

**Convention-cadre des Nations  
Unies sur les changements  
climatiques**

**Rapport  
de la Suisse 1994**

CONFÉDÉRATION SUISSE  
SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
CONFEDERAZIONE SVIZZERA  
SWISS CONFEDERATION

# Table des matières

<b>Avant-propos .....</b>	<b>11</b>
<b>Sommaire .....</b>	<b>13</b>
<b>1. Introduction.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Inventaire des gaz à effet de serre en Suisse.....</b>	<b>13</b>
2.1 Gaz carbonique (CO <sub>2</sub> ).....	13
2.2 Méthane (CH <sub>4</sub> ) .....	14
2.3. Protoxyde d'azote (N <sub>2</sub> O).....	14
2.4. Précurseurs .....	15
2.5. Synthèse.....	15
<b>3. Mesures décidées.....</b>	<b>16</b>
3.1. La dimension climatique de la politique suisse.....	16
3.2. Mesures visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ...	17
3.3 Recherche et observation.....	21
3.4 Information et communication .....	21
<b>4. Scénarios d'émissions, 1990 - 2000 .....</b>	<b>22</b>
4.1 Scénarios 2000 des émissions de CO <sub>2</sub> .....	22
4.2 Scénarios 2000 des émissions d'autres gaz à effet de serre .....	22
<i>Méthane CH<sub>4</sub></i> .....	22
<i>Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O</i> .....	22
<i>Précurseurs</i> .....	23
4.3 Tendances à long terme des émissions de CO <sub>2</sub> .....	23
<b>5. Collaboration internationale.....</b>	<b>24</b>
<b>6. Mesures prévues .....</b>	<b>25</b>
<b>1 Introduction .....</b>	<b>27</b>
<b>1.1 Le problème climatique.....</b>	<b>27</b>
1.1.1 Accroissement anthropique de l'effet de serre .....	27

1.1.2	Sources d'émissions des gaz à effet de serre .....	27
1.1.3	Incidences globales du réchauffement de l'atmosphère .....	28
<b>1.2</b>	<b>Contexte international.....</b>	<b>29</b>
1.2.1	Fondation de l'IPCC .....	29
1.2.2	La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques .....	29
<b>1.3</b>	<b>Situation en Suisse.....</b>	<b>31</b>
1.3.1	Incidences de l'accroissement de l'effet de serre en Suisse .....	31
1.3.2	Emissions de GES de la Suisse en comparaison internationale.....	31
1.3.3	Rôle de la Suisse dans le contexte international.....	32
<b>1.4</b>	<b>Objectif et fonction du présent rapport .....</b>	<b>32</b>
<b>2</b>	<b>Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, 1990.....</b>	<b>35</b>
<b>2.1</b>	<b>Gaz carbonique (CO<sub>2</sub>).....</b>	<b>35</b>
2.1.1	Méthodologie et qualité des données .....	35
	<i>Emissions liées à l'énergie et aux transports .....</i>	<i>35</i>
	<i>Emissions provenant du secteur industriel.....</i>	<i>35</i>
	<i>Emissions liées à l'agriculture.....</i>	<i>36</i>
	<i>Emissions liées à l'incinération des déchets.....</i>	<i>36</i>
	<i>Emissions liées à la foresterie et à l'utilisation du sol.....</i>	<i>37</i>
2.1.2	Inventaire 1990 .....	38
<b>2.2</b>	<b>Méthane (CH<sub>4</sub>).....</b>	<b>39</b>
2.2.1	Méthodologie et qualité des données .....	39
	<i>Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel .....</i>	<i>39</i>
	<i>Emissions liées aux transports.....</i>	<i>40</i>
	<i>Emissions liées à l'agriculture.....</i>	<i>40</i>
2.2.2	Inventaire 1990 .....	41
<b>2.3</b>	<b>Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) .....</b>	<b>42</b>
2.3.1	Méthodologie et qualité des données .....	42
	<i>Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel .....</i>	<i>42</i>
	<i>Emissions liées aux transports.....</i>	<i>42</i>
	<i>Emissions liées à l'agriculture.....</i>	<i>43</i>
	<i>Emissions liées à la foresterie et à l'utilisation du sol.....</i>	<i>43</i>
2.3.2	Inventaire 1990 .....	44

<b>2.4</b>	<b>Autres gaz à effet de serre.....</b>	<b>45</b>
2.4.1	HFC (Hydrofluorocarbones).....	45
2.4.2	PFC (Perfluorocarbones).....	45
2.4.3	SF <sub>6</sub> (Hexafluorure de soufre).....	45
<b>2.5</b>	<b>Précurseurs d'ozone .....</b>	<b>45</b>
2.5.1	Méthodologie et qualité des données .....	45
	<i>Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel .....</i>	<i>45</i>
	<i>Emissions liées aux transports .....</i>	<i>46</i>
	<i>Emissions liées à l'agriculture.....</i>	<i>46</i>
2.5.2	Inventaire 1990 .....	47
<b>2.6</b>	<b>Vue d'ensemble .....</b>	<b>49</b>
<b>3</b>	<b>Mesures.....</b>	<b>51</b>
<b>3.1</b>	<b>Politique en matière de changement climatique en Suisse.....</b>	<b>51</b>
3.1.1	Les principes de la politique suisse de l'environnement.....	51
3.1.2	Rapport avec d'autres domaines.....	52
	<i>Politique énergétique .....</i>	<i>52</i>
	<i>Politique des transports .....</i>	<i>53</i>
	<i>Politique agricole .....</i>	<i>54</i>
	<i>Politique forestière .....</i>	<i>54</i>
<b>3.2</b>	<b>Description des mesures .....</b>	<b>55</b>
3.2.1	Energie et industrie .....	55
	<i>Mesures visant à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.....</i>	<i>55</i>
	<i>Mesures visant à la réduction des émissions de méthane .....</i>	<i>55</i>
	<i>Mesures pour la réduction des gaz précurseurs.....</i>	<i>57</i>
3.2.2	Transports.....	58
	<i>Mesures visant à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.....</i>	<i>58</i>
	<i>Mesures pour la réduction des gaz précurseurs.....</i>	<i>60</i>
3.2.3	Agriculture.....	61
3.2.4	Foresterie .....	62
3.2.5	Effets .....	62
<b>3.3</b>	<b>Recherche et observation.....</b>	<b>63</b>
3.3.1	Participation aux efforts de recherche au niveau international.....	63
3.3.2	Recherche en matière d'évolution du climat .....	64
3.3.3	Recherche dans le domaine de la protection de l'air.....	67
3.3.4	Recherche dans les secteurs particuliers.....	67

	<i>Recherche énergétique générale</i> .....	67
	<i>Agriculture</i> .....	68
	<i>Foresterie</i> .....	68
3.3.5	Observation.....	68
3.3.6	Promotion de la recherche et de l'observation dans les pays ne figurant pas à l'Annexe I de la Convention .....	70
<b>3.4</b>	<b>Information et communication</b> .....	<b>70</b>
3.4.1	Information de l'OFEFP.....	70
	<i>Dossiers de presse «Planète Suisse»</i> .....	70
	<i>Campagne d'information: «A vous de jouer»</i> .....	71
	<i>Rapport: «Le réchauffement planétaire et la Suisse: bases d'une stratégie nationale»</i> .....	71
3.4.2	Promotion par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) de l'information, du conseil et de la formation continue.....	71
3.4.3	Campagne d'information des ONG.....	72
<b>4</b>	<b>Scénarios d'émissions, 1990-2000</b> .....	<b>73</b>
<b>4.1</b>	<b>Scénario 2000 - mesures décidées</b> .....	<b>73</b>
4.1.1	Gaz carbonique .....	73
	<i>Méthode</i> .....	73
	<i>Données de base</i> .....	73
	<i>Résultats: Energie et gaz carbonique</i> .....	74
	<i>Résultats: Autres catégories d'émissions et gaz carbonique</i> .....	77
4.1.2	Autres gaz à effet de serre .....	79
	<i>Méthane CH<sub>4</sub></i> .....	79
	<i>Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O</i> .....	80
	<i>Précurseurs</i> .....	80
<b>4.2</b>	<b>Tendances à long terme</b> .....	<b>82</b>
4.2.1	Emissions de CO <sub>2</sub> liées à l'énergie.....	82
4.2.2	Autres émissions .....	84
<b>4.3</b>	<b>Bilan</b> .....	<b>84</b>
4.3.1	Gaz carbonique CO <sub>2</sub> .....	84
4.3.2	Autres gaz à effet de serre .....	85

<b>5</b>	<b>Collaboration internationale.....</b>	<b>87</b>
5.1	Introduction .....	87
5.2	Contribution de la Suisse au Fonds pour l'environnement mondial (FEM) .....	87
5.3	Transfert de technologie.....	88
5.3.1	Principes de la politique suisse de transfert de technologie .....	88
5.3.2	Mesures bilatérales en faveur des pays en développement .....	89
	<i>Financements</i> .....	89
	<i>Echanges d'information</i> .....	89
5.3.3	Mesures bilatérales en faveur de l'Europe centrale et orientale .....	89
	<i>Crédits non remboursables</i> .....	90
	<i>Garanties financières</i> .....	90
5.3.4	Activités multilatérales .....	91
	<i>Banque mondiale</i> .....	91
	<i>Banque asiatique de développement (BAsD)</i> .....	91
	<i>Banque inter-américaine de développement (BID)</i> .....	91
	<i>Banque africaine de développement (BAfD)</i> .....	91
5.3.5	Participation aux groupes de travail internationaux .....	91
5.4	Collaboration technique bilatérale .....	92
5.4.1	Volet bilatéral.....	92
5.4.2	Changement climatique .....	92
5.4.3	Mesures individuelles .....	92
<b>6</b>	<b>Politique en matière de changement climatique: les mesures prévues.....</b>	<b>93</b>
6.1	Activités prévues dans le domaine de la politique du climat .....	93
6.1.1	Pierres angulaires de la politique suisse en matière de changement climatique.....	93
6.1.2	Mesures .....	93
	<i>Taxe CO<sub>2</sub></i> .....	94
	<i>Loi sur l'énergie</i> .....	95
	<i>Taxe sur les COV</i> .....	96
	<i>Autres mesures</i> .....	96
6.1.3	Effets .....	98

<b>7 Perspectives.....</b>	<b>101</b>
<b>Sources.....</b>	<b>103</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>107</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>111</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>113</b>
<b>Liste des acronymes et abréviations .....</b>	<b>115</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>119</b>
<b>A1. Données statistiques sur la Suisse.....</b>	<b>121</b>
Population .....	121
Economie.....	123
Climat 1990 .....	123
Energie .....	125
Transports .....	128
Utilisation du sol.....	130
Agriculture.....	132
<b>A2. Bases de calcul pour l'inventaire des gaz à effet de serre 1990.....</b>	<b>135</b>
Coefficients d'émissions et bases de calcul pour le CO <sub>2</sub> .....	135
Foresterie: inventaire du CO <sub>2</sub> .....	136
<i>Réservoirs de carbone.....</i>	<i>136</i>
<i>Bilan du carbone.....</i>	<i>139</i>
<i>Resumé .....</i>	<i>141</i>
Emissions CO <sub>2</sub> produites par les usines d'incinération des déchets .....	142
Méthane .....	143
Emissions liées aux transports .....	144
N <sub>2</sub> O .....	145
Emissions liées aux transports .....	145
Emissions agricoles.....	146
<i>Emissions d'origine naturel.....</i>	<i>146</i>
Précurseurs .....	146
Potentiels de réchauffement global .....	147

<b>A3. Données de base des scénarios 2000 .....</b>	<b>149</b>
Emissions de protoxyde d'azote et de méthane dues au trafic .....	149
Précurseurs .....	150
Mesures dans la foresterie destinées à améliorer le bilan des émissions de CO <sub>2</sub> .....	151
<b>A4 Programme des mesures «Global Atmosphere Watch» .....</b>	<b>155</b>
<b>A5 Collaboration technique bilatérale: Exemples de projets.....</b>	<b>157</b>
<i>Liste des projets de coopération relatifs aux changements climatiques financés par la Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire (DDA) au titre du crédit-cadre en faveur de l'environnement global.....</i>	
	<i>157</i>
<i>Exemples de projets relatifs aux changements climatiques financés par la DDA .....</i>	
	<i>157</i>
<i>Exemples de projets FEM (fonds pour l'environnement mondial)...</i>	
	<i>159</i>



# Avant-propos

*La protection de l'atmosphère terrestre représente l'un des principaux objectifs d'une politique globale de l'environnement. La limitation, dans un premier temps, puis la réduction des émissions anthropiques de gaz à effet de serre est un devoir prioritaire de tous les Etats. La responsabilité des pays industrialisés est particulièrement grande puisqu'ils produisent les niveaux d'émissions les plus élevés par habitant.*

*Une augmentation incontrôlée des émissions de gaz à effet de serre provoquerait des changements climatiques avec de graves conséquences à l'échelle de la planète. Préoccupés de cette situation, plus de 150 Etats ont signé à Rio de Janeiro, en 1992, la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.*

*Par la signature et la ratification de la Convention, la Suisse s'est engagée à collaborer à une stratégie internationale commune en vue de limiter les émissions de gaz à effet de serre, en particulier le gaz carbonique, le méthane et le protoxyde d'azote, ainsi que de leurs précurseurs.*

*Le présent rapport contient l'inventaire national 1990 des émissions de gaz à effet de serre et des absorptions par les puits et décrit les mesures prises ou prévues, dans le but de stabiliser, puis de réduire ces émissions.*

*L'axe principal de la politique suisse en matière de changement climatique est la mise en place de mesures d'incitation économique, couplée avec un travail d'information et d'éducation. Dans ce domaine, le débat sur l'introduction d'une taxe CO<sub>2</sub> a été lancé par le gouvernement suisse et bat son plein.*

*Dans le domaine des économies d'énergie, la Suisse, dans le cadre du Programme "Energie 2000" et de la future loi sur l'énergie, vise à intensifier ses efforts afin d'utiliser l'énergie de manière plus rationnelle et plus économe et d'augmenter la contribution des énergies non fossiles. D'autre part, les mesures prises dans le cadre de la lutte contre la pollution atmosphérique contribuent sensiblement à la réduction des gaz précurseurs.*

*En ce qui concerne les transports, la Suisse est favorable à une plus grande vérité des coûts et s'engage résolument afin de transférer le trafic des marchandises de la route sur le rail.*

*Même si les émissions suisses de gaz à effet de serre ne représentent qu'une fraction minime des émissions mondiales, notre pays doit assumer sa part de responsabilité et démontrer, avec les autres pays industrialisés, qu'il prend l'initiative de modifier les tendances à long terme des émissions anthropiques conformément à l'objectif de la Convention.*

*Berne, septembre 1994*

*Ruth Dreifuss, Conseillère fédérale  
Cheffe du Département fédéral de l'intérieur*

# Sommaire

## 1. Introduction

Par la signature et la ratification de la Convention-cadre des Nations Unies du 9 mai 1992 sur les changements climatiques, la Suisse reconnaît que notre planète est exposée aujourd'hui à certains changements climatique. Ceux-ci sont différents de ceux du passé - tant par leur ampleur que par la rapidité avec laquelle ils surviennent - et pourraient être à l'origine d'un réchauffement de la terre. La Suisse s'est déclarée prête à soutenir la Convention dans toute sa portée. Notre pays s'est donc engagé à fournir un rapport sur la politique suisse en matière de changement climatique.

En vertu de l'article 12 de la Convention, la Suisse doit élaborer un inventaire actuel des émissions de gaz à effet de serre et fournir périodiquement un rapport sur les politiques et mesures mises en oeuvre. Le délai imparti pour le premier rapport est de six mois à compter de l'entrée en vigueur de la Convention le 21 mars 1994 - soit le 21 septembre 1994.

## 2. Inventaire des gaz à effet de serre en Suisse

L'inventaire suisse repose sur des données de 1990 et comprend les gaz à effet de serre suivants:

- méthane ( $\text{CH}_4$ )
- protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- précurseurs de l'ozone troposphérique ( $\text{O}_3$ ): oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), composés organiques volatils (COV), monoxyde de carbone (CO)

Ce sont de loin les émissions de  $\text{CO}_2$  qui contribuent le plus (79 %) à l'effet de serre (voir tableau S-1).

