
Voitures de livraison (CC21)	16'178	14'560
VUL + autobus (CC14)	31'230	26'545
Instal. industr. à combustible fossile (CC13)	69'603	48'722
Voitures de tourisme et motos (CC12)	141'420	106'065
Chauffages à combustible fossile (CC11)	223'006	205'166
Total (valeur de calcul)	592'633	504'403

### **Bilan des mesures NOx (kt par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
CCF	0.2	0.1
Raffineries	0.7	0.6
Instal. comb. industr. à biomasse (NO23)	1.2	0.8
Chauffages à biomasse (NO25)	1.2	1.2
Instal. industr. à combustible fossile (NO23)	1.8	1.1
Autres	1.9	1.9
Voitures de livraison (NO21)	2.7	1.5
Roches / Terres (NO24)	3.8	3.3
Trafic aérien CH (NO14)	4.1	3.1
Terres agricoles (NO27)	4.1	3.7
Chauffages à combustible fossile (NO16)	4.8	4.4
Survols (NO26)	5.3	4.5
Machines agricoles et sylvicoles (NO13)	6.1	2.9
Élimination des déchets (NO22)	6.2	5.1
Machines (industrie et artisanat) (NO15)	6.3	3.6
Véhicules utilitaires lourds et autobus (NO12)	9.2	5.8
Voitures de tourisme et motos (NO11)	11.2	6.2
Total (valeur de calcul)	70.8	49.8

**Bilan des mesures CONVNM (kt par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
CCF	0.02	0.02
Raffineries	0.02	0.02
Instal. comb. industr. à biomasse	0.1	0.05
Inst. indust. à combustible fossile	0.1	0.1
Roches / Terres	0.2	0.2
Chauffages à biomasse	0.5	0.5
Trafic aérien	0.7	0.6
Élimination des déchets	0.6	0.6
Chauffages à combustible fossile	0.6	0.6
Véhicules utilitaires lourds et autobus	1.3	1.1
Machines a - s (V25)	3.4	3.0
Motos (V22)	3.5	1.6
Voitures de tourisme et voitures de livraison	4.1	3.1
Agriculture	4.2	4.2
Machines (industrie et artisanat) (V24)	4.7	4.2
Évaporation de carburant (V23)	6.4	6.0
Processus industriels (V21)	8.5	8.0
Solvants (V11, V12, V13)	65.0	45.5
Total (valeur de calcul)	103.8	79.4

**Bilan des mesures PM10 (kt par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
Instal. industr. à combustible fossile (PM a10)	0.05	0.04
Chauffages à combustible fossile (PM a9)	0.05	0.05
Séchage de l'herbe (PM a8)	0.14	0.13
Élimination des déchets (PM a7)	0.15	0.13
Autres	0.17	0.17
Machines (industrie et artisanat) (PM a6)	0.19	0.16
Industrie métallurgique sauf aciéries (PM a5)	0.27	0.22
Industrie alimentaire (PM a4)	0.31	0.25
Chantier, machines de chantier (PM a3)	0.32	0.27
Roches et terres (PM a2)	0.33	0.28
Aciéries, émissions diffuses des fours (PM a1)	0.40	0.32
Bricolage / jardinage (PM 27)	0.40	0.32
Chauffages à biomasse (PM 29)	0.75	0.54
Sous-traitants industrie du bâtiment (PM 25)	0.79	0.75
Instal. comb. industr. à biomasse (PM 14)	0.79	0.49
Trafic aérien (PM 28)	0.88	0.71
Trafic ferroviaire (PM 24)	1.0	0.9
Travail du bois (PM 23)	1.0	0.8
Élimination des déchets a - s (PM 13)	1.1	0.7
Machines et engins a - s (PM 13)	1.2	0.9
Transp. des marchandises par la route (PM 11)	0.9	0.8
Élevage d'animaux de rente (PM21)	1.3	1.3
Terres a - s (PM26)	2.1	2.1
Transp. des personnes par la route (PM 12)	3.2	2.5
Total (valeur de calcul)	17.9	14.9

**Bilan des mesures NH<sub>3</sub> (kt par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
Trafic motorisé (NH 22)	0.8	0.6
Mise au pâturage (NH 14)	1.1	1.6
Épandages d'engrais minéraux (NH 21)	1.3	1.3
Surfaces agricoles utiles	1.9	1.2
Industrie, artisanat et ménages	2.4	2.4
Stockage d'engrais de ferme (NH 13)	3.7	3.6
Étables, parcours (NH 11)	11.4	11.0
Épandages d'engrais de ferme (NH 12)	17.1	14.9
Total (valeur de calcul)	39.7	36.6

**Bilan des mesures SO<sub>2</sub> (kt par an)**

	Tendance: sans mesures supplémentaires	Avec mesures supplémentaires
Voitures de livraison	0.007	0.006
CCF	0.030	0.030
Véhicules utilitaires lourds CH	0.015	0.013
Voitures de tourisme et motos	0.058	0.044
Inst. combust. indust. à biomasse	0.18	0.12
Machines a - s	0.18	0.17
Machines (industrie et artisanat)	0.23	0.22
Chauffages au bois	0.25	0.23
Autres	0.34	0.34
Survols	0.34	0.33
Trafic aérien CH	0.35	0.34
Roches / Terres	0.92	0.92
Raffineries	1.0	1.0
Inst. indust. à combustible fossile	2.0	1.4
Élimination des déchets	2.3	2.3
Processus industriels	3.6	3.6
Chauffages à combustible fossile	4.9	4.5
Total (valeur de calcul)	16.8	15.7

### Annexe 3: Effets des économies de carburants/combustibles sur les polluants atmosphériques

**Effets des mesures sur les émissions de NO<sub>x</sub> (objectif d'émissions: 46 kt NO<sub>x</sub>/an)**

	Émissions en kt NO <sub>x</sub> / an			Réductions obtenues	
	Sans mesures	Attentes (A-A)	Potentiels (P-P)	Attente (A)	Potentiel (P)
Énergie plus effluents gazeux   *	70.8	49.8	39.7	21.1	31.2
Énergie fossile seule   **	70.8	64.9	59.8	6.0	11.1
Part imputable à l'énergie (%)				28%	35%

**Effets des mesures sur les émissions de PM<sub>10</sub> (objectif d'émissions: 12 kt PM<sub>10</sub>/an)**

	Émissions en kt PM <sub>10</sub> / an			Réductions obtenues	
	Sans mesures	Attentes (A-A)	Potentiels (P-P)	Attente (A)	Potentiel (P)
Énergie plus effluents gazeux   *	17.9	14.9	12.3	3.0	5.6
Énergie fossile seule   **	17.9	17.2	16.2	0.8	1.7
Part imputable à l'énergie (%)				25%	31%

**Effets des mesures sur les émissions de COVNM (objectif d'émissions: 81 kt COVNM/an)**

	Émissions en kt NMVOC / an			Réductions obtenues	
	Sans mesures	Attentes (A-A)	Potentiels (P-P)	Attente (A)	Potentiel (P)
Énergie plus effluents gazeux   *	103.8	79.4	71.4	24.4	32.5
Énergie fossile seule   **	103.8	101.6	100.3	2.2	3.5
Part imputable à l'énergie (%)				9%	11%

*Légende:* | \* mesures combinées selon les bilans.

| \*\* uniquement des mesures d'économie de carburants et de combustibles fossiles

#### **Commentaire**

Dans le cas des NO<sub>x</sub> et des PM10, ce sont les activités fortement liées à la consommation d'énergie fossile qui dominent. Ceci se reflète également dans l'impact des économies de carburants et de combustibles sur le résultat global: les économies de carburants et de combustibles fossiles contribuent en effet pour *environ un tiers aux réductions totales* (attentes: un peu moins du tiers, potentiel: un peu plus du tiers).

L'évolution ultérieure des émissions de COVNM est fortement déterminée par l'évolution de la consommation de solvants. L'influence des économies de carburants et de combustibles est donc plus faible que pour les NO<sub>x</sub> ou les PM10. S'agissant des émissions de COVNM, les économies de carburants et de combustibles contribuent pour *environ 10 % aux réductions totales*.

L'évolution des émissions de NH<sub>3</sub> est déterminée en premier lieu par la gestion des engrais. Dans ce cas, on s'attend également à ce que les économies de carburants et de combustibles exercent une influence moindre sur les réductions totales que dans le cas des NO<sub>x</sub> ou des PM10.

#### **Annexe 4: Réduction des émissions de NO<sub>x</sub> et de PM10 par rapport au CO<sub>2</sub> d'origine fossile**

Les scénarios de réduction des polluants atmosphériques par catégorie de sources, présentés dans la seconde partie du présent rapport, comportent une proportion importante de scénarios concernant les carburants et les combustibles. Dans la mesure où ces réductions comprennent les carburants et les combustibles fossiles, elles contribuent également au bilan de CO<sub>2</sub> de la Suisse.