### 2.1 Gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ )

A raison de 94 %, les émissions de  $\text{CO}_2$  sont liées à l'énergie. 6 % des émissions de  $\text{CO}_2$  ne sont pas liées à l'énergie et proviennent principalement de la production de ciment. Eu égard aux données de base détaillées et complètes, la qualité des données obtenues est élevée. Les puits de  $\text{CO}_2$  sont des processus naturels de fixation de  $\text{CO}_2$ , tels que la croissance des forêts et le développement des tourbières.

- gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ )

Sources d'émissions et puits de CO <sub>2</sub> (1990) (en millions de tonnes)	Mt CO <sub>2</sub>
Emissions liées à l'énergie (combustion):	<b>42,9</b>
- transformation d'énergie	1,3
- industrie	5,7
- transports	17,4
- services	6,5
- résidentiel	11,6
- autres (incinération des déchets)	0,4
Production industrielle	<b>2,1</b>
Déchets	<b>0,7</b>
Total des émissions	<b>45,7</b>
Puits de CO <sub>2</sub> :	
- foresterie/reboisement/utilisation du sol	- 5,2
Total CO <sub>2</sub>	<b>40,5</b>

**Tableau S-1: Inventaire du CO<sub>2</sub> en Suisse par sources, 1990**

#### Commentaires sur les sources et les puits

- Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie ont été calculées à l'aide de coefficients d'émissions correspondants, à partir des données sur la consommation suisse d'énergie.
- Emissions liées au secteur industriel: utilisation de données sur la production de ciment.
- Agriculture: Il est admis que la "consommation" de CO<sub>2</sub> par la photosynthèse des plantes soit à peu près en équilibre avec la "production" agricole de CO<sub>2</sub> par la respiration (du bétail) et la décomposition de matière organique.
- Foresterie/utilisation du sol: Ici, il s'agit de puits de CO<sub>2</sub>. La "consommation" de CO<sub>2</sub> est nettement supérieure à la "production"

(croissance des arbres, augmentation de la masse de tourbe dans les tourbières hautes primaires, etc.).

## 2.2 Méthane (CH<sub>4</sub>)

Le méthane est libéré surtout par les animaux de rente (50 %) et le stockage d'engrais de ferme (28 %) dans l'agriculture, ainsi que par la décomposition de la matière organique contenue dans les déchets (décharges, 17 %). La qualité des données est moyenne; de nouveaux chiffres seront disponibles en 1995.

Sources d'émissions de CH <sub>4</sub> (1990)	1000 t de CH <sub>4</sub>
Energie (combustion):	<b>11</b>
- transports	2
- transports de gaz (pertes)	9
Agriculture:	<b>215</b>
- élevage des animaux	138
- engrais de ferme	77
Déchets:	<b>48</b>
- décharges	46
- épuration des eaux usées	2
Total CH <sub>4</sub>	<b>274</b>

**Tableau S-2: Inventaire du CH<sub>4</sub> en Suisse par sources, 1990**

## 2.3. Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)

L'utilisation d'engrais dans l'agriculture est à l'origine de la plus grande part des émissions de protoxyde d'azote (93 %). La combustion d'agents énergétiques fossiles (5 %) et les procédés industriels (2 %) ne contribuent - relativement - que dans une

faible mesure à l'ensemble de ces émissions. La qualité des données est faible. Ici également, de nouveaux chiffres ne seront disponibles qu'en 1995.

Sources d'émissions de N <sub>2</sub> O (1990)	1000 t de N <sub>2</sub> O
Energie (combustion)	1,5
- transports	0,8
- autres domaines (chauffages)	0,7
Production industrielle	0,4
Agriculture (épandage d'engrais)	26,7
Total N <sub>2</sub> O	29

**Tableau S-3: Inventaire du N<sub>2</sub>O en Suisse par sources, 1990**

## 2.4. Précurseurs

Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatils (COV) et le monoxyde de carbone (CO) sont des précurseurs de l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>).

De nombreuses sources sont à l'origine des émissions de précurseurs:

- transports (énergie, combustion, fuites)
- résidentiel (énergie, déchets)
- artisanat, services, agriculture (énergie, déchets)
- industrie (énergie, production, déchets)

Dans ce domaine, la qualité des données est moyenne à bonne. Des données actualisées sont en cours d'élaboration.

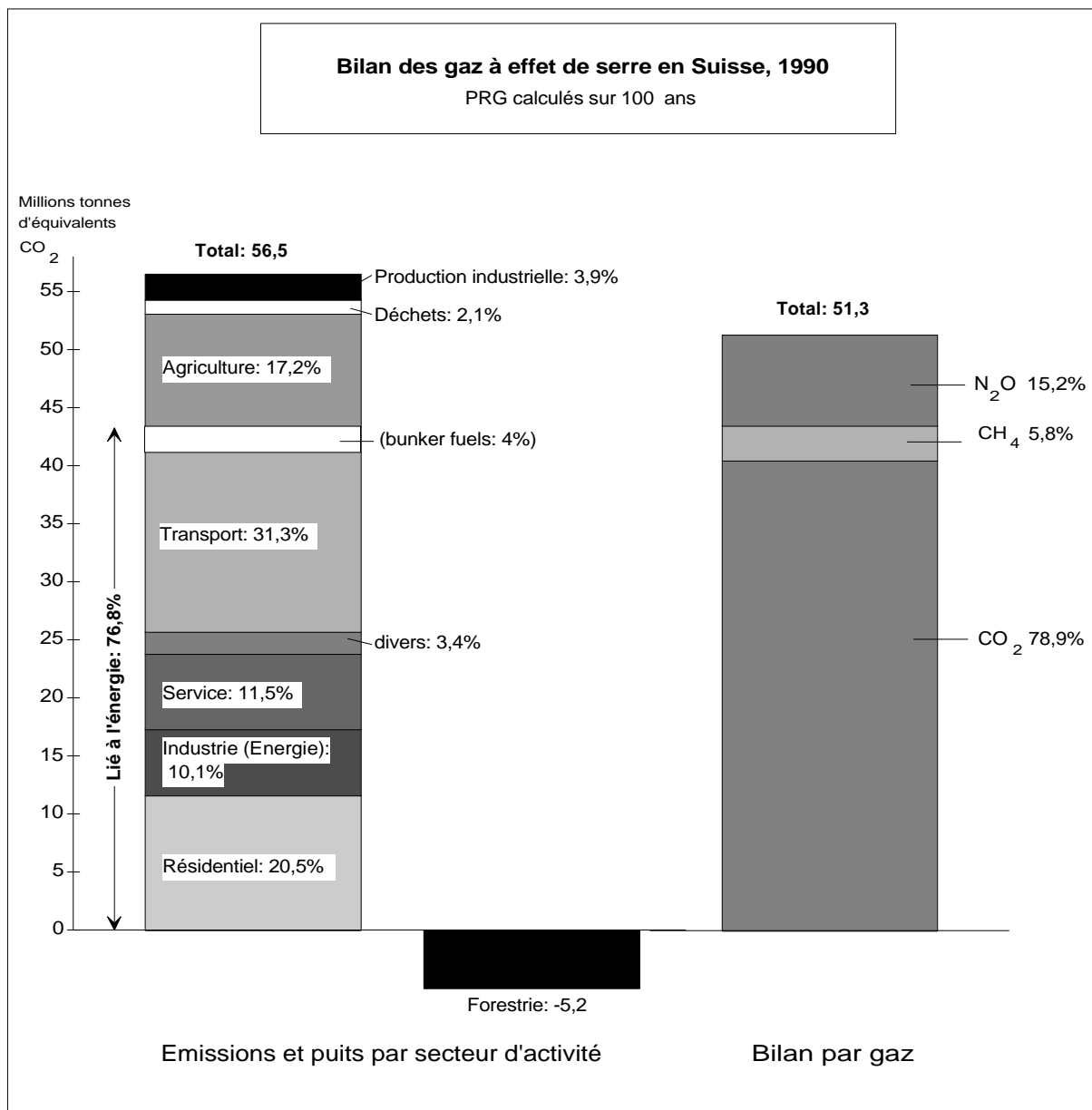
Sources d'émissions (1990)	1000 t de NO <sub>x</sub>	1000 t de CO	1000 t de VOC
Energie:			
- combustion	151	375	76
- fuites			14
Production industrielle	29	52	26
Solvants			180
Déchets	4	4	1
Total	184	430	297

**Tableau S-4: Inventaire des précurseurs en Suisse, 1990**

## 2.5. Synthèse

La figure S-1 présente le bilan des gaz à effet de serre en Suisse. Les valeurs d'émissions sont données en multipliant les quantités de gaz émises par le potentiel de réchauffement global (PRG) des différents gaz. Les valeurs fournies sont celles fournies par l'IPCC<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> PRG pour 100 ans du CO<sub>2</sub> = 1, du CH<sub>4</sub> = 11, du N<sub>2</sub>O = 270.



**Figure S-1: Bilan des gaz à effet de serre en Suisse, 1990, mesurés au moyen des coefficients PRG**

### 3. Mesures décidées

#### 3.1. La dimension climatique de la politique suisse

La Suisse ne dispose pas d'une politique du climat indépendante. Les mesures mises en

application en vue de réduire les changements climatiques sont plutôt les composantes de domaines politiques différents. Il s'agit en particulier de

- la politique de l'environnement (surtout la protection de l'air),

- la politique énergétique et la politique des transports,
- la politique agricole et la politique forestière.

Dans ces domaines, plusieurs mesures ayant des incidences sur les émissions de gaz à effet de serre

- ont déjà été introduites et sont au stade de l'exécution,

- sont en préparation (au Conseil fédéral, dans l'administration ou au Parlement).

### **3.2. Mesures visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre**

Les tableaux suivants présentent - pour les principaux domaines - les mesures déjà introduites en vue de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Mesures	Objectifs/groupes cibles	Gaz à effet de serre concernés	Types d'instruments	Statut légal	Concrétisations	Rapport avec le climat
Déclarations pour des installations, automobiles et appareils utilisant de l'énergie	Information; ménages, artisanat et services, agriculture	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	Accord volontaire avec Réglementation d'exécution (comme mesure subsidiaire)	Arrêté sur l'utilisation de l'énergie (AUE) du 14.12.1990. Ordonnance sur l'utilisation de l'énergie (OUE) du 22.1.1992	Indication de la consommation énergétique	moyen
Valeurs limites/valeurs cibles pour les nouvelles constructions et les transformations des bâtiments	Réduction de l'énergie nécessaire au chauffage; ménages privés, artisanat et services, agriculture	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	Homologation	AUE/OUE, ordonnance sur la protection de l'air (OPair)	Détermination de besoins de chauffage spécifiques et valeurs énergétiques cibles	élevé
Décompte individuel des frais de chauffage et d'eau chaude	La consommation d'énergie; ménages, services	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	Réglementation	AUE/OUE, législation cantonale	Constructions de 5 appartements ou plus; dès 1992 pour les nouvelles constructions, dès 1998 pour les bâtiments déjà existants	élevé
Valeurs maximales de consommation/déperdition pour les installations de chauffage, y compris en position de veille	Réduction des émissions correspondantes; ménages, artisanat et services	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	Homologation	OPair, législation cantonale	Réglementations pour les chauffages à mazout, à charbon ou à gaz	élevé
Valeurs limites d'émissions pour les installations de chauffage	Réduction des émissions correspondantes; installations industrielles	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , COV	Homologation	OPair, législation cantonale	Réglementation pour les chauffages à mazout, à charbon ou à gaz	élevé
Soutien à la récupération des pertes de chaleur	Récupération des pertes de chaleur; tous les domaines	CO <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	Incitations financières	AUE/OUE, législation cantonale	Contributions financières, campagnes d'information	moyen
Soutien des énergies renouvelables	Utilisation rationnelle des énergies renouvelables; tous les domaines	CO <sub>2</sub> , CO	Indications financières	AUE/OUE, législation cantonale	Contributions financières, campagnes d'information	moyen
Traitement des déchets	déchets incinérables	CH <sub>4</sub>	Réglementation	Ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1991	devoir de brûler les déchets dans les installations adéquates	moyen

**Tableau S-5: Mesures décidées dans le secteur énergie et industrie**

Mesures	Objectifs/groupes cibles	Gaz à effet de serre concernés	Types d'instruments	Statut légal	Concrétisations	Rapport avec le climat
Augmentation des droits de douane sur les carburants	Réduction de la consommation de carburants; circulation routière	CO <sub>2</sub> , CO, NOx, COV	Incitation fiscale	Arrêté fédéral du 7 mars 1993	Augmentation de 20 centimes par litre	élevé
Réglementations relatives aux gaz d'échappement pour les véhicules	Réduction des émissions correspondantes; circulation routière	CO, NOx, COV	Réglementation	Réglementation sur les gaz d'échappement	Voitures de tourisme, camions, cyclomoteurs, motos	élevé
Valeurs cibles de consommation pour les véhicules	Réduction de la consommation de carburants correspondante; circulation routière	CO <sub>2</sub> , CO, NOx	Accord volontaire/ Réglementation	AUE/OUE	Ordonnance sur la valeur cible	élevé
Limites de vitesse sur les routes nationales et en dehors des agglomérations	Réduction de la vitesse du trafic routier	CO, NOx, COV (CO <sub>2</sub> )	Réglementation	Loi sur la circulation routière révisée le 15.3.1992	Transfert de compétences de la Confédération aux cantons	faible
Contrôle des gaz d'échappement des véhicules diesel	Réduction des émissions des véhicules diesel	CO, NOx, COV	Réglementation	Ordonnance du 23.12.1993	Contrôle obligatoire tous les 2 ans	moyen
Mesures de protection de l'air des cantons et communes	Réduction des immissions; circulation routière (transports publics)	CO, NOx, COV (CO <sub>2</sub> )	Réglementations diverses, accords volontaires	Ordonnance sur la protection de l'air, plan de mesures	Politique des places de parc, mesures d'accompagnement pour les transport publics, réduction de la vitesse dans les quartiers, équipement des stations-service en récupérateurs de gaz	moyen

**Tableau S-6: Mesures décidées dans le secteur des transports**



Mesures	Objectifs/groupes cibles	Gaz à effet de serre concernés	Types d'instruments	Statut légal	Concrétisations	Rapport avec le climat
Contingentement laitier	Stabilisation de la quantité produite	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Réglementation	Arrêté sur l'économie laitière, révisé le 1.11.1989	La Confédération fixe des contingents individuels	moyen
Protection des eaux dans l'agriculture	Réduction de l'emploi d'engrais: contrôle du cheptel	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Réglementation	Loi sur la protection des eaux du 24.1.1991	Exploitation de 3 unités de gros bétail-fumure au maximum par hectare <sup>1)</sup>	élevé
Incitation dans le domaine de la production végétale	Stabilisation de la production de céréales	N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub>	Incitation fiscale	Ordonnance sur l'orientation de la production végétale et l'exploitation extensive du 2.12.1991	Production extensive de céréales	moyen
Réglementation d'un bilan nutritionnel équilibré	Bilan fumure équilibré	N <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub>	Réglementation	Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement du 16.9.1993	Plans de fumure	moyen
Paielements directs pour des prestations écologiques particulières	Incitation financière pour la production intégrée ou la culture biologique; surfaces de compensation écologique; détention contrôlée des animaux de rente en plein air	N <sub>2</sub> O	Incitation fiscale	Loi sur l'agriculture art. 31b et lignes directrices	Formes de production plus respectueuses de l'environnement	moyen

1) de plus, la campagne concernant l'abandon d'exploitations (1993-1996) et l'ordonnance sur les effectifs maximums du 13.4.1998 vont dans le sens du même objectif.

*Tableau S-7: Mesures décidées dans le secteur agricole*

### **3.3 Recherche et observation**

En Suisse, des travaux de recherche concernant le climat sont entrepris dans les domaines suivants: évolution du climat, protection de l'air, transports et énergie, agriculture et économie forestière. En outre, plusieurs instituts participent au programme mondial Global Atmosphere Watch (GAW).