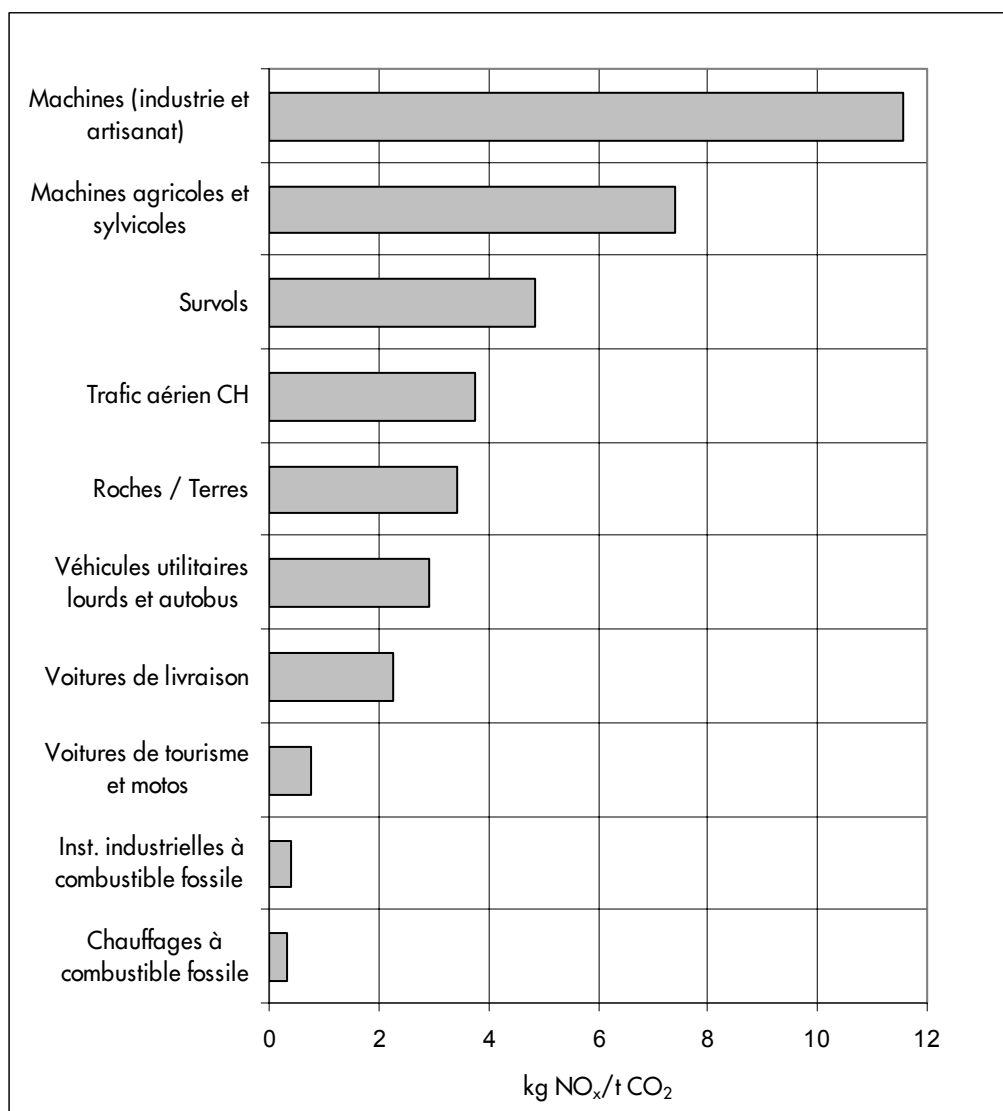
En partant de l'hypothèse que les mesures concernant les polluants atmosphériques prévues d'ici à 2020 ont été mises en œuvre dans les proportions recommandées, on peut calculer le rapport entre les économies de carburants et de combustibles fossiles réalisées et la réduction qu'elles induisent sur les émissions de polluants atmosphériques par catégorie de sources.

Les deux figures ci-après montrent les résultats concernant les NO<sub>x</sub> et les PM10 pour les catégorie de sources les plus importantes. La comparaison des effets des scénarios A-A et P-P (combinaison des attentes en matière de réduction de carburants et de combustibles ainsi que de polluants atmosphériques, respectivement combinaison des potentiels) a révélé de très faibles différences pour les deux polluants atmosphériques considérés. Les figures montrent les valeurs moyennes des deux scénarios.

#### **À propos de la sensibilité**

La comparaison des calculs des rapports de masse entre les NO<sub>x</sub>, respectivement les PM10, et le CO<sub>2</sub>, en prenant en compte les scénarios de réduction « attentes » (A-A), respectivement « potentiels » (P-P), ne met en évidence que de très faibles différences. Les données chiffrées présentées plus haut correspondent aux moyennes arithmétiques de A-A et P-P.