Les domaines d'activité de la recherche suisse sur l'évolution du climat sont les suivants:

- les processus régissant le système climatique,
- la surveillance et l'observation du climat,
- la modélisation du climat,
- l'étude des sources et des puits de gaz à effet de serre,
- l'étude des impacts du changement climatique sur les écosystèmes,
- les aspects socio-économiques (incidences comprises),
- les mesures de parade.

Presque 2/3 des projets concernent les deux premiers domaines. Les investissements publics dans la recherche sur l'évolution du climat s'élèvent actuellement à quelque 29 millions de francs par an.

Les photooxydants constituent l'axe principal de la recherche appliquée dans le domaine de la protection de l'air.

Quant à la recherche énergétique du secteur public (223 millions de francs en 1993), elle met l'accent sur les domaines "énergies renouvelables", "utilisation rationnelle de l'énergie" et "combustion

propre et efficiente". Dans le domaine des transports, le programme national de recherche "Environnement et transports" étudie des sujets liés au changement climatique. Par ailleurs, la Suisse participe à de nombreux projets internationaux.

Les incidences du changement climatique sur l'agriculture et la foresterie sont examinées dans le cadre du programme national de recherche "Changements climatique et catastrophes naturelles" et dans le cadre du programme prioritaire "technologie de l'environnement et recherche environnementale".

### **3.4 Information et communication**

Suite au Sommet de Rio en 1992, l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, ainsi que des organisations de protection de l'environnement telles que le WWF et Greenpeace ont lancé plusieurs campagnes d'information au sujet du climat. Quant au programme Energie 2000, il comprend lui aussi différentes campagnes d'information dans les domaines de l'utilisation rationnelle et écologique de l'énergie et des énergies renouvelables.

## **4. Scénarios d'émissions, 1990 - 2000**

Les scénarios prennent en compte les mesures exposées dans le chapitre 3.

#### 4.1 Scénarios 2000 des émissions de CO<sub>2</sub>

Les nouveaux scénarios montrent que les objectifs d'émissions (stabilisation des émissions de CO<sub>2</sub> au niveau de 1990) pourront être atteints en l'an 2000. Toutefois, pour que cela soit le cas, il faut que les efforts soient poursuivis à tous les niveaux, que les mesures prévues soient appliquées sans délai et que le développement-cadre économique se déroule comme prévu. C'est surtout la récession de la période 1991/93 qui est à l'origine de la baisse par rapport aux scénarios antérieurs (Rapport sur la taxe CO<sub>2</sub> de mars 1994).

Pour la période 1990-2000, on s'attend à l'évolution suivante des émissions de CO<sub>2</sub>:

CO <sub>2</sub> (en millions de tonnes)	1990 1)	2000	Evolution en %
Énergie 2)	44,7	43,2	-3,4
Production industrielle	2,1	2,3	+ 10
Déchets	0,7	0,8	+ 14
Changement d'affectation du sol/foresterie	-5,2	-5,3	- 2
<b>Total</b>	<b>42,3</b>	<b>41,0</b>	<b>-3,1</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

2) y compris l'incinération des déchets

**Tableau S-8: Émissions de CO<sub>2</sub> 1990-2000**

#### 4.2 Scénarios 2000 des émissions d'autres gaz à effet de serre

##### Méthane CH<sub>4</sub>

Ces scénarios s'appuient sur des données anciennes. Les bases sont en train d'être révisées. La qualité des données est moyenne.

CH <sub>4</sub> (1000 t)	1990	2000	Evolution en %
Énergie			
-transports	2,3	1,7	- 26
-fuites de gaz	8,7	10,0	+ 15
Production Ind.	1)	1)	
Solvants	0	0	0
Agriculture	215	2) 203	2) - 6
Déchets	48	41	- 15
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>256</b>	<b>- 7</b>

1) Production industrielle: inclus ailleurs

2) diminution réalisée en 1993

**Tableau S-9: Émissions de CH<sub>4</sub> 1990-2000**

##### Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O

Seules des données quantitatives pour le secteur des transports sont disponibles pour les émissions de protoxyde d'azote de l'an 2000. Ces dernières devraient passer de 850 t en 1990 à quelque 1'500 t en l'an 2000. Cela correspond à un accroissement d'environ 75 %.

## Précurseurs

Les prévisions pour les précurseurs s'appuient également sur des données plus anciennes. D'autre part, la consommation d'énergie sur lesquelles reposent ces données ne correspond pas exactement aux prévisions actuels concernant cette consommation. Il faut donc considérer la qualité de ces indications comme moyenne.

NO <sub>x</sub> (1000 t)	1990	2000	Evolution en %
Energie	151,0	73,4	- 51
Production Industrielle	28,5	21,8	- 24
Solvants	0	0	0
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets	4,5	4,3	- 4
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>100</b>	<b>-46</b>

CO (1000 t)	1990	2000	Evolution en %
Energie	374,7	214,8	- 43
Production Industrielle	51,7	53,6	+ 4
Solvants	0	0	0
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets <sup>1)</sup>	4,0	4,7	+ 18
<b>Total</b>	<b>430</b>	<b>273</b>	<b>- 37</b>

1) incomplet

**Tableau S-10: Emissions de NO<sub>x</sub> et CO, 1990-2000**

COV (1000 t)	1990	2000	Evolution en %
Energie	90,1	47,5	- 47
Production Industrielle	26,0	15,6	- 40
Solvants	180,0	178,8	- 1
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets <sup>1)</sup>	0,9	1,0	+ 11
<b>Total</b>	<b>297</b>	<b>243</b>	<b>- 18</b>

1) incomplet

**Tableau S-10 (suite): Emissions de COV, 1990-2000**

## 4.3 Tendances à long terme des émissions de CO<sub>2</sub>

Selon les scénarios les plus récents, les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie devraient diminuer d'au moins 3 % durant la période 1990 - 2000, pour autant que toutes les mesures décidées soient strictement et immédiatement appliquées.

Dès l'an 2000, cependant, le niveau des émissions remontera. En 2030, ce dernier devrait se situer environ 5 % au-dessus de celui de 1990.

CO <sub>2</sub> (millions de tonnes)	1990 <sup>1)</sup>	2000	2030	Evolution 1990 - 2030 en %
Résidentiel	12,9	12,2	10,6	- 18
Services, agriculture	5,2	4,7	3,8	- 27
Industrie	7,2	5,3	6,0	- 17
Transports	17,6	19,0	23,2	+ 32
Secteur de la transformation	1,4	1,6	2,6	+ 86
<b>Total<sup>2)</sup></b>	<b>44,3</b>	<b>42,8</b>	<b>46,3</b>	<b>+ 5</b>

1) Correction climatique incluse

2) sans les émissions produites par les usines d'incinération des ordures ménagères;

**Tableau S-11: Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie 1990-2030, en tenant compte des mesures déjà décidées.**

Le bilan montre que des actions importantes deviendront nécessaires à long terme. Les efforts de promotion des économies d'énergie doivent être rapidement dynamisés et renforcés, afin d'éviter que les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie subissent un nouvel accroissement dès l'an 2000. La mise en oeuvre de la future loi sur l'énergie et la taxe CO<sub>2</sub>, qui existent à l'état de projets, permettent de réduire la demande d'énergie fossile et les émissions de CO<sub>2</sub> (voir Chapitre 6).

## 5. Collaboration internationale

Les contributions de la Suisse s'inscrivent dans le cadre suivant:

- contribution au Fonds pour l'environnement mondial (FEM, en anglais GEF, Global Environment Facility)
- collaboration technique bilatérale.

- coopération dans le domaine du transfert de technologie

Ce sont principalement trois crédits-cadres qui sont disponibles pour le financement de la collaboration internationale:

- le crédit-cadre de 300 millions de francs pour le financement de programmes et de projets environnementaux d'importance globale dans des pays en développement et
- deux crédits-cadres d'un montant total de 1'650 millions de francs pour la coopération bilatérale avec les pays d'Europe centrale et orientale et avec la CEI (Communauté des Etats Indépendants).

Les crédits courants de l'aide au développement permettent également de financer certains projets ayant trait au climat.

Le crédit de 300 millions de francs a permis à la Suisse de jouer un rôle important dans le FEM et de financer - dans 8 pays - 13

projets concernant des aspects du climat dans le cadre de la collaboration technique bilatérale.

Les fonds des deux autres crédits-cadres mentionnés sont répartis entre l'aide financière (financement de projets d'investissement) et les crédits de la collaboration technique bilatérale (conseils, formation). Une partie de ces moyens est investie dans des projets relatifs à l'énergie, la protection de l'environnement et le changement climatique.

Dans le domaine du transfert de technologies vers les pays en développement, la Suisse exerce surtout une fonction de catalyseur entre les investisseurs privés et les pays cibles potentiels pour le transfert de capital et de savoir-faire.

## 6. Mesures prévues

Pour réduire durablement les gaz à effet de serre à long terme, la Suisse a prévu un certain nombre de mesures qui mettent l'accent sur des instruments économiques:

- *Taxe CO<sub>2</sub>*: taxe d'incitation sur tous les agents énergétiques fossiles avec restitution partielle à la population. Le taux d'imposition sera augmenté par paliers.

- *Loi sur l'énergie*: l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie de 1990 en vigueur aujourd'hui - mais limité dans le temps - doit être complété et transformé en loi fédérale. Cette dernière et la taxe CO<sub>2</sub> doivent être considérés comme un tout.
- *Taxe sur les COV*: Avec la révision de la loi sur la protection de l'environnement, le Conseil fédéral prévoit l'introduction d'une taxe sur les hydrocarbures volatiles. Comme pour la taxe CO<sub>2</sub>, la taxe d'incitation serait introduite par paliers.

Par ailleurs, plusieurs mesures sont en discussion principalement dans le domaine des transports. Celles-ci devraient également avoir des effets positifs sur le climat. Il s'agit notamment de l'introduction d'une taxe sur le trafic poids lourds dépendant des prestations, du transfert du trafic de marchandises à travers les Alpes de la route au rail et du renforcement des réglementations sur les gaz d'échappement des véhicules en harmonie avec l'Union européenne.

La mise en oeuvre conséquente des mesures décidées et l'introduction des mesures prévues ont une grande importance pour la politique suisse en matière de changement climatique.

# 1 Introduction

## 1.1 Le problème climatique

### 1.1.1 Accroissement anthropique de l'effet de serre

*L'effet de serre*, un phénomène naturel, est, par sa fonction modératrice de la température, un élément essentiel de la vie sur Terre. Il résulte de la présence dans l'atmosphère de certains gaz d'origine naturelle qui sont la vapeur d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et l'ozone de basse altitude, ou troposphérique ( $\text{O}_3$ ). Ces gaz à effet de serre (GES) ont la propriété d'absorber et de réémettre le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre.

Les activités humaines provoquent des changements dans la composition de l'atmosphère terrestre. D'une part, elles augmentent de manière significative les concentrations des gaz à effet de serre et, d'autre part, elles libèrent des substances synthétiques qui ne se trouvent pas dans l'atmosphère à l'état naturel, les chlorofluorocarbones (CFC). Le méthane et certains polluants de l'air tels que les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), les composés organiques volatils (COV) et le monoxyde de carbone (CO) participent par ailleurs dans l'atmosphère à des réactions chimiques complexes qui produisent des gaz à effet de serre ( $\text{CO}_2$  et ozone troposphérique), contribuant ainsi de manière indirecte au réchauffement de l'atmosphère.

L'équilibre dynamique des concentrations de gaz carbonique et d'autres GES dans l'atmosphère est maintenu par les échanges gazeux naturels entre l'atmosphère, les océans et la biosphère terrestre. Cet équilibre est perturbé par les émissions déclenchées par les activités humaines. Par conséquent, les concentrations atmosphériques des GES s'accroissent. Le gaz carbonique, par exemple, s'accumule dans l'atmosphère depuis le milieu du siècle dernier bien que la contribution anthropique ne représente que 5 % de l'ensemble des échanges atmosphériques.

### 1.1.2 Sources d'émissions des gaz à effet de serre

La combustion de combustibles fossiles est à l'origine, au niveau mondial, de 85 % des émissions anthropiques de  $\text{CO}_2$ , 34 % des émissions de protoxyde d'azote et 23 % des émissions de méthane, auxquelles il faut ajouter les émissions de précurseurs de gaz à effet de serre.

La source principale de méthane est l'agriculture (bétail et rizières) et celle de protoxyde d'azote la combustion de biomasse. Les émissions de CFC sont d'origine industrielle.

En 1989, les émissions mondiales de  $\text{CO}_2$  d'origine fossile ont atteint 22 milliards de tonnes. Les émissions annuelles de  $\text{CO}_2$

dues au déboisement pendant les années quatre-vingts sont estimées à *près de 5,8 milliards de tonnes*.

Les pays industrialisés sont à l'origine de 70 à 80 % des émissions mondiales de CFC et de CO<sub>2</sub>. Les seuls pays de l'OCDE produisent près de la moitié (47 %) de ces dernières. A l'avenir, les pays en développement vont prendre une part plus grande aux émissions de GES bien que, par tête, leurs niveaux d'émission resteront nettement inférieurs à ceux des pays industrialisés.

Les effets comparés des différents gaz peuvent être saisis à l'aide d'un coefficient appelé *potentiel de réchauffement global* (PRG). Le PRG reflète l'effet radiatif d'un gaz, compte tenu de sa durée de vie dans l'atmosphère. Pour 1990, les contributions relatives des différents gaz à l'accroissement de l'effet de serre étaient les suivantes : gaz carbonique, 73 %; CFC, 12 %; méthane, 10 % et protoxyde d'azote, 5 % (abstraction faite des effets indirects, auxquels il n'est pas possible d'associer un PRG).

### **1.1.3 Incidences globales du réchauffement de l'atmosphère**

En se basant sur les connaissances scientifiques actuelles, le *Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (IPCC) a évalué l'accroissement de la température moyenne à la surface de la Terre à *0,3° C par décennie* au cours du siècle prochain si les émissions anthropiques de GES se poursuivent au rythme actuel. Cette estimation ne tient compte ni de l'effet des aérosols, ni de celui de la diminution de

la couche d'ozone stratosphérique, tous deux pouvant contribuer à un effet de refroidissement (IPCC, 1992). L'élévation de la température moyenne terrestre prévue d'ici à la fin du siècle prochain est estimée entre 1,5 et 4,5° C. Cette augmentation apparaît comme particulièrement rapide à l'échelle des fluctuations naturelles des températures des 10'000 dernières années.

Le réchauffement de la surface terrestre, et en particulier sa vitesse, pourraient avoir des conséquences climatiques sérieuses à l'échelle mondiale, régionale et locale, faisant dès lors peser un risque très lourd sur les écosystèmes naturels et sur l'être humain.

L'évaluation des modifications futures du climat et de ses incidences est extrêmement difficile car les modèles du climat du globe sont encore trop approximatifs pour refléter toute la complexité des changements régionaux ou locaux. Au niveau global toutefois, les modèles s'accordent sur certains points clés : les changements les plus probables sont une élévation du niveau moyen des mers, des extrêmes climatiques d'une intensité et d'une fréquence accrues (sécheresses, tempêtes, inondations) et des modifications dans les précipitations. Ces phénomènes ne seraient pas distribués uniformément à l'échelle du globe.

## **1.2 Contexte international**

### **1.2.1 Fondation de l'IPCC**

Vers la fin des années 1980, la prise de conscience des incidences des activités humaines sur le climat s'amorce dans le sys-



tème des Nations Unies. A l'automne 1988, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) mettent sur pied conjointement l'IPCC. Dans deux rapports agréés au niveau international (1990 et 1992), ce dernier fait le point sur l'état actuel des connaissances scientifiques concernant le réchauffement global, ses causes et ses incidences, et présente une analyse des mesures de prévention et d'adaptation.