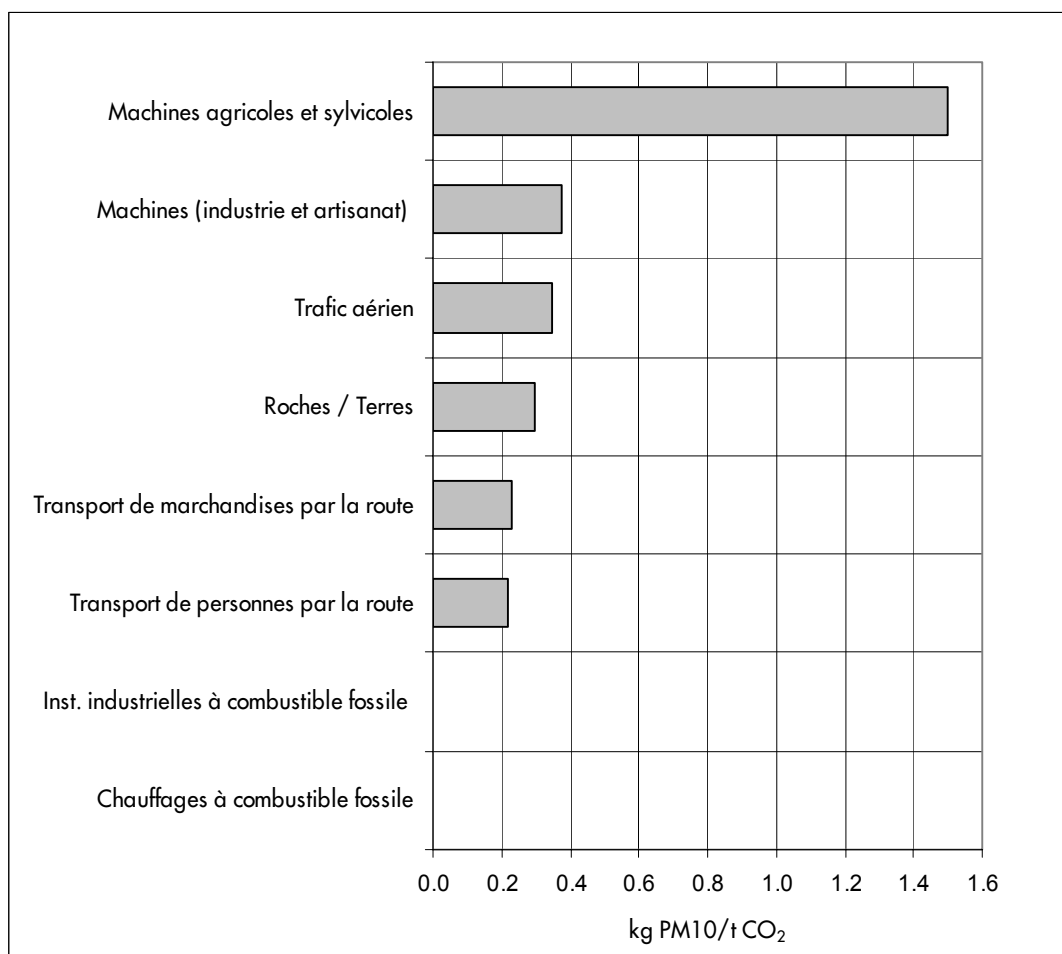
**Kilogramme de NO<sub>x</sub> « gagné » par tonne de CO<sub>2</sub> (d'origine fossile) économisée**



*Commentaire:* plus les effets des mesures spécifiques aux polluants prises au niveau du moteur ou de l'épuration des gaz d'échappement sont importants, plus la quantité de NO<sub>x</sub> « gagnée » par tonne de CO<sub>2</sub> économisée est petite. C'est pourquoi les effets relatifs dus aux économies de carburants réalisées pour les voitures de tourisme sont plus faibles que pour le trafic lourd ou pour les machines utilisées dans l'industrie et l'artisanat ou l'agriculture.



**Kilogramme de PM10 « gagné » par tonne de CO<sub>2</sub> (d'origine fossile) économisée**



*Commentaire:* plus les effets des mesures spécifiques aux polluants prises au niveau du moteur ou de l'épuration des gaz d'échappement sont importants, plus la quantité de PM10 « gagnée » par tonne de CO<sub>2</sub> économisée est petite. C'est pourquoi les effets relatifs dus aux économies de carburants réalisées dans le transport de personnes sont plus faibles que pour les machines utilisées dans l'industrie et l'artisanat ou l'agriculture.

## **Annexe 5: Remarques de base concernant les émissions de PM10 dues au trafic routier**

### **Sources des émissions de PM10 et composition des PM10**

Les émissions de particules dues au trafic routier peuvent être classées en trois catégories principales:

1. émissions dues aux gaz d'échappement des moteurs diesel (camions, autobus, voitures de livraison et voitures de tourisme)
2. émissions dues aux gaz d'échappement des moteurs à essence (voitures de livraison, voitures de tourisme et motos)
3. émissions ne provenant pas de moteurs (principalement dues à l'abrasion et au tourbillonnement)

La **composition** des émissions de particules varie fortement:

1. les gaz d'échappement de moteurs diesel sont principalement composés de particules de suie solide et comprennent en outre de faibles proportions de particules liquides de carburants et de lubrifiants;
2. les gaz d'échappement des moteurs à essence sont principalement composés de particules liquides de carburants et de lubrifiants ainsi que d'une faible part de suie. Dans le cas des moteurs à injection directe, la part de suie est nettement plus élevée;
3. émissions dues à l'abrasion: les compositions chimiques des émissions sont très différentes selon que celles-ci proviennent de l'abrasion de la route, du tourbillonnement ou de l'abrasion des freins. Dans le cas de l'abrasion des pneus, une partie des émissions est constituée de suie.

La **répartition granulométrique** des particules varie également fortement:

1. les gaz d'échappement des moteurs diesel et des moteurs à essence se composent de particules de la classe de taille de 20 à 500 nm;
2. les particules provenant de l'abrasion et du tourbillonnement appartiennent à la classe de taille de 1 à 10 µm; des particules plus grandes, non significatives pour la santé, peuvent également se former.

### **Mesures des émissions**

Aujourd'hui, les émissions de gaz d'échappement sont mesurées au poids (g/km). Pour les moteurs diesel, on dispose de facteurs d'émissions précis. Les voitures de tourisme diesel ont par exemple émis en moyenne 0,149 g/km en 1990, 0,071 g/km en 2000 et émettront 0,016 g/km en 2020. Pour ce qui est des moteurs à essence, on ne dispose que de mesures individuelles. On en a donc déduit des facteurs moyens, par exemple pour des voitures de tourisme à essence: 0,003 g/km en 2000 et 0,001 g/km en 2020.

Le nombre de particules a également une incidence importante sur la santé. Il n'existe cependant pas encore de méthode de mesure reconnue au niveau international. Une telle méthode de mesure sera développée, pour les voitures de tourisme, en vue de la future norme Euro 5 et, pour les camions, en vue de la norme Euro 6. C'est pourquoi il n'existe pas encore de valeurs limites européennes relatives au nombre de particules en ce qui concerne les véhicules. Toutefois, certaines mesures ont montré que les véhicules à essence rejettent environ 1000 fois moins de particules que les véhicules diesel. Les véhicules à injection directe rejettent encore environ 100 fois

moins de particules que les véhicules diesel. Les filtres à particules constituent la technique disponible et représentent une bonne solution pour réduire le nombre de particules de 99 % et la masse de particules d'environ 95 %.

Les quantités émises, exprimées en tonnes par an, sont obtenues par extrapolation à partir des facteurs d'émissions moyens et des kilométrages des véhicules.

### ***Conclusion: Composition et effets des PM10***

Les quantités émises indiquées, exprimées en tonnes par an, se composent des émissions, calculées par extrapolation, des véhicules diesel et des véhicules à essence ainsi que des émissions dues à l'abrasion et au tourbillonnement. Il convient de noter que, comme cela apparaît à travers les considérations précédentes, les données de base relatives aux émissions individuelles sont très différentes. En outre, les émissions ont des compositions diverses et des effets plus ou moins importants sur la santé.

## ***Annexe 6: Données de base pour le calcul des émissions de NH<sub>3</sub> provenant de l'agriculture***

Les données chiffrées se basent sur les statistiques disponibles, sur des enquêtes représentatives ou sur des estimations d'experts de l'HESA et de l'OFAG.

### ***1. Évolution des effectifs d'animaux en Suisse***

**Tableau 1 : Évolution des effectifs d'animaux de 1990 à 2020**

<b>Espèce animale</b>	<b>1990</b>	<b>2000</b>	<b>2020</b>
Vaches laitières	792 340	669 410	592 600
Bovins d'élevage	745 359	587 672	500 000
Gros bétail à l'engraissement	115 738	140 168	180 000
Veaux au sevrage et à l'engrais	212 290	145 873	130 000
Vaches mères et vaches nourrices	-	44 882	90 000
<b>Total Bovins</b>	<b>1 865 727</b>	<b>1 588 005</b>	<b>1 492 600</b>
Truies d'élevage	182 329	141 448	128 500
Porcs à l'engrais	1 001 327	750 869	680 000
<b>Total Porcins (sans porcelets)</b>	<b>1 183 656</b>	<b>1 195 193</b>	<b>1 083 500</b>
Poules pondeuses	2 818 609	2 150 303	2 100 000
Poulettes	784 083	831 663	800 000
Poulets à l'engrais	2 927 125	3 807 754	4 400 000
Dindes	95 677	172 582	170 000
Autres volailles	27 444	21 249	20 000
<b>Total Volailles</b>	<b>6 652 938</b>	<b>6 983 551</b>	<b>7 490 000</b>
Chevaux	29 953	40 214	50 000
Chevaux < 3 ans	12 364	10 133	10 000
Ânes et poneys	7 945	11 808	12 000
<b>Total Chevaux et poneys</b>	<b>50 262</b>	<b>62 155</b>	<b>72 000</b>
Moutons à l'engrais (mères)	205 017	216 646	220 000
Brebis laitières (mères)	4 265	6 731	6000
Chèvres (mères)	40 419	41 405	40 000
<b>Total Ovins et caprins</b>	<b>238 945</b>	<b>264 782</b>	<b>266 000</b>

## 2. Évolution de la durée de pâture

**Tableau 2a.** Hypothèses concernant le nombre d'heures et de jours de pâture ainsi que la part des animaux concernés en 1990

Catégories d'animaux	1990		
	Heures	Jours	%
Vaches laitières	8	120	67
Bovins d'élevage	24	150	100
Gros bétail à l'engrais	24	150	5
Veaux à l'engrais	24	150	5
Veaux au sevrage	24	150	5
Vaches allaitantes	-	-	-
Chevaux >3 ans	4	150	100
Chevaux <3 ans	4	150	100
Ânes et poneys	4	150	100
Brebis laitières	24	250	100
Moutons à l'engrais	24	250	100
Chèvres	12	150	100