### **1.2.2 La Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques**

En décembre 1990, l'Assemblée générale décide de lancer les négociations de la *Convention-cadre sur les changements climatiques*. Celles-ci débutent en février 1991, dans le cadre d'un *Comité intergouvernemental de négociation* (CIN). La Convention est adoptée par 157 pays le 9 mai 1992 au terme de cinq sessions de négociations. Aujourd'hui, le nombre d'Etats ayant ratifié la Convention s'élève à 93.

L'objectif de la Convention-cadre est la «stabilisation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre à un niveau qui permette d'éviter toute interférence humaine dangeureuse avec le système climatique».

Un tel niveau, non chiffrable au stade actuel des connaissances, devrait être atteint durant une période qui soit suffisante pour que les écosystèmes puissent s'adapter de manière naturelle aux changements climatiques, que la production alimentaire ne soit pas menacée et que le développement éco-

nomique puisse être poursuivi de manière durable.

Les deux principes directeurs suivants sont fondamentaux dans la réalisation de ces objectifs :

- la «responsabilité commune, mais différenciée»: la responsabilité des Etats est proportionnelle à l'importance de leurs contributions aux atteintes à l'atmosphère, ainsi qu'aux moyens économiques et techniques dont ils disposent pour réduire ces atteintes; et
- le «principe de prévention»: lorsqu'un risque de dommage grave ou irréversible menace, les incertitudes scientifiques subsistantes ne doivent pas servir de prétexte pour différer l'adoption de certaines mesures.

1979	- Première Conférence mondiale sur le climat (Genève) - Lancement du Programme climatologique mondial de l'OMM
1985	- Conférences de Villach (Autriche) et Bellagio (Italie) sur le CO <sub>2</sub> et l'effet de serre
1986	- Lancement, à Berne, du Programme international géosphère-biosphère (IGBP) par le Conseil international des unions scientifiques (CIUS)
1988	- Conférence de Toronto sur l'atmosphère en évolution - Création de l'IPCC - Résolution 43/53 de l'Assemblée générale de l'ONU: « <i>Protection du climat mondial pour les générations présentes et futures</i> »
1989	- De nombreuses conférences à haut niveau (La Haye, Sommet de l'Arche, Noordwijk) traitent de la question du climat
1990	- Publication du Premier rapport d'évaluation de l'IPCC - Deuxième Conférence mondiale sur le climat (Genève) Résolution 45/212 de l'Assemblée générale de l'ONU: création du Comité intergouvernemental de négociation d'une Convention-cadre sur les changements climatiques
1991	- Lancement des négociations de la Convention-cadre sur les changements climatiques
1992	- Publication du Supplément 1992 de l'IPCC - Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED, Rio) - Signature de la Convention-cadre sur les changements climatiques par 157 Etats
1993	- 50 Etats ratifient la Convention-cadre sur les changements climatiques
1994	- Entrée en vigueur de la Convention-cadre sur les changements climatiques (21 mars)

**Tableau 1.1 — De la première Conférence mondiale sur le climat à l'entrée en vigueur de la Convention-cadre : quelques dates et événements**

En tant que parties à la Convention, les différents pays s'engagent :

- à élaborer un inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre (sources et puits);
- à développer et appliquer un programme national de mesures visant à limiter les émissions de GES;
- à orienter de manière générale la politique nationale vers la mise en oeuvre de mesures visant à atténuer les modifications climatiques;
- à fournir périodiquement un rapport sur les mesures adoptées sur les émissions

de gaz à effet de serre et transmettre les informations correspondantes;

- à transférer (obligation s'appliquant aux seuls pays de l'OCDE) des ressources financières, des techniques et du savoir-faire vers les pays en développement, afin de leur permettre de remplir leurs obligations.

La Convention-cadre s'applique à tous les gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal ainsi qu'aux précurseurs de l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>) à savoir, par exemple les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les composés organiques volatils (COV) et le monoxyde de carbone (CO).

La réduction des substances synthétiques mettant en danger la couche d'ozone stratosphérique (CFC) est réglée par le Protocole de Montréal du 16 septembre 1987 et les négociations ultérieures afférentes.

## **1.3 Situation en Suisse**

### **1.3.1 Incidences de l'accroissement de l'effet de serre en Suisse**

Les modèles climatiques à disposition sont en mesure de simuler des tendances globales du réchauffement de l'atmosphère. Il ne leur est pas possible de cerner précisément les modifications climatiques régionales. Dans ce dernier cas, seules des affirmations prudentes peuvent être avancées.

Sur la base des données disponibles, il est néanmoins possible de décrire de manière qualitative les effets directs et indirects d'un réchauffement atmosphérique pour la Suisse. On peut ainsi supposer qu'une modification rapide du climat - combinée avec des événements extrêmes plus fréquents et des dommages aux forêts et aux cultures - menacera les plantes et les animaux qui ne pourront pas réagir assez rapidement par migration. En outre, l'extension du domaine habitable de certains parasites et agents pathogènes - à cause du réchauffement - pourrait constituer un danger pour la santé de l'être humain, des animaux et des plantes.

L'accroissement de la température ne serait pas sans effets non plus sur les glaciers. D'ici à la fin du siècle prochain, ces derniers pourraient perdre jusqu'aux trois quarts de

leur superficie et quelque 90 % de leur volume. Par ailleurs, on prévoit une dégradation du *pergélisol* - sous-sol gelé en permanence - dans les Alpes. Le pergélisol retient, sur des pentes souvent très raides, les éboulis progressivement libérés par les glaciers.

Ces modifications, auxquelles il faut ajouter une élévation de la limite des chutes de neige de 300 à 500 mètres, auraient sans doute des répercussions sévères sur le tourisme d'hiver.

### **1.3.2 Emissions de GES de la Suisse en comparaison internationale**

Les calculs effectués jusqu'ici ont montré que les émissions par tête de gaz carbonique en Suisse se placent en-dessous de la moyenne des pays de l'OCDE. Il en va de même pour les émissions par unité du produit intérieur brut (PIB). Cette situation tient à la structure énergétique et industrielle de la Suisse: quasi-absence d'industrie lourde et de production d'électricité d'origine fossile.

Cela ne doit toutefois pas conduire à minimiser la responsabilité de la Suisse car celle-ci importe de nombreux produits (biens d'investissement et de consommation) dont la fabrication provoque, en dehors de ses frontières, des émissions qui échappent au compte des émissions nationales. Des estimations provisoires laissent supposer que "l'énergie grise" importée est supérieure à l'énergie grise exportée et que, dès lors, les émissions de gaz carbonique par tête, en Suisse, pourraient être corrigées à la hausse.

### 1.3.3 Rôle de la Suisse dans le contexte international

Depuis la fondation de l'IPCC, la Suisse a pris une part active à ses travaux, tant dans le domaine scientifique qu'au niveau gouvernemental.

Le 12 juin 1992, la Suisse a signé la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques et l'a ratifiée le 10 décembre 1993. Lors de la signature de la Convention, à Rio, la Suisse a présenté une Déclaration commune avec l'Autriche et le Liechtenstein qui stipule que ces Etats continueront «la mise en œuvre des mesures nécessaires pour au moins stabiliser, dans un premier temps, leurs émissions de CO<sub>2</sub> d'ici à l'an 2000 au niveau de 1990, et pour réduire ensuite leurs émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres gaz à effet de serre non réglementés par le Protocole de Montréal sur la base de leurs politiques et stratégies nationales, et en tenant compte des meilleures connaissances scientifiques, techniques et économiques disponibles». La Suisse avait ratifié le Protocole de Montréal en 1988 (la version révisée ratifiée le 16 septembre 1992).

Pour donner corps à l'objectif de développement durable et intégrer les principes et mesures ébauchés à Rio, le Conseil fédéral a institué, le 1er mars 1993, un *Comité interdépartemental chargé de la coordination du suivi de Rio* (CIRio) au niveau des directeurs d'offices. Un groupe de coordination interdépartemental constitue le bras du CIRio au niveau expert et un groupe de liaison à caractère consultatif réunit les experts de l'administration fédérale et des milieux privés (organisations non gouvernementales et industrie). Le CIRio a constitué plusieurs *groupes de travail* dont la tâche consiste à approfondir certains do-

maines d'action identifiés dans l'Agenda 21. Sous la direction de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEFP) l'un de ces groupes de travail (Groupe de travail climat) est chargé d'élaborer le «Programme national de mesures» stipulé dans la Convention-cadre.

Ce groupe de travail s'appuie sur les travaux préparatoires du *Groupe de travail interdépartemental sur l'évolution du système climatique* (GIESC) institué par le Conseil fédéral le 22 novembre 1989. A l'issue de ses travaux, en janvier 1994, ce groupe a publié un rapport intitulé «Le réchauffement planétaire et la Suisse: bases d'une stratégie nationale». Ce rapport a été distribué au Comité intergouvernemental de négociation de la Convention sur les changements climatiques lors de sa 9<sup>ème</sup> session, à Genève en février 1994.

## 1.4 Objectif et fonction du présent rapport

Le présent rapport est soumis par la Suisse conformément à son engagement de communication et d'information (selon l'article 12 de la Convention-cadre). Il contient les éléments suivants:

- inventaire des émissions et des puits de GES, autant pour l'état actuel (1990) que pour différents horizons temporels;
- description des politiques et mesures ayant pour but «de ramener à leurs niveaux de 1990 les émissions de CO<sub>2</sub> et d'autres GES»;

- évaluation des effets des mesures décidées et prévues sur les niveaux d'émissions;
- information concernant les mesures de soutien aux pays en développement en vue de la réalisation de leurs engagements, de leur protection contre les dommages dus aux changements climatiques et concernant le transfert de technologies respectueuses de l'environnement.

Le rapport est organisé comme suit :

Le *chapitre 2* établit l'inventaire 1990 des GES, d'une part au moyen de données nouvelles pour les émissions de CO<sub>2</sub>, d'autre part au moyen de données provisoires pour une partie des autres émissions.

Le *chapitre 3* présente les mesures déjà arrêtées. La quantification des effets de ces

mesures n'a pas été possible dans tous les détails car les méthodes à disposition ne permettent qu'une évaluation approximative de leur efficacité.

Le *chapitre 4* présente l'évolution des émissions de GES compte tenu des mesures déjà arrêtées (scénario tendanciel *avec* mesures) aussi bien à l'horizon 2000 qu'à plus long terme.

Le *chapitre 5* s'arrête sur les activités internationales de la Suisse dans le domaine du changement climatique.

Le *chapitre 6* présente les mesures prévues de la politique du climat nationale et internationale en matière de changement climatique.

Enfin, le *chapitre 7* donne une vue d'ensemble brève des actions prévues.

## 2 Inventaire des émissions de gaz à effet de serre en Suisse, 1990

### 2.1 Gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)

#### 2.1.1 Méthodologie et qualité des données

##### Emissions liées à l'énergie et aux transports

(catégorie IPCC 1A, cf. tableau 2.1)

Les données sur la consommation d'énergie tirées de la statistique globale suisse de l'énergie [SGE, 1991] constituent la base des estimations. Il s'agit des valeurs effectives de la consommation, non corrigées par un facteur climatique<sup>2</sup>. Ces chiffres de la consommation d'énergie sont transformés en émissions de CO<sub>2</sub> à l'aide des coefficients d'émission correspondants. On trouvera ces coefficients dans l'annexe A2, tableau A2-1.

La *qualité des données* est ici élevée et les données complètes.

---

<sup>2</sup> Cela est important au niveau des résultats (cf. chapitre 4) car l'année 1990 a bénéficié d'un climat particulièrement doux. La conséquence a été une consommation d'énergie et une libération d'émissions de CO<sub>2</sub> plus basses que durant les années «climatiquement normale». Si l'année 1990 avait été «climatiquement normale», les émissions de CO<sub>2</sub> auraient pu être supérieures de quelque 2 millions de tonnes par rapport aux valeurs observées [Prognos, 1994]. Cette dernière évaluation dépend donc de l'estimation de l'effet du climat sur la consommation d'énergie.

Il faut tenir compte des deux éléments suivants dans l'interprétation des résultats :

- Les émissions de CO<sub>2</sub> liées au solde du commerce extérieur d'électricité ne sont pas prises en considération dans l'inventaire car il s'agit ici, selon les lignes directrices de l'IPCC, d'un bilan géographique.
- Les consommations d'énergie dans le domaine des transports sont, conformément à la statistique de l'énergie, des valeurs effectives de marché. Elles contiennent donc également le «tourisme de l'essence» entraîné par des avantages de prix, ainsi que le kérosène vendu en Suisse pour des vols internationaux (*bunker fuels*). La quantité estimée de *bunker fuels* figure en annexe A2, tableau A2-2.

##### Emissions provenant du secteur industriel (catégories IPCC 2, 3)

L'inventaire des émissions de CO<sub>2</sub> d'origine industrielle, mais non liées à l'énergie, repose sur les calculs les plus récents. Il s'agit principalement des émissions hors énergie de l'industrie suisse du ciment. Elles ont été calculées à partir des données de la production.

Pour ce secteur d'activité, la *qualité des données* est moyenne.

## **Emissions liées à l'agriculture**

(catégorie IPCC 4)

On peut considérer que le bilan d'émissions de CO<sub>2</sub> de l'agriculture en Suisse est relativement équilibré. En effet, à peu près la même quantité de CO<sub>2</sub> fixée par la photosynthèse est libérée par les processus de respiration et de décomposition de la matière organique. Toutefois, la perte de terre par érosion peut dans certains cas exceptionnels influencer le bilan de CO<sub>2</sub>. Ces sources d'émission n'ont pas été prises en compte pour les trois raisons suivantes :

- il n'existe pas de données suffisantes pour déterminer un volume d'érosion précis;
- la part du matériel érodé qui passe par les processus microbiens de décomposition est elle aussi incertaine;
- si l'on parvenait à prendre en compte l'érosion comme source de CO<sub>2</sub>, il faudrait également faire entrer dans l'inventaire la fixation de CO<sub>2</sub> par l'humus - mais comme le rôle du sol et de l'humus en tant que puits de CO<sub>2</sub> est lui aussi très incertain, ceci n'a pas été retenu dans l'inventaire (cf. Annexe A2).

La production agricole ne représente qu'un puits temporaire pour le CO<sub>2</sub>. Si l'on retient des périodes supérieures à 360 jours, seule une infime quantité - qui ne peut être actuellement quantifiée - est soustraite du cycle du CO<sub>2</sub>, indépendamment de la production primaire, par mise en valeur dans l'agriculture ou dans un autre secteur économique. Une modification permanente du bilan agricole en CO<sub>2</sub> n'interviendrait que s'il y avait un changement structurel important dans l'utilisation du sol, et pour autant que ces changements soient dûment re-

portés dans la catégorie IPCC 5. Pour sa part, la mise en culture de matières premières renouvelables ne modifie pas le bilan de CO<sub>2</sub> de l'agriculture, mais contribue au remplacement des énergies fossiles.

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la production industrielle d'engrais ainsi que celles liées au trafic agricole et à la consommation d'électricité ne sont pas prises en considération dans le bilan agricole du CO<sub>2</sub>; elles figurent dans l'inventaire sous les catégories IPCC 1A3.

## **Emissions liées à l'incinération des déchets**

(catégories 1A7 et 6C)

Les émissions de CO<sub>2</sub> produites par l'incinération des déchets, y compris les déchets spéciaux, ont été estimées. Les coefficients d'émission correspondants ont été appliqués pour chaque catégorie de déchets (plastiques, papier, déchets organiques etc., cf. [OFEFP, 1987a]).

N'ont été retenues dans l'inventaire que les émissions de CO<sub>2</sub> provenant de l'incinération des déchets d'origine anthropique. En Suisse, presque toutes les installations d'incinération des ordures ménagères transforment la chaleur produite en énergie (chauffage à distance et/ou production d'électricité), remplaçant ainsi une quantité considérable de ressources fossiles. Aussi les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'incinération des déchets anthropiques ont-elles été logiquement réparties entre utilisation de l'énergie (catégorie IPCC 1A7) et incinération proprement dite des déchets (catégorie IPCC 6C).