**Tableau 2b.** Hypothèses concernant le nombre d'heures et de jours de pâture ainsi que la part des animaux concernés en 2000

Catégories d'animaux	2000		
	Heures	Jours	%
Vaches laitières	8	157	99
Bovins d'élevage <sup>1</sup>	15	155	99
Gros bétail à l'engrais	4	145	27
Veaux à l'engrais	1	71	9
Veaux au sevrage	1	131	7
Vaches allaitantes	17	169	100

Chevaux >3 ans	9	184	100
Chevaux <3 ans	12	150	100
Ânes et poneys	6	113	100
Brebis laitières	8	91	100
Moutons à l'engrais	16	170	100
Chèvres	8	150	100

<sup>1</sup> Moyenne des trois catégories

**Tableau 2c.** Hypothèses concernant le nombre d'heures et de jours de pâture ainsi que la part des animaux concernés en 2020

Catégories d'animaux	2020		
	Heures	Jours	%
Vaches laitières	12	160	99
Bovins d'élevage	18	170	99
Gros bétail à l'engrais	4	145	27
Veaux à l'engrais	1	7	9
Veaux au sevrage	1	3	7
Vaches allaitantes	18	175	100
Chevaux >3 ans	9	184	72
Chevaux <3 ans	12	150	100
Ânes et poneys	6	113	100
Brebis laitières	8	91	100
Moutons à l'engrais	16	170	100
Chèvres	8	150	100

### 3. Évolution des systèmes de stabulation

Tableau 3a. Hypothèses concernant les parts des divers systèmes de stabulation en 1990

Catégories d'animaux	Systèmes à lisier complet		Systèmes lisier/fumier		Systèmes à fumier en stabulation libre		Total % stabulation libre
	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	
Vaches laitières	30	15	70	1	0	100	5
Bovins d'élevage	22	10	60	0	18	100	20
Animaux à l'engrais	85	100	10	0	5	100	90
Veaux à l'engrais	0	ns	0	ns	100	100	100
Veaux au sevrage	0	ns	0	ns	100	100	100
Vaches (mères et nourrices)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Chevaux et ânes	0	ns	20	20	80	100	84
Ovins et caprins	0	ns	0	ns	100	100	100

	Lisier complet	Lisier/fumier	Systèmes à fumier	Élevage en plein air
Truies tarées	90	10	0	ns
Truies allaitantes	90	10	0	ns
Verrats	ns	ns	ns	ns
Porcelets <25 kg	ns	ns	ns	ns
Porcs à l'engrais	90	5	5	ns

	Cloaque	Tapis d'évacuation	Litière profonde	Aire à climat extérieur	Sorties	Abreuvoirs à pipette
Poulettes	30	70	0	ns	ns	ns
Poules pondeuses	30	70	0	ns	ns	ns
Poulets à l'engrais	-	-	100	ns	ns	ns
Dindes	-	-	100	ns	ns	ns
Autres volailles	-	-	100	ns	ns	ns

Légende: ns: non significatif

**Tableau 3b** Hypothèses concernant les parts des divers systèmes de stabulation en 2000

Catégories d'animaux	Systèmes à lisier complet		Systèmes lisier/fumier		Systèmes à fumier en stabulation libre		Total % stabulation libre
	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	
Vaches laitières	49	39	50	13	1	100	26
Bovins d'élevage <sup>1</sup>	19	57	63	29	20	100	67
Animaux à l'engrais	25	96	62	90	13	100	93
Veaux à l'engrais	1	25	27	25	72	100	79
Veaux au sevrage	1	87	36	87	63	100	75
Vaches (mères et nourrices)	20	92	67	85	13	100	89
Chevaux et ânes					100		
Ovins et caprins					100		

	Lisier complet	Lisier/fumier	Systèmes à fumier	Élevage en plein air
Truies tarées	61	24	13	2
Truies allaitantes	75	18	7	0
Verrats	48	38	12	2
Porcelets <25 kg	80	9	11	0
Porcs à l'engrais	72	17	10	1

	Cloaque	Tapis d'évacuation	Litière profonde	Aire à climat extérieur	Sorties	Abreuvoirs à pipette
Poulettes	6	37	57	83	6	43
Poules pondeuses	14	65	21	69	36	61
Poulets à l'engrais	-	-	100	74	30	65
Dindes	-	-	100	100	100	81
Autres volailles	-	-	100	-	100	-

<sup>1</sup> Moyenne des trois catégories



**Tableau 3c** Hypothèses concernant les parts des divers systèmes de stabulation en 2020

Catégories d'animaux	Systèmes à lisier complet		Systèmes lisier/fumier		Systèmes à fumier en stabulation libre		Total % stabulation libre
	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	% effectif	% stabulation libre	
Vaches laitières	70	75	29	75	1	100	75
Bovins d'élevage	60	85	20	85	20	100	88
Animaux à l'engrais	20	85	60	85	20	100	88
Veaux à l'engrais	-	-	25	85	75	100	96
Veaux au sevrage	-	-	25	85	75	100	96
Vaches (mères et nourrices)	20	85	60	85	20	100	88
Chevaux et ânes					100		
Ovins et caprins					100		
	Lisier complet		Lisier/fumier		Systèmes à fumier		Élevage en plein air
Truies tarées	70		20		9		1
Truies allaitantes	70		20		9		1
Verrats	70		20		9		1
Porcelets <25 kg	80		10		10		1
Porcs à l'engrais	60		30		9		1
	Cloaque	Tapis d'évacuation	Litière profonde		Aire à climat extérieur	Sorties	Abreuvoirs à pipette
Poulettes	0	50	50		80	10	90
Poules pondeuses	5	85	10		60	20	90
Poulets à l'engrais	-	-	100		75	20	90
Dindes	-	-	100		50	20	90
Autres volailles	-	-	100		-	100	-

En ce qui concerne l'élevage des volailles, on a supposé que les tapis d'évacuation du fumier prendront encore plus d'importance chez les poules pondeuses. Pour prendre en compte les conditions-cadre de la politique environnementale actuelle et future, on a admis, pour ce qui est des engrais de ferme, que la part concernant les installations de stockage de lisier couvertes sera en forte augmentation (tableau 4a) et que les techniques d'épandage générant peu d'émissions s'imposeront de plus en plus (tableau 4b). Quant aux autres paramètres relevant de la technique de production, on a supposé qu'ils ne subiraient aucune modification importante par rapport à 2000.

#### 4. Stockage et épandage du lisier

**Tableau 4a.** Estimations de la part et de la nature de la couverture des installations de stockage du lisier en 1990, 2000 et 2020

Nature de la couverture	Part de la quantité totale d'engrais de ferme (en %)				
	1990	2000	2020 tendance	2020 A	2020 P
Couverture solide	80 ou 65 <sup>1</sup>	67	50	50	100
Couverture perforée		12	20	25	0
Couverture par feuille plastique		0	20	25	0
Absence de couverture/croûte flottante	20 ou 35 <sup>1</sup>	21/7	0/10	0	0

<sup>1</sup> 80 % du lisier bovin ou 65 % du lisier porcin

**Tableau 4b.** Hypothèses concernant les techniques utilisées pour l'épandage du lisier en 1990, 2000 et 2020

Type d'épandage	Part de la quantité totale d'engrais de ferme (en %)				
	1990	2000	2020 ten- dance	2020 A	2020 P
Défecteur	100	88	68	61	51
Distributeurs à tuyaux souples	0	11	30	30	26
Distributeurs à tuyaux semi-rigides avec socs	0	0	0	8	16
Injection superficielle	0	0	2	1	4
Injection en profondeur	0	1	0	0	3

### Données détaillées relatives aux émissions de NH<sub>3</sub> (tendance)

#### Émissions 1990

	Pâturage	Étable / parcours	Stockage	Épandage	Total	%
Bovins	0.68	5.26	4.33	21.55	31.8	71%
Porcins	0.00	3.24	0.57	5.82	9.6	22%
Volailles	0.00	1.46	0.17	0.26	1.9	4%
Cheveaux	0.01	0.20	0.16	0.23	0.6	1%
Caprins	0.04	0.53	0.16	0.23	0.95	2%
Autres						
Somme	<b>0.72</b>	<b>10.7</b>	<b>5.39</b>	<b>28.1</b>	<b>44.9</b>	100%
%	2%	24%	12%	63%	100%	

#### Émissions 2000

	Pâturage	Étable / parcours	Stockage	Épandage	Total	%
Bovins	0.73	5.79	3.37	17.05	26.9	74%
Porcins	0.00	2.36	0.51	3.15	6.0	17%
Volailles	0.00	1.33	0.15	0.27	1.8	5%
Cheveaux	0.02	0.23	0.15	0.21	0.6	2%
Caprins	0.06	0.49	0.15	0.20	0.9	2%
Autres	0.00	0.03	0.01	0.06	0.1	0%
Somme	<b>0.81</b>	<b>10.2</b>	<b>4.34</b>	<b>20.9</b>	<b>36.3</b>	100%
%	2%	28%	12%	58%	100%	

#### Émissions 2020

	Pâturage	Étable / parcours	Stockage	Épandage	Total	%
Bovins	0.98	7.23	2.70	13.64	24.7	74%
Porcins	0.00	2.11	0.48	2.59	5.2	16%
Volailles	0.00	1.30	0.18	0.32	1.8	5%
Cheveaux	0.02	0.27	0.17	0.24	0.7	2%
Caprins	0.06	0.49	0.15	0.20	0.9	3%
Autres	0.00	0.03	0.01	0.06	0.1	0%
Somme	<b>1.1</b>	<b>11.4</b>	<b>3.7</b>	<b>17.1</b>	<b>33.4</b>	100%
%	3%	34%	11%	51%	100%	

## ***Bibliographie***

### ***Généralités***

Motion 00.3184 de la CEATE, « Stratégie fédérale de protection de l'air ».