**Emissions liées à la foresterie et à  
l'utilisation du sol**  
(catégorie IPCC 5)

Les données concernant les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la foresterie correspondent à la différence entre l'accroissement du bois sur pied dans les forêts suisses [Mahrer, 1988] et le bois exploité par l'économie suisse du bois [OFS, 1993a]. Le carbone stocké dans les racines et les branches a été pris en considération dans les calculs. Les déchets des coupes ainsi que les feuilles mortes ou les souches correspondent à la formation de la matière organique du sol et constituent de ce fait un puits additionnel de CO<sub>2</sub>. L'augmentation de la teneur organique (C) du sol forestier a été estimée; compte tenu des incertitudes existantes, elle n'apparaît toutefois pas dans l'inventaire (voir l'annexe A2).

En outre, la masse de bois stockée dans les produits et les constructions, de même que l'expansion des tourbières, ont été prises en considération. La fixation de CO<sub>2</sub> a été estimée comme suit :

- Masse de bois stockée dans les produits et les constructions: La masse de bois utilisée dans les produits et les constructions (bois d'emballage, bois de construction, fabrication de meubles, activités de bricolage) a été calculée sur la base de la consommation finale suisse de produits durables en bois<sup>3</sup>. Cette masse correspond à l'accroissement annuel du stock intermédiaire de produits et ouvrages en bois. Son contenu en carbone a été établi au moyen des coefficients correspondants (cf. l'annexe A2).

- tourbières bombées: L'accroissement de la richesse en tourbe s'élève à environ 1 mm/an. Les calculs appliqués se trouvent dans l'annexe A2.

Un bilan du CO<sub>2</sub> pour les tourbières plates, de même que pour les haies n'a pas pu être réalisé en raison du manque de données. De même, il manque un bilan du CO<sub>2</sub> stocké dans le sol causé par les changements d'affectation des surfaces forestières et agricoles.

La *qualité des données* peut être considérée globalement comme moyenne à élevée.

---

<sup>3</sup> durée d'utilisation supérieure à 1 an

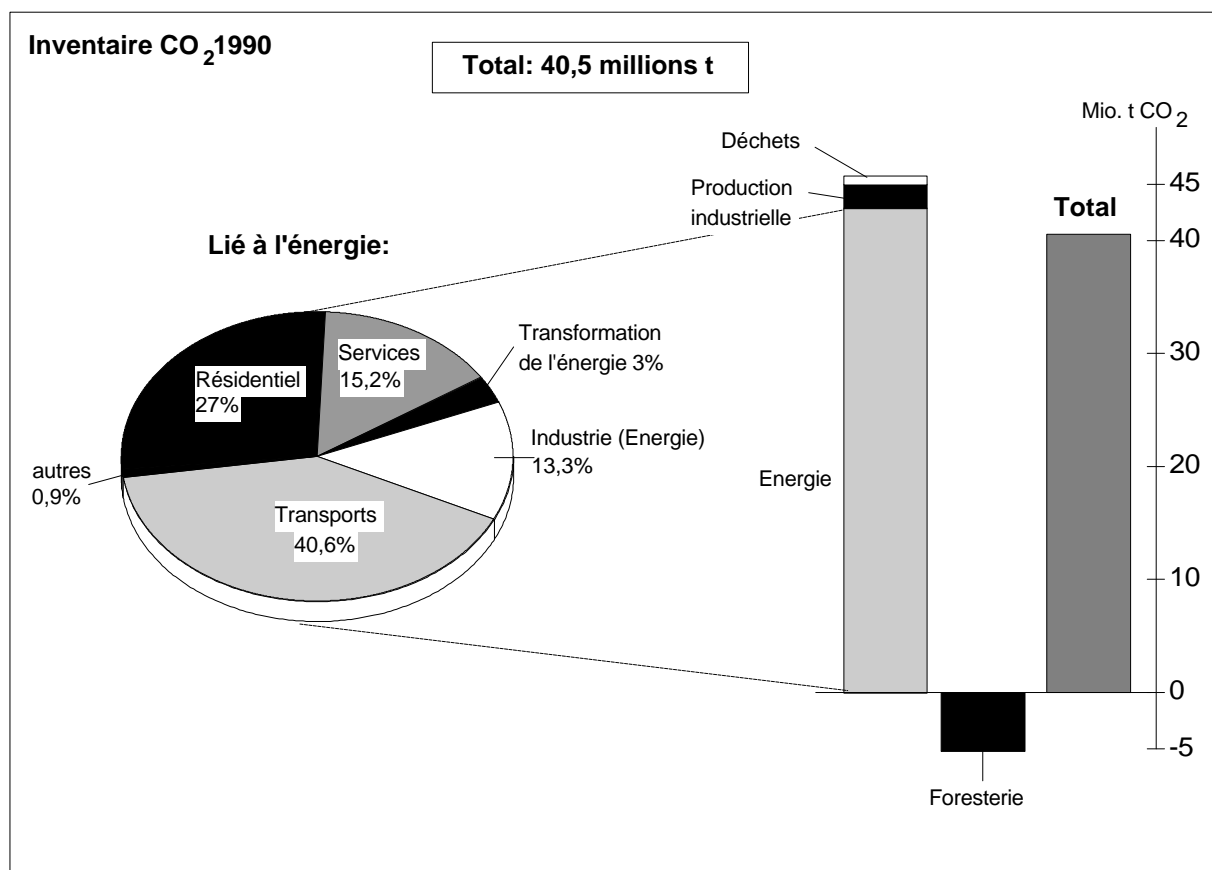


### 2.1.2 Inventaire 1990

Inventaire CO <sub>2</sub> 1990				
IPCC	Source	Quantité de base	Mio t CO <sub>2</sub>	Qual
<b>1 A</b>	<b>Energie (combustion)</b>	<b>778,9 PJ</b>	<b>42,9</b>	<b>E</b>
1 A 1	Transformation de l'énergie	(413,5 PJ)	1,3	E
1 A 2	Industrie	146,0 PJ	5,7	E
1 A 3	Transports <i>dont bunker fuels</i>	253,5 PJ (29,9) PJ	17,4 (2,1)	E
1 A 4	Services, artisanat	154,0 PJ	6,5	E
1 A 5	Résidentiel	225,4 PJ	11,6	E
1 A 6	Agriculture et foresterie		inclus sous services	
1 A 7	Autres (incinération des déchets)		0,4	M
1 A 8	Biomasse		non calculé	
<b>1 B</b>	<b>Energie (fuites)</b>		<b>0</b>	
1 B 1	Fuites dans le transport du fuel et du gaz		0	
<b>2</b>	<b>Production industrielle</b>		<b>2,1</b>	<b>M</b>
2 A	Industrie du métal et de l'acier		0	
2 B	Industrie des métaux non ferreux		0	
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)		0	
2 E	Industrie des non-métaux		2,1	M
2 F	Autres		0	
<b>3</b>	<b>Solvants</b>		<b>0</b>	
3 A	Vernis/Imprimeries		} 0	
3 B	Nettoyage/Teintureries			
3 C	Industrie chimique			
3 D	Autres			
<b>4</b>	<b>Agriculture</b>		<b>0</b>	
4 A	Bétail, gaz de fermentation		} 0	
4 B	Engrais de ferme, stockage			
4 D	Epandage d'engrais, utilisation du sol			
<b>5</b>	<b>Changements d'affectation du sol/Foresterie</b>		<b>-5,2</b>	<b>E</b>
5 A	Défrichage		non estimé	
5 B	Cultures		non estimé	
5 C	Foresterie et reboisement		-5,2	E
5 D	Jachères		non estimé	
<b>6</b>	<b>Déchets</b>		<b>0,7</b>	<b>M</b>
6 A	Décharges		0	
6 B	Stations d'épuration		0	
6 C	Usines d'incinération		0,7	M
<b>Total inventaire CO<sub>2</sub></b>			<b>40,5</b>	<b>E</b>

Légende : PJ = pétajoule; Qual. = qualité : E = élevée; M = moyenne; B = basse

**Tableau 2.1 — Inventaire du CO<sub>2</sub> en 1990 par source**  
Valeurs 1990 non corrigées par un facteur climatique



**Figure 2.1 — Inventaire du CO<sub>2</sub> en Suisse, 1990**

## 2.2 Méthane (CH<sub>4</sub>)

### 2.2.1 Méthodologie et qualité des données

#### Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel

(catégories IPCC 1, 2, 3 et 6)

Les émissions de méthane liées à l'énergie et à l'industrie proviennent des données d'une étude publiée dans le *Cahier de l'environnement* no. 76 de l'OFEFP [1987a]. Dans cette étude, les émissions de

méthane et de COV n'ont pas été estimées séparément<sup>4</sup>.

Les pertes de méthane lors des transports du gaz ont été calculées à l'aide des coefficients d'émission correspondants (voir l'annexe A2). La *qualité des données* peut être considérée comme élevée.

<sup>4</sup> Cette étude sera réactualisée (publication prévue au printemps 1995). Les émissions de méthane y seront alors considérées séparément de celles des COV.

Les émissions de méthane liées au traitement des déchets<sup>5</sup> proviennent de la décomposition anaérobie (fermentation) et ont été calculées au moyen des coefficients d'émission correspondants (voir Annexe A2).

### **Emissions liées aux transports**

(catégorie IPCC 1A3)

Les émissions de méthane liées aux transports ont été estimées sur la base des émissions de COV et par catégorie de véhicule au moyen des coefficients d'émission correspondants (voir Annexe A2).

### **Emissions liées à l'agriculture**

(catégorie IPCC 4)

En Suisse, les émissions agricoles de CH<sub>4</sub> se limitent principalement à l'élevage des bovins. La combustion de biomasse est négligeable. Selon les directives de l'IPCC/OCDE, il faut différencier les émissions liées à l'élevage du bétail de celles liées au stockage, au traitement et à l'épandage des engrais de ferme. Ces dernières n'ont pas été prises en considération dans les estimations antérieures. Les coefficients d'émission correspondant aux différentes catégories d'animaux ont été repris selon les directives en tenant compte des deux composantes d'émission. L'utilisation de ces coefficients ne tient que partiellement compte des conditions propres à la Suisse. Des facteurs déterminants comme l'âge, le poids, l'alimentation des animaux ou le mode de détention (étable ou pâturage) ne sont pas pris en considération.

Aussi pour les émissions liées aux engrais de ferme, les coefficients utilisés ne tiennent que partiellement compte des conditions propres à la Suisse. Il existe une estimation faite par l'EPA [1992] pour les émissions liées à la gestion des engrais de ferme. Celle-ci repose sur une méthode de calcul qui tient compte de l'influence de la température. Cette estimation donne une quantité d'émission légèrement supérieure.

La végétation des prairies et pâturages représente une source supplémentaire d'émissions de CH<sub>4</sub>. Selon des estimations antérieures [OFEFP, 1987b], cela représenterait environ 25'000 tonnes par année, soit environ 10 % de l'ensemble des émissions. Toutefois, comme il s'agit là d'émissions qui ne sont anthropiques que partiellement, et que, de surcroît, de nombreuses incertitudes gênent les estimations, ces dernières n'ont pas été retenues dans l'inventaire.

Le sol sec agit pendant la période de végétation en tant que puits pour le méthane (réduction de CH<sub>4</sub> par l'activité microbienne). Selon une estimation de l'OFEFP [Dettwiler, 1990], une réduction de 1'500 tonnes par année peut être réalisée (ce qui correspondrait à 0,5 % de l'ensemble des émissions). Ce puits, de même que la réduction de CH<sub>4</sub> par les réactions atmosphériques (avec OH), ne sont toutefois pas pris en considération.

---

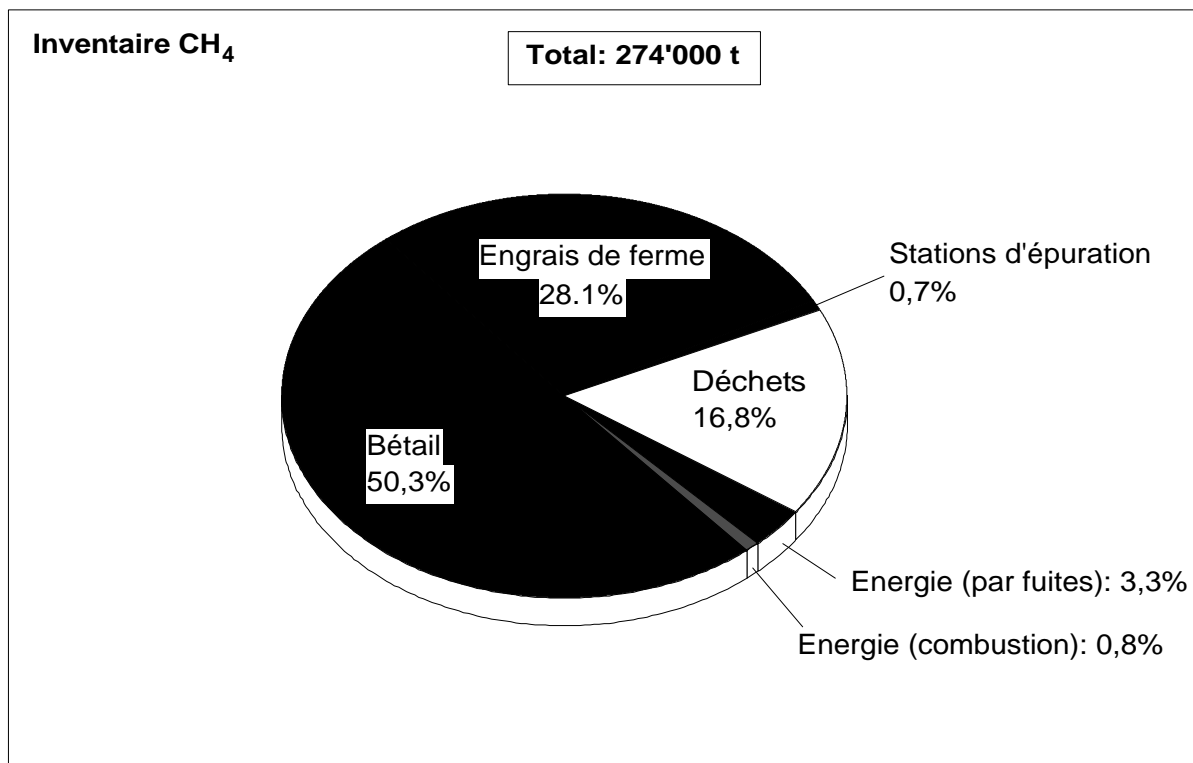
<sup>5</sup> Sous la rubrique «décharges», tout ce qui est mis en décharge est compté (déchets de construction et ordures ménagères).

## 2.2.2 Inventaire 1990

Inventaire CH <sub>4</sub> 1990		Quantité de base	1000 t CH <sub>4</sub>	Qual
IPCC	Source			
<b>1 A</b>	<b>Energie (combustion)</b>		<b>2</b>	<b>M</b>
1 A 1	Transformation de l'énergie		émissions inventoriées sous COV	
1 A 2	Industrie			
1 A 3	Transports			M/E
1 A 4	Services, artisanat		} émissions inventoriées sous COV	
1 A 5	Résidentiel			
1 A 6	Agriculture et foresterie			
1 A 7	Autres (incinération des ordures)			
1 A 8	Biomasse			
<b>1 B</b>	<b>Energie (fuites)</b>		<b>9</b>	<b>E</b>
1 B 1	Fuites dans le transport du gaz		8,7	E
<b>2</b>	<b>Production industrielle</b>		total inventorié ailleurs	
2 A	Industrie du métal et de l'acier		} émissions inventoriées sous COV	
2 B	Industrie des métaux non ferreux			
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)			
2 E	Industrie des non-métaux			
2 F	Autres			
<b>3</b>	<b>Solvants</b>		<b>0</b>	
3 A	Vernis/Imprimeries		} 0	
3 B	Nettoyage/Teintureries			
3 C	Industrie chimique			
3 D	Autres			
<b>4</b>	<b>Agriculture (utilisation)</b>		<b>215</b>	<b>M</b>
4 A	Bétail, gaz de fermentation		138	M/E
4 B	Engrais de ferme, stockage		77	M/E
4 D	Epandage d'engrais, utilisation du sol		0	
<b>5</b>	<b>Changements d'affectation du sol/Foresterie</b>		total non estimé	
5 A	Défrichage		} émissions non estimées	
5 B	Cultures			
5 C	Foresterie et reboisement			
5 D	Jachères			
<b>6</b>	<b>Déchets</b>		<b>48</b>	<b>M</b>
6 A	Décharges		46,0	M
6 B	Stations d'épuration		2,1	M
6 C	Usines d'incinération		inventorié sous COV	
<b>Total inventaire CH<sub>4</sub></b>			<b>274</b>	<b>M/E</b>

Légende : Qual. = qualité : E = élevée; M = moyenne; B = basse

**Tableau 2.2 — Inventaire du CH<sub>4</sub> en 1990 par source**  
*Le total de CH<sub>4</sub> est sous-estimée car les émissions liées à l'énergie et de l'industrie n'ont pas pu être appréciées séparément*



**Figure 2.2 — Inventaire du CH<sub>4</sub> en Suisse, 1990**

## **2.3 Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)**

### **2.3.1 Méthodologie et qualité des données**

Il n'existe pas de données fiables sur les émissions de N<sub>2</sub>O en Suisse. Les plus grandes quantités de N<sub>2</sub>O proviennent de processus microbiologiques dans le sol (cf. catégories IPCC 4). Les quantités de N<sub>2</sub>O des surfaces improductives sont plus faibles que celles provenant des sols exploités, ce qui explique pourquoi ces dernières sont considérées comme anthropiques.

### **Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel**

(catégories IPCC 1, 2, 3, 6)

L'inventaire des émissions de N<sub>2</sub>O provenant de la combustion d'énergie fossile (dans des installations stationnaires), ainsi que lors de procédés industriels (médecine, chimie) repose sur des estimations approximatives [Biedermann, 1992] (cf. aussi tableau A2-17). La *qualité des données* doit ainsi être considérée comme faible.

### **Emissions liées aux transports**

(catégorie IPCC 1A3)

Les émissions de protoxyde d'azote liées aux transports ont été estimées au moyen des coefficients d'émission correspondant

aux catégories de véhicules et à la distance parcourue par ceux-ci (voir l'annexe A2).

### **Emissions liées à l'agriculture**

(catégorie IPCC 4)

Les principales sources d'émissions atmosphériques de  $N_2O$  sont les processus microbiens: dénitrification, nitrification et réduction des nitrates en ammonium. Les émissions de  $N_2O$  provenant des surfaces agricoles exploitées dépendent de différents facteurs, par exemple du temps, des propriétés du sol, de l'utilisation et du traitement du sol, de la fumure azotée. Parmi ces facteurs, seul l'apport d'engrais peut être raisonnablement quantifié.

Les émissions de protoxyde d'azote étaient évaluées antérieurement selon des moyennes relatives à des émissions relevées pour des prairies, des terres ouvertes et d'autres surfaces agricoles utiles. Cette approche n'est cependant pas satisfaisante lorsqu'il s'agit d'aborder, dans le secteur agricole, des mesures de réduction des émissions.

L'approche consistant à répertorier les émissions de  $N_2O$  liées à l'utilisation des engrais azotés est mieux adaptée. En effet, diverses mesures dans le domaine agricole ont pour but de réduire les apports d'engrais. Ainsi, l'utilisation des engrais azotés permettent d'évaluer directement la réduction des émissions.

Les calculs actuels se basent sur les données relatives à l'utilisation des engrais minéraux et des engrais de ferme fournies par le secrétariat de l'Union Suisse des Paysans. Ces chiffres ne comprennent pas les engrais qui sont utilisés dans l'économie forestière et dans les jardins des ménages. Ces données sont complétées par des indi-

cations sur la déposition d'azote atmosphérique [Neftel et al., 1994], ainsi que d'une estimation de la fixation biologique de  $N_2$  par les légumineuses [Braun et al., 1994]. Un seul coefficient de conversion - reposant sur diverses données de la littérature - est utilisé indépendamment de la source d'émission. Retenons que ce coefficient tient compte non seulement la transformation en  $N_2O$  dans la couche superficielle du sol, mais également de la production de  $N_2O$  dans le sous-sol ainsi que dans l'eau d'infiltration (percolation) [Iserman, 1994] [Enquete-Kommission, 1992]. L'imprécision de l'évaluation de ce coefficient de transformation est cependant très grande. De plus, seul l'effet de l'utilisation des engrais azotés est pris en considération dans le mode de production agricole. Compte tenu de ces incertitudes, la qualité des données doit être considérée comme faible.

### **Emissions liées à la foresterie et à l'utilisation du sol**

(catégorie IPCC 5)

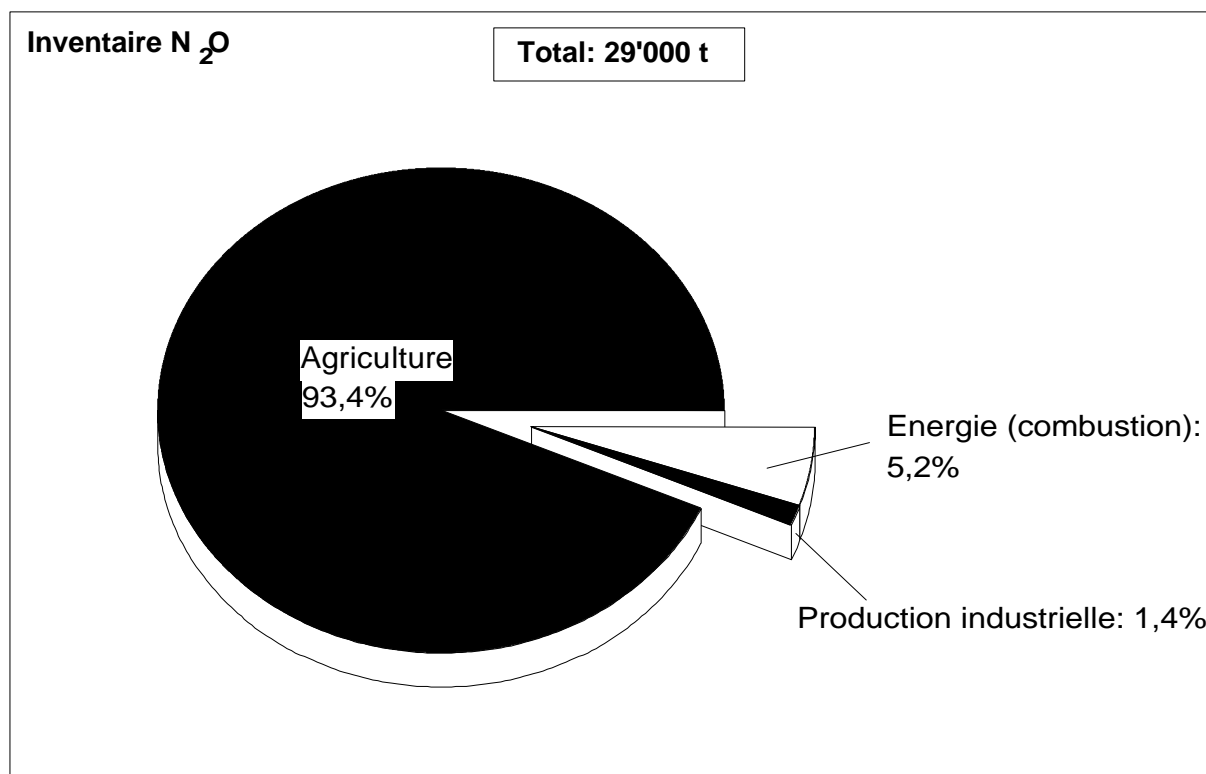
Les émissions de  $N_2O$  issues des fosses à engrais exploitées par l'économie forestière n'ont pas été estimées. Dans Biedermann [1992], l'émission naturelle en arrière-plan de  $N_2O$  a été estimée pour les surfaces improductives, les eaux et les forêts (cf. tableau A2-20); celle-ci n'a cependant pas été enregistrée dans l'inventaire des gaz à effet de serre.

### 2.3.2 Inventaire 1990

Inventaire N <sub>2</sub> O 1990		Quantité de base	1000 t N <sub>2</sub> O	Qual
IPCC	Source			
<b>1 A</b>	<b>Energie (combustion)</b>		<b>1,5</b>	<b>B</b>
1 A 1	Transformation de l'énergie		à prendre comme estimation globale	
1 A 2	Industrie			
1 A 3	Transports		0,8	M
1 A 4	Services, artisanat		} estimation globale : 0,7	
1 A 5	Résidentiel			
1 A 6	Agriculture et foresterie			
1 A 7	Autres (incinération des déchets)			
1 A 8	Biomasse			
<b>1 B</b>	<b>Energie (fuites)</b>		<b>0</b>	
1 B 1	Fuites dans le transport du fuel et du gaz		0	
<b>2</b>	<b>Production industrielle</b>		<b>0,4</b>	
2 A	Industrie du métal et de l'acier		} estimation globale: 0,4	
2 B	Industrie des métaux non ferreux			
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)			
2 E	Industrie des non-métaux			
2 F	Autres			
<b>3</b>	<b>Solvants</b>		<b>0</b>	
3 A	Vernis/Imprimeries		} 0	
3 B	Nettoyage/Teintureries			
3 C	Industrie chimique			
3 D	Autres			
<b>4</b>	<b>Agriculture (utilisation)</b>		<b>26,7</b>	<b>B</b>
4 A	Bétail, gaz de fermentation		0	
4 B	Engrais de ferme, stockage		0	
4 D	Epandage d'engrais, utilisation du sol	285 000 t	26,7	B
<b>5</b>	<b>Changements d'affectation du sol/Foresterie</b>		non estimé	
5 A	Défrichage		} émissions non estimées	
5 B	Cultures			
5 C	Foresterie et reboisement			
5 D	Jachères			
<b>6</b>	<b>Déchets</b>		non estimé	<b>M</b>
6 A	Décharges		} non estimé	
6 B	Stations d'épuration			
6 C	Usines d'incinération			
<b>Total inventaire N<sub>2</sub>O</b>			<b>29</b>	<b>M/B</b>

Légende : Qual. = qualité : E = élevée; M = moyenne; B = basse

**Tableau 2.3 — Inventaire du N<sub>2</sub>O en 1990 par source**



*Figure 2.3 — Inventaire du N<sub>2</sub>O en Suisse, 1990*

## 2.4 Autres gaz à effet de serre

### 2.4.1 HFC (Hydrofluorocarbones)

Le tétrafluorométhane (R134a) est utilisé pour la réfrigération en remplacement des CFC-12. Il est largement répandu. On ne dispose de données ni sur son emploi, ni sur les quantités émises.

### 2.4.2 PFC (Perfluorocarbones)

Le CF<sub>4</sub> et le C<sub>2</sub>F<sub>6</sub> sont des composés qui résultent de la production d'aluminium. Comme depuis 1994 l'aluminium n'est plus produit en Suisse, cette source d'émission tombe.

### 2.4.3 SF<sub>6</sub> (Hexafluorure de soufre)

Le SF<sub>6</sub> est employé dans les techniques de transmission haute tension. Ni les quantités employées, ni les émissions ne sont actuellement connues.

## 2.5 Précurseurs d'ozone

### 2.5.1 Méthodologie et qualité des données

#### Emissions liées à l'énergie et au secteur industriel

(catégories IPCC 1, 2, 3, et 6)

L'inventaire des émissions des précurseurs de l'ozone troposphérique en Suisse repose sur les données parues dans [OFEFP



1987a]. Elles ont été calculées en 1985/86 et ont été réactualisées une première fois fin 1988. Dans le cas des données pour 1990 (et plus tard), il s'agit donc de données estimées (cf. tableaux A4-4 jusqu'à A4-6).

Pour l'élaboration des données, les sources d'émission ont été regroupées comme suit, par secteur d'activité :

- transports
- résidentiel
- artisanat, services, agriculture
- industrie.

Pour le calcul des émissions des trois derniers secteurs, les statistiques suivantes ont servi de base :

- statistiques de l'énergie, de la production et de la consommation,
- coefficients d'émission correspondants.

La *qualité des données* peut être considérée comme moyenne à élevée. Sur la base des calculs provisoires pour 1990, les émissions liées à l'énergie devraient être inférieures. Les nouvelles données pour les émissions 1990 seront disponibles printemps 1995 (réactualisation en cours).

## **Emissions liées aux transports**

(catégorie IPCC 1A3)

Les émissions des transports sont également tirées du rapport OFEFP [1987a] susmentionné. Elles ont été calculées en multipliant les km parcourus par chaque catégorie de véhicule par le coefficient d'émission correspondant exprimé en g/km en fonction de la vitesse moyenne. Ces données sont également en cours de réactualisation.

## **Emissions liées à l'agriculture**

(catégorie IPCC 4)

Les cultures agricoles et les sols cultivés sont connus pour émettre des oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ), du méthane et d'autres hydrocarbures. En particulier l'émission de  $\text{NO}_x$ , liée à la transformation microbologique des engrais azotés organiques et minéraux, n'est pas négligeable.

Au niveau mondial, on estime que ces processus produisent 7 % des émissions d'oxydes d'azote. La quantification précise des émissions d'oxydes d'azote d'origine agricole n'a pas encore été réalisée en Suisse.