Stratégie de lutte du Conseil fédéral contre la pollution de l'air. État de la réalisation et perspectives, Cahier de l'environnement n° 272, OFEFP, 1996.

Émissions polluantes dues à l'activité humaine en Suisse de 1900 à 2010, Cahier de l'environnement n° 256, OFEFP, 1995.

Émissions polluantes du trafic routier de 1980 à 2030, Cahier de l'environnement n° 355, OFEFP, 2004.

Massnahmeplanung in den Kantonen (état fin 2002), Cercl'Air, 2003; Annexe:Übersicht über alle Massnahmen.

Rapport du 23 juin 1999 sur les mesures d'hygiène de l'air adoptées par la Confédération et les cantons (99.077).

Demandes du canton de Zurich faite au Conseil fédéral le 31.7.02 dans le cadre du plan de mesures.

La protection de l'air de demain, Cercl'Air, novembre 2001.

Programme national de la République fédérale d'Allemagne selon l'art. 6 de la directive 2001/81/CE du 23 octobre 2001 sur les quantités maximales nationales relatives à certains polluants atmosphériques.

### ***Aménagement du territoire et trafic***

Les transports hier – aujourd'hui – demain, Rapport du SET 1/98, 1998.

Perspectives d'évolution du trafic en Suisse, Rapport du SET 2/95, 1995.

Rapport final microrecensement 2000: La mobilité en suisse, Résultats du microrecensement 2000 sur le comportement de la population en matière de transports, ODT / OFS, 2001.

Installations à forte fréquentation. Meilleure coordination entre protection de l'air et aménagement du territoire, Cahier de l'environnement n° 346, OFEFP / ODT, 2002.

Instruction pour la planification et la construction de routes dans des régions où la pollution de l'air est excessive, L'environnement pratique n°s 5011 et 5122, OFEFP, 1997 / 2002.

### ***Carburants et combustibles***

Loi sur le CO<sub>2</sub>. Le point de la situation: Mise à jour. CO<sub>2</sub>: Perspectives et calculs de sensibilité, Prognos, état: mars 2004 (rapport en allemand, avec résumé en français).

Prognos: Bestimmung der Heizenergiebedarfe von Wohnbauten, 2001.

### **PM10**

Mesures de réduction des émissions de PM10, Documents Environnement n° 136, OFEFP, 2001.

Modélisation de la charge en PM10 sur le territoire suisse, Cahier de l'environnement n° 310, OFEFP, 1999.

Protection de l'air sur les chantiers, Directive Air Chantiers, L'environnement pratique, OFEFP, 1er septembre 2002.

Émissions de PM10 par abrasion et tourbillonnement dues au trafic: Verifikation von PM10-Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs, DETEC/OFROU, 2003 (en allemand, avec résumé en français).

PM10-Emissionen des Verkehrs; Statusbericht Schienenverkehr, Documents Environnement n° 144, OFEFP, 2002 (en allemand, avec résumé en français).

Équipement de machines de chantier en filtres à particules. Analyse des coûts et des bénéfices, Documents Environnement n° 148, OFEFP, 2003.

Partikelfilter für schwere Nutzfahrzeuge, Documents environnement n°130, OFEFP, 2000 (en allemand et en anglais uniquement).

Hügli, Anteil des Strassenverkehrs an den PM10- und PM2.5-Immissionen, éd. Direction du PNR41, OFCL/OFCIM, Berne, 2000.

### **Ozone**

Mesures de réduction des émissions de polluants précurseurs de l'ozone, Division Protection de l'air et RNI, OFEFP, 5 juillet 2002

Smog estival en Suisse, Prise de position de la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), juin 2004

### **COVNM**

Anthropogene VOC-Emissionen Schweiz 1998 und 2001, OFEFP 2003; Publication sur Internet, Berne 1.11.2003

### **SO<sub>2</sub>**

Examen de 2000 des stratégies et des politiques visant à réduire la pollution atmosphérique – Résumé, CEE-ONU/UNECE, 2000, disponible sous

[http://www.unece.org/env/eb/2000sa\\_f.pdf](http://www.unece.org/env/eb/2000sa_f.pdf)

**NH<sub>3</sub>**

Émissions d'ammoniac en Suisse: Nouvel inventaire 2000, Haute école suisse d'agronomie (HESA), sur mandat de l'OFEFP (publication en préparation)

Réduction des émissions d'ammoniac provenant de l'agriculture, Bases relatives à la protection de l'air, Position du Cercl'Air, 2002.

Grundlagen für die Düngung in Acker und Futterbau; Agrarforschung 8 (6): 2001

Émissions d'ammoniac en Suisse, Station fédérale de recherche en agroécologie et agriculture, Zurich-Reckenholz, 1997, FAL 26

Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2003, FUB, 2004 (résumé en français)