## 2.5.2 Inventaire 1990

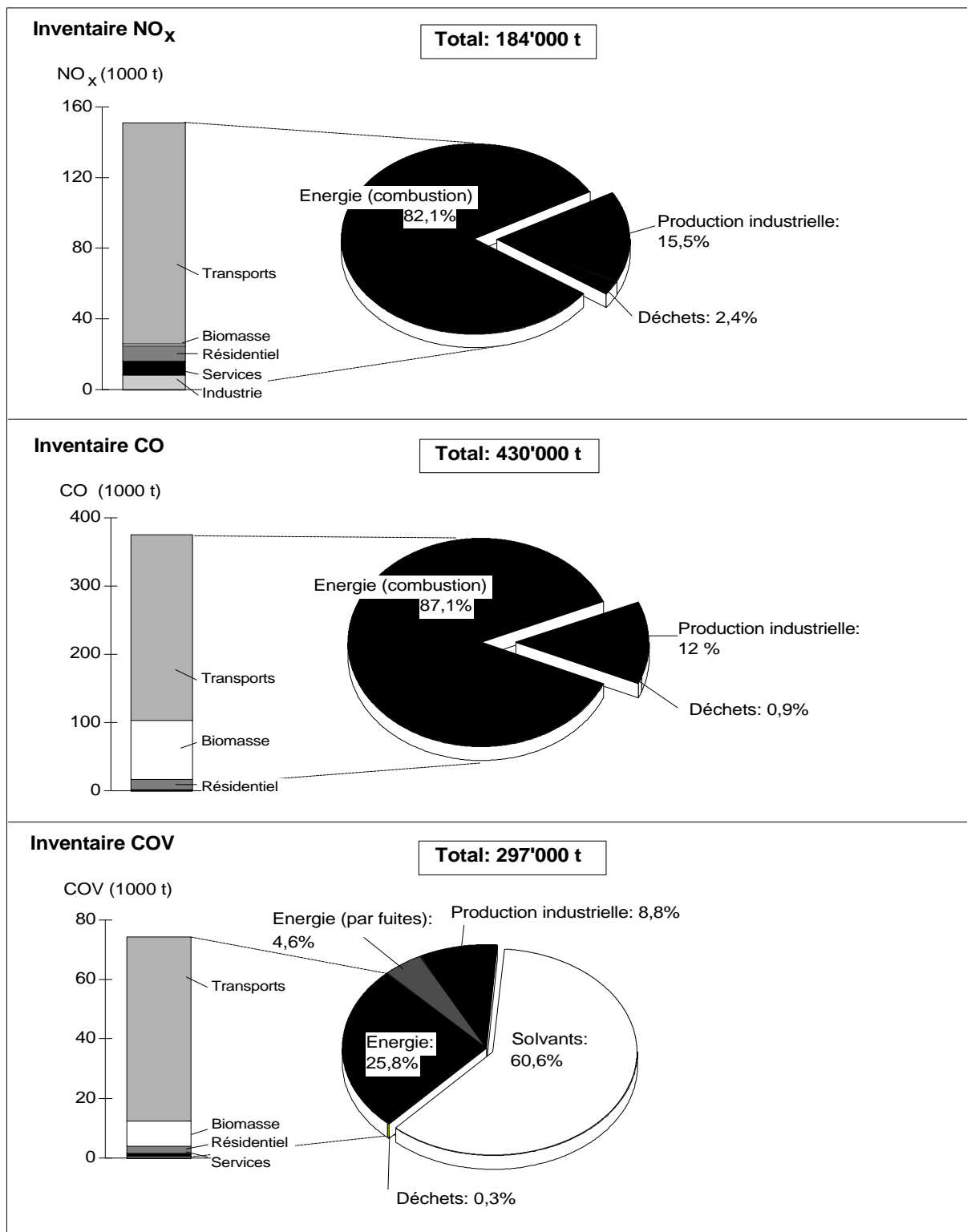
Inventaire 1990 gaz précurseurs (en milliers de tonnes)						
IPCC	Source		Quantité de base	NO <sub>x</sub>	CO	COV
1 A	Energie (combustion)			151,0	374,7	76,5
1 A 1	Transformation de l'énergie			inclus sous industrie		
1 A 2	Industrie		66 PJ	8,5	1,0	0,7
1 A 3	Transports			124,8	270,5	64,0
1 A 4	Services, artisanat		100 PJ	8,1	1,5	1,0
1 A 5	Résidentiel		189 PJ	8,5	15,3	2,5
1 A 6	Agriculture et foresterie			inclus sous services		
1 A 7	Autres (incinération des déchets)			0	0	0
1 A 8	Biomasse		16 PJ	1,1	86,4	8,3
1 B	Energie (fuites)			0	0	13,6
1 B 1	Fuites dans le transport du fuel			0	0	13,6
2	Production industrielle			28,5	51,7	26,0
2 A	Industrie du métal et de l'acier			0	11,0	0,2
2 B	Industrie des métaux non ferreux			<0,1	15,8	0,7
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)			2,2	0,3	0
2 E	Industrie des non-métaux			13,6	13,7	0,8
2 F	Autres			12,6	10,9	24,3
3	Solvants			0	0	180
3 A	Vernis/Imprimeries			0	0	
3 B	Nettoyage/Teintureries			0	0	
3 C	Industrie chimique			0	0	
3 D	Autres			0	0	
4	Agriculture			non estimé		
4 A	Bétail, gaz de fermentation			} émissions non estimées		
4 B	Engrais de ferme, stockage					
4 D	Epandage d'engrais, utilisation du sol					
5	Changements d'affectation du sol/Foresterie			non estimé		
5 A	Défrichage			} émissions non estimées		
5 B	Cultures					
5 C	Foresterie et reboisement					
5 D	Jachères					
6	Déchets			4,5	4,0	0,9
6 A	Décharges			non estimé		
6 B	Stations d'épuration			0,4	non estimé	
6 C	Usines d'incinération			4,1	4,0	0,9
Total				184	430	297

Légende: PJ: pétajoule

**Tableau 2.4 — Inventaire de gaz précurseurs en 1990 par source**

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont comprises dans les émissions de COV

Qualité des données: moyenne à élevée



**Figure 2.4 — Inventaire des gaz précurseurs en Suisse, 1990**

## 2.6 Vue d'ensemble

Le tableau 2.5 présente le bilan. Pour les gaz à effet de serre, les valeurs d'émissions sont données en équivalents- $\text{CO}_2$ , calculés en multipliant les quantités de gaz émises par les PRG des différents gaz. Les valeurs de PRG sont celles fournies par l'IPCC (cf. tableau A2-22).

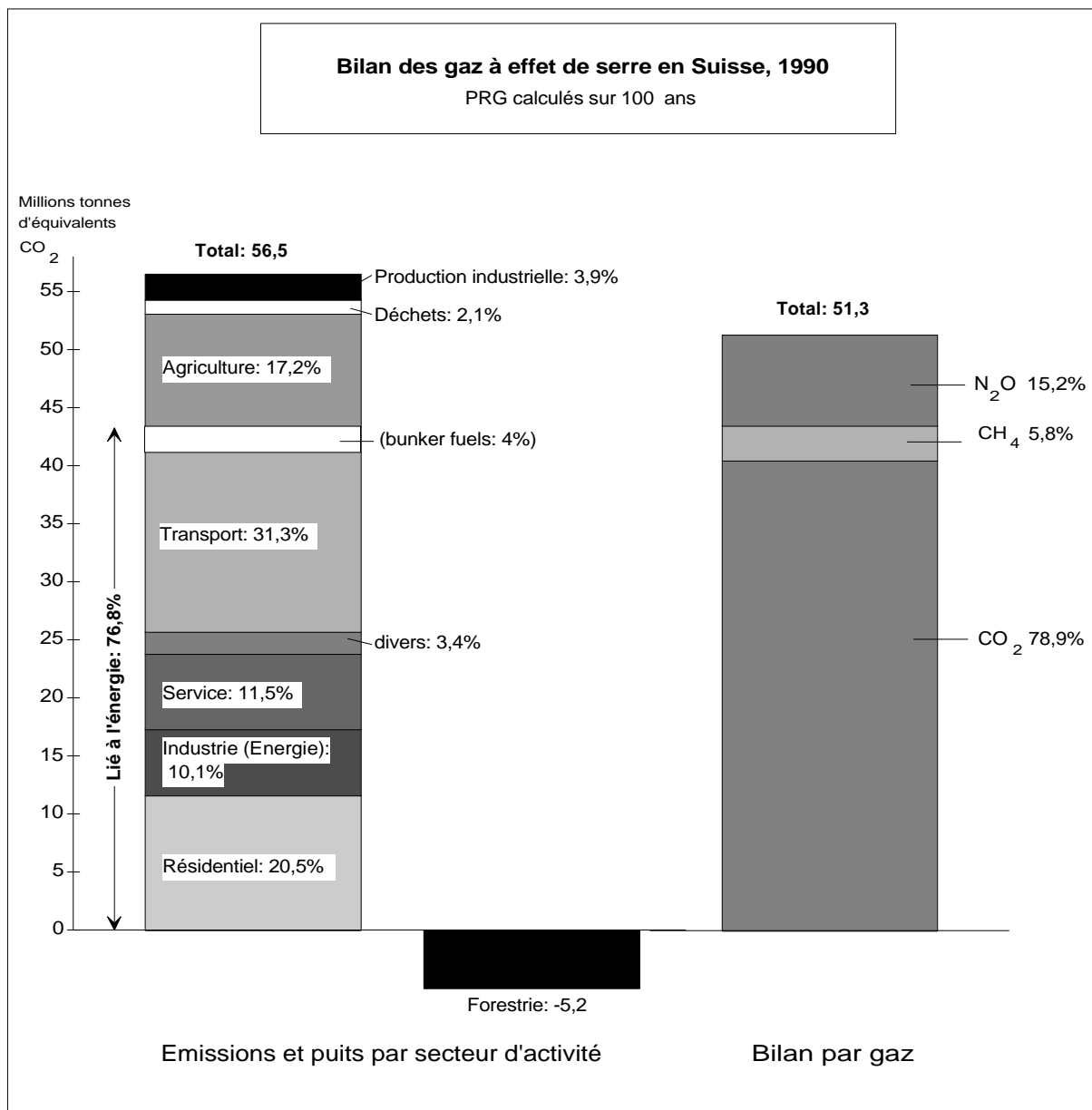
La figure 2.5 illustre les contributions relatives des différents gaz à effet de serre, ventilées par gaz et par secteur d'activité.

La contribution du  $\text{CH}_4$  est en partie sous-estimée dans la mesure où, pour la plupart des secteurs d'activité, les émissions de méthane n'ont pas été comptabilisées séparément des émissions de COV (voir à ce sujet les sections 2.2 et 2.5).

<b>Inventaire 1990</b> millions de tonnes d'équivalents- $\text{CO}_2$	<b><math>\text{CO}_2</math></b>	<b><math>\text{CH}_4</math></b>	<b><math>\text{N}_2\text{O}</math></b>	<b>PFC</b>	<b>HFC</b>	<b><math>\text{SF}_6</math></b>	<b>Total</b>
Energie	42,9	0,1	0,4	-	-	-	43,4
Industrie	2,1	-	0,1	-	-	-	2,2
Solvants	0	0	0	-	-	-	0,0
Agriculture	0	2,4	7,3	-	-	-	9,7
Foresterie	-5,2	-	-	-	-	-	-5,2
Déchets	0,7	0,5	-	-	-	-	1,2
<b>Total</b>	<b>40,5</b>	<b>3,0</b>	<b>7,8</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>51,3</b>

<b>Inventaire 1990</b> <b>Précurseurs</b>	<b><math>\text{NO}_x</math></b> <b>× 1000 t</b>	<b>CO</b> <b>× 1000 t</b>	<b>COV</b> <b>× 1000 t</b>
Energie	151	375	90
Industrie	28	51	26
Solvants	-	-	180
Agriculture	-	-	-
Foresterie	-	-	-
Déchets	5	4	1
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>430</b>	<b>297</b>

**Tableau 2.5 — Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre (millions de tonnes d'équivalents- $\text{CO}_2$ ) et des précurseurs (en milliers de tonnes) en 1990**



Note: La part de CH<sub>4</sub> est sous-estimée car les émissions de méthane provenant de l'énergie et de la production industrielle n'ont pas pu être inventoriées séparément.

**Figure 2.5 — Bilan des gaz à effet de serre en Suisse, 1990**

## 3 Mesures

### 3.1 Politique en matière de changement climatique en Suisse

#### 3.1.1 Les principes de la politique suisse de l'environnement

La Suisse dispose d'une loi moderne sur la protection de l'environnement, entrée en vigueur en 1985. Bien que la question du changement climatique n'y soit pas mentionnée explicitement, cette loi contient des principes généraux qui sont aussi importants pour la politique nationale dans le domaine du climat. Il s'agit des principes de prévention, de causalité et d'information du public.

##### *Principe de prévention*

Selon ce principe, il faut réduire, à titre préventif et assez tôt, toutes les atteintes qui pourraient devenir nuisibles ou incommodantes. Il importe de limiter les émissions dans la mesure permise par l'état de la technique et les conditions d'exploitation et pour autant que cela soit économiquement supportable.

##### *Causalité (principe du pollueur-payeur)*

Celui qui est à l'origine des émissions doit assumer les frais engendrés par les mesures nécessaires pour les réduire. Le principe de causalité correspond dans une large mesure au principe de la répartition équitable des efforts formulé dans l'article 3 de la

Convention sur le climat. Selon ce principe d'équité, les pays industrialisés, en tant que principaux responsables des émissions mondiales de CO<sub>2</sub>, doivent assumer la part principale des efforts visant à résoudre le problème.

##### *Information du public*

Le public doit être informé régulièrement par les services fédéraux et cantonaux de protection de l'environnement sur la situation de la pollution de l'environnement et sur les mesures à prendre en vue de la réduire.

Sur la base de la loi sur la protection de l'environnement, différentes dispositions d'exécution (ordonnances) ont été édictées, chacune concernant un domaine particulier.

Deux séries de mesures revêtent une importance particulière pour la limitation des émissions de gaz à effet de serre :

- les mesures visant à lutter contre la pollution de l'air, qui s'appuient sur la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air de 1986;
- les mesures visant à réduire les émissions de CFC, qui se fondent sur les dispositions de l'ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement.

Parmi les mesures visant à lutter contre la pollution de l'air, celles relatives à la réduction des précurseurs de gaz à effet de serre

(CO, NO<sub>x</sub>, COV) sont particulièrement importantes dans le contexte du changement climatique. Par rapport aux niveaux maxima atteints entre la fin des années 80 et 1993, ces émissions ont été réduites de 30 % pour les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et de 23 % pour les composés organiques volatils (COV). Mais les émissions de ces deux polluants atmosphériques doivent encore être réduites pour atteindre les objectifs fixés dans la stratégie de lutte contre la pollution de l'air. Les objectifs de la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air concordent donc avec les objectifs de la politique sur le climat.

La contribution des CFC aux émissions de gaz à effet de serre en Suisse devrait être ramenée à presque zéro d'ici à 1996. Rappelons que les CFC sont contrôlés par le Protocole de Montréal et non par la Convention-cadre sur les changements climatiques.

A l'heure actuelle, le droit suisse en matière d'environnement ne couvre toutefois qu'une partie du programme relatif au climat. Par exemple, les instruments économiques d'incitation destinés à limiter ou réduire les émissions font encore défaut (cf. chap. 6). En outre, un programme global et cohérent en matière de climat doit encore prendre en compte d'autres domaines, comme en particulier les politiques de l'énergie, des transports, de l'agriculture et des forêts (voir chiffre 3.1.2). Les mesures prises ou décidées jusqu'à présent dans tous les domaines importants sont brièvement décrites sous le chiffre 3.2.

### 3.1.2 Rapport avec d'autres domaines

#### Politique énergétique

Les objectifs environnementaux sont entravés en particulier par la production, la distribution et la consommation d'énergie. L'arrêté sur l'utilisation de l'énergie (AUE) du 14 décembre 1990 et la future loi sur l'énergie renforceront les efforts visant à réduire la consommation d'électricité, d'énergie fossile et les différentes pollutions qui leur sont associées. Les mesures de politique énergétique de la Confédération et des cantons, y compris le programme «Energie 2000» sont des éléments importants de la politique en matière de changement climatique.

Pour le moment, il n'est pas possible de retenir et de «neutraliser» les émissions de CO<sub>2</sub> - produites lors de tout processus de combustion - par des moyens technique-ment et économiquement supportables. C'est pourquoi il n'est possible de les éviter qu'en réduisant la consommation des sources fossiles. Les efforts d'économie d'énergie entrepris jusqu'ici et une production indigène d'électricité ne produisant pratiquement pas d'émissions de CO<sub>2</sub> contribuent, l'absence d'industrie lourde et de ressources d'origine fossiles, à un taux d'émission par tête relativement faible en Suisse.

Le programme «Energie 2000» (arrêté du Conseil fédéral du 6 novembre 1990) a pour objectif de stabiliser la consommation des énergies fossiles et, ainsi, des émissions de CO<sub>2</sub> jusqu'à l'an 2000, puis de les réduire. Le programme vise également une diminution des taux de croissance dans les années 90 et une stabilisation de la demande d'électricité après l'an 2000. L'objectif est d'augmenter la part des

énergies renouvelables dans l'approvisionnement énergétique, d'étendre l'emploi des forces hydrauliques et d'augmenter de 10 % la puissance des centrales nucléaires existantes.

«Energie 2000» repose sur le partenariat et intéresse de nombreux milieux. Par des mesures volontaires et des contributions financières, la Confédération, les cantons, les communes et les organisations non gouvernementales encouragent l'utilisation efficace de l'énergie et le recours aux énergies renouvelables. Les rapports annuels d'«Energie 2000» renseignent sur l'avancement des travaux.

### **Politique des transports**

L'aspect de l'environnement est important dans la politique suisse des transports. La Suisse a d'ailleurs recherché très tôt une conception globale des transports. Dans les années 1970 déjà, les éléments de base d'une conception globale ont été formulés et intégrés - en tant que lignes directrices - dans la politique courante. En raison de l'accroissement de la mobilité, les efforts se sont renforcés ces dernières années.

Les éléments de la politique des transports qui contribuent à limiter les émissions de gaz à effet de serre sont les suivants:

#### *Renforcement des transports publics*

L'amélioration de l'attrait et de la capacité des transports publics constitue le fondement de politique suisse des transports. Le financement des grands chantiers ainsi que des prestations collectives encourage le transfert de la route vers le rail. Les effets positifs de cette politique seront perceptibles aussi à plus long terme.

### *La recherche de la vérité des coûts dans les transports*

L'imputation aux usagers des divers moyens de transport de l'intégralité des coûts qu'ils engendrent pour la société (le principe de la vérité des coûts) est une constante de la politique suisse des transports. Son application progressive, d'abord dans le domaine des transports routiers, permettra un transfert de la route au rail. Des percées ont été faites récemment. C'est ainsi que le peuple, le 20 février 1994, a accepté le principe d'une redevance frappant le trafic poids lourds calculée selon les prestations. Son montant pourra prendre en compte le solde des coûts-utilités externes du trafic poids lourd.

### *Création d'infrastructures respectant l'environnement*

Les grands chantiers pour l'extension des infrastructures routières et ferroviaires sont aménagés selon les critères des études d'impact sur l'environnement. En protégeant les puits et réservoirs, par exemple, des effets positifs peuvent être obtenus au niveau des absorptions de gaz carbonique.

### *Limites d'émissions pour le trafic routier*

La réduction de polluants atmosphériques dues au trafic routier a apporté une contribution précieuse à la réduction des émissions des précurseurs. La réduction de la consommation des carburants visée par la politique énergétique devrait se traduire par des réductions d'émissions de CO<sub>2</sub>.

### *Collaboration internationale*

La dimension internationale de la politique des transports est une composante importante d'une stratégie nationale orientée vers la durabilité. Le trafic de transit à travers les Alpes revêt à cet égard une signification



toute particulière. L'accord de transit entre l'Union européenne et la Suisse engage les parties contractantes à créer, au cours des 10 à 15 prochaines années, de meilleures conditions pour un trafic de transit utilisant le rail.

### **Politique agricole**

La politique agricole suisse s'est donnée une nouvelle orientation depuis le début des années 90. Celle-ci devrait mener l'agriculture à extensifier sa production et à la rendre plus respectueuse de l'environnement. La Confédération veut promouvoir l'orientation de la production végétale et les programmes écologiques (production intégrée, culture biologique, surface de compensation écologique, garde des animaux de rente en plein air) à l'aide d'incitations financières.

Ces différentes mesures ont pour objectif:

- de promouvoir une agriculture respectueuse de l'environnement et adaptée au site,
- de stabiliser la production céréalière,
- de favoriser la diversité de la flore et de la faune,
- d'abaisser la charge en nitrate et en phosphate des eaux souterraines et des eaux de surface,
- de réduire l'utilisation des intrants comme par exemple les engrais du commerce et les produits de traitement des plantes,
- de promouvoir la détention contrôlée des animaux de rente.

Les mesures appliquées pour atteindre ces buts portent indirectement sur la protection du système climatique. Au total, la nouvelle

orientation de la politique agricole suisse réduira le nombre d'animaux de rente ainsi que les quantités d'engrais et de produits de traitement des plantes. En conclusion, cette nouvelle orientation, bien que n'influençant qu'indirectement la politique liée aux modifications climatiques, est en parfait accord avec les objectifs visant à diminuer les émissions de gaz à effet de serre.

### **Politique forestière**

La loi sur la forêt exige que cette dernière soit conservée quantitativement et qualitativement. La superficie forestière ne doit pas diminuer. Les défrichements, la surexploitation ou les coupes chaires sont en principe interdits. Cette protection concerne aussi les forêts qui se sont formées suite à l'évolution naturelle de terres agricoles laissées en friches.

L'exploitation doit s'effectuer de manière durable et proche de la nature. Un soin minimal de la forêt est obligatoire, à moins d'être explicitement considéré comme non indispensable. Le soutien à l'économie forestière doit éviter les trop grandes fluctuations dans l'exploitation - et leurs effets sur le bilan de CO<sub>2</sub>. La Confédération soutient ces tâches par des subventions (1990: 274 millions de francs - dégâts exceptionnels; moyenne 1985-89 : 123 millions de francs).

Pour les années 1995 à 2000, les cantons se sont fixé pour objectif d'augmenter l'exploitation. Par rapport aux années 1983-87, cette augmentation devrait être de 18 %.

## 3.2 Description des mesures

### 3.2.1 Energie et industrie

#### Mesures visant à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

Les mesures de politique énergétique en vigueur ou déjà décidées sont présentées dans le tableau 3.1. Sur le plan national, les mesures particulières reposent sur l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie (AUE) du 14 décembre 1990, et sur l'ordonnance sur l'utilisation de l'énergie.

Ces bases juridiques sont valables jusqu'à l'année 1998. On peut considérer que les mesures correspondantes vont être poursuivies sur la base de la future loi sur l'énergie (voir chiffre 6.1.2).

Les différentes catégories de mesures font partie intégrante du Programme «Energie 2000», en particulier pour ce qui touche aux incitations financières, aux accords volontaires, ainsi qu'aux actions d'information et de conseil. En outre, les prescriptions et mesures de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair, état au 1<sup>er</sup> février 1992) la consommation d'énergie constituent un point d'ancrage politique important. Les exigences d'exécution de l'OPair (délais, prescriptions) doivent être respectées.

Les mesures sont classées d'après leur degré d'efficacité. Les instruments suivants, présentés ici par catégorie de mesures, sont amenés à jouer un rôle important :

- Valeurs cibles ou valeurs limites pour les installations utilisant de l'énergie:
  - dans les secteurs des ménages et des services (appareils électriques ménagers, électronique de divertissement, appareils de bureau),

- dans le secteur de la construction (demande d'énergie pour le chauffage des bâtiments, efficacité des installations de chauffage),
- dans le secteur des transports (véhicules à moteur).

- Prescriptions d'exécution et d'autorisation:
  - décompte individuel des frais de chauffage et d'eau chaude,
  - nouveaux chauffages électriques à résistance.
- Incitations financières par le biais des programmes de soutien (soutien direct et indirect).
- Accords volontaires pour une utilisation économe et rationnelle de l'énergie.
- Campagnes d'information et de conseil, programmes de formation et de formation continue.

#### Mesures visant à la réduction des émissions de méthane

##### *Mesures dans le domaine du traitement des déchets*

En Suisse, depuis 1991, tous les déchets incinérables doivent être brûlés dans des installations adéquates. Cette mesure réduit les émissions de méthane produites par les décharges. D'autre part, l'utilisation énergétique des gaz des stations d'épuration, fortement soutenue financièrement depuis 1991, réduit les émissions de méthane de ces dernières.

Domaines d'application	Mesures et dates de mise en oeuvre
<b>1. Outils, appareils</b>	<i>Valeurs cibles</i> pour 1. appareils ménagers (1994) <sup>1)</sup> 2. électronique de divertissement, appareils de bureau (1994) 3. autres appareils (1995)
<b>2. Véhicules à moteur</b> (voir section 3.2.2)	Hypothèse : diminution de la consommation des nouvelles voitures de 1 % par an jusqu'à 2030
<b>3. Bâtiments</b>	
<b>3.1 Chaleur ambiante</b>	1. Valeurs limites pour les nouvelles constructions (1997) 2. Valeurs limites plus strictes pour les nouvelles constructions (2010) 3. Valeurs limites pour les transformations (1997)
<b>3.2 Eau chaude</b>	1. Décompte individuel des frais d'eau chaude (prescription d'exécution) pour les nouvelles constructions (1992) 2. Valeurs limites pour les réservoirs (1990)
<b>3.3 Installations de chauffage</b>	1. pertes max. par les effluents gazeux 2. pertes max. de distribution
<b>3.4 Décomptes individuels des frais de chauffage</b>	1. Pour les nouvelles constructions (1992) 2. Pour les bâtiments existants (1998)
<b>3.5 Chauffage électrique</b>	Prescriptions d'autorisation pour les nouveaux chauffages à résistance
<b>3.6 Ventilation</b>	Nouvelles constructions (1995)
<b>3.7 Autres installations</b>	Nouvelles constructions (1995)
<b>4. Industrie</b>	
Température des locaux et procédés	Limitation des émissions
Electrotechnique	Accords volontaires
<b>5. Substitution</b>	Développement du chauffage à distance
<b>6. Taxes</b>	Application de la TVA à l'électricité et aux combustibles (1995). Déduction fiscale pour les investissements dans l'utilisation rationnelle de l'énergie et l'utilisation d'énergies renouvelables dans des bâtiments existants privées (dès le 1.1.95)
<b>7. Programmes d'actions</b>	Encouragement à formation, à la formation continue, à la recherche et au développement; actions d'information et de conseil; soutien direct à l'emploi des énergies renouvelables

1) les chiffres entre parenthèse indiquent l'entrée en vigueur au niveau fédéral

**Tableau 3.1 — Mesures de politique énergétique décidées, par domaine d'application**

L'ordonnance sur le traitement des déchets (OTD) du 10 décembre 1990 (entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> février 1991) exige des cantons qu'ils prévoient, dans leur planification, l'incinération de tous les déchets incinérables et qu'ils mettent sur pied les installations d'incinération supplémentaires nécessaires.

Seuls les déchets chimiquement stables et non solubles dans l'eau, contenant des composés minéraux, peuvent encore être mis en décharge.

Ce concept de gestion des déchets doit avant tout permettre de limiter le plus possible les répercussions négatives de l'élimination des déchets sur l'eau, le sol, le paysage et l'air.

L'obligation d'incinérer les déchets représente également une mesure efficace de réduction des émissions de méthane produites par les déchets.

Cet effet bénéfique est cependant partiellement compensé par le fait que l'incinération des déchets conduit à des émissions de gaz carbonique. Toutefois, l'énergie produite par l'incinération est récupérée, ce qui permet d'économiser des combustibles fossiles.

L'application de l'ordonnance législative est placée sous la responsabilité des cantons. Ceux-ci doivent présenter leur planification détaillée du traitement des déchets avant le 1<sup>er</sup> février 1996.

## **Mesures pour la réduction des gaz précurseurs**

### *Valeurs limites d'émission pour les installations de chauffage stationnaires*

La réduction des émissions de gaz précurseurs relève de la politique suisse de la protection de l'air.

Sont concernés tous les précurseurs importants tels que les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), les hydrocarbures (COV) et le monoxyde de carbone (CO).

A cet égard, la base législative la plus importante est l'Ordonnance suisse sur la protection de l'air (OPair) du 16 décembre 1985.

Depuis le 1<sup>er</sup> février 1992, de nouvelles limites plus sévères sont valables dans les domaines suivants :

- réduction des émissions d'oxyde d'azote des installations de chauffage,
- réduction des émissions d'oxyde d'azote des processus industriels à haute température (industries du ciment et de l'acier),
- réduction des émissions de COV dans l'industrie et lors du transbordement de l'essence.

La réduction des émissions de polluants s'effectue par une adaptation des valeurs limites actuelles au nouvel état d'avancement de la technique.

Ainsi, pour les émissions d'oxyde d'azote, les valeurs limites ont-elles été réduites de moitié par rapport à la réglementation antérieure. Seules les technologies "low-NO<sub>x</sub>" pour les installations d'incinération et de chauffage (ou des installations de réduction catalytique sélective) permettront d'at-

teindre les nouvelles valeurs limites. Ces dernières sont valables pour toutes les installations de chauffage (chauffage domestique, chauffage industriel, couplage chaleur-force, grandes centrales).

Pour les émissions de COV, les assouplissements valables jusqu'ici ont été abolis dans les domaines artisanal et industriel de traitement des surfaces. Les récupérateurs de vapeurs ont été nouvellement introduits sur les sites de transbordement d'essence («Stage I» et «Stage II»).

L'objectif de ces mesures est une réduction importante des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV en Suisse. Les prescriptions sont appliquées par les cantons alors que l'expertise-type des chauffages domestiques relève du domaine de compétence de la Confédération. Les nouvelles valeurs limites sont obligatoires autant pour les nouvelles installations que pour les installations existantes. Ces dernières doivent généralement être assainies dans un délai de 5 à 10 ans.

### 3.2.2 Transports

#### Mesures visant à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>

##### *Réduction de la consommation de carburant des voitures*

###### ➤ Base législative:

Sur la base de l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie du 14 décembre 1990, la Confédération peut édicter des réglementations relatives à consommation pour les véhicules à moteur et exiger que des indications sur la consommation d'énergie figurent sur les documents d'accompagnement.

###### ➤ Concept:

Une première étape consiste à rechercher une solution par le biais des valeurs cibles. Des valeurs limites sont prévues dans une seconde étape, dans le cas où les valeurs cibles ne seraient pas atteintes.

Pour l'heure, l'administration fédérale prépare un projet d'ordonnance dans lequel les valeurs cibles seront arrêtées. Bien qu'aucune sanction n'est prévue en cas de non respect de ces valeurs-cibles, elles n'en constitueraient pas moins un signal politique. Comme la Suisse ne peut pas faire cavalier seul, le projet d'ordonnance s'appuiera sur les nouvelles normes de l'Union européenne, qui seront introduites en 1995. Cette mesure ne pourrait donc entrer en vigueur qu'en 1995 au plus tôt.

L'argument principal des importateurs d'automobiles, selon lequel le marché suisse est trop restreint, a été pris en compte par le Département de l'énergie et des transports, qui a porté la question au niveau international, en particulier dans le cadre de la Conférence européenne des ministres des transports (CEMT) et de l'Agence internationale de l'énergie (AIE). Il s'agit par là de sensibiliser également les constructeurs.

###### ➤ Importance:

Cette mesure constitue une contribution importante à la réalisation des objectifs d'«Energie 2000» et à la stabilisation des émissions de CO<sub>2</sub>. Elle ne déploiera ses effets qu'à moyen terme, une fois que les véhicules actuellement en service auront été remplacés par des nouveaux.

##### *Relèvement du prix des carburants*

###### ➤ Base législative

Un relèvement des droits de douane sur les

carburants procure un financement du réseau routier conforme au principe de causalité. Les exigences croissantes en infrastructure ont déjà rendu nécessaire à plusieurs reprises une telle augmentation. La dernière augmentation du droit de base a été acceptée en votation populaire le 7 mars 1993.

➤ Concept:

Le droit de douane sur les carburants (essence et diesel) a été augmenté de 20 centimes par litre le 8 mars 1993. Cela correspond - rapporté au prix de l'essence - à une augmentation de 20 %. En quelque sorte, le prix suisse a ainsi été adapté au niveau des prix des pays voisins. La moitié de la recette nette du droit sur les carburants est affectée et doit ainsi être utilisée pour des projets d'infrastructure dans le domaine des transports.

➤ Importance:

Un prix du carburant plus élevé incite à rouler en économisant de l'énergie et réduit le tourisme de l'essence (achat d'essence en Suisse de la part de résidents des pays voisins). Cela a une influence directe et positive sur la libération d'émissions de CO<sub>2</sub>. On s'attend à une réduction de 5 à 10 % de la consommation de carburant dans le trafic routier. Un effet est également sensible sur les gaz précurseurs (NO<sub>x</sub>, COV, CO).

*Construction de nouvelles transversales ferroviaires alpines*

➤ Base législative:

Lors de la votation référendaire du 27 septembre 1992, l'arrêté fédéral sur la construction des transversales ferroviaires alpines suisses a été accepté. C'est ainsi que la Suisse veut contribuer, au niveau international, à l'élaboration d'un réseau européen à grande vitesse, afin de déplacer à

l'avenir le trafic des poids lourds vers le rail. Elle met ainsi en application l'accord de transit passé avec l'Union européenne.

➤ Concept:

Le concept comprend l'aménagement des axes de transit du Gothard (mise en exploitation prévue en 2007) et du Lötschberg (2005). Ces deux nouveaux tronçons à grands débits permettent d'augmenter la capacité de transit à 69 millions de tonnes par an. Dans sa décision de l'avant-projet, le Conseil fédéral va encore fixer le calendrier précis pour la réalisation des étapes du chantier. Avec un nouvel article constitutionnel accepté en votation populaire le 20 février 1994 (dans le cadre de l'«Initiative des Alpes»), la région alpine doit désormais être protégée des incidences négatives du trafic de transit. Les mesures à prendre vont dans le sens d'un transfert de la route vers le rail (voir chiffre 6.1.2).

➤ Importance:

La construction des nouveaux axes de transit fournit - compte tenu des mesures d'accompagnement - une contribution considérable au transfert à long terme du trafic de transit en forte croissance vers le rail et à la réduction du trafic de contournement. Cela réduira durablement les émissions de CO<sub>2</sub> et aura également des effets positifs sur les précurseurs (NO<sub>x</sub>, COV, CO).

*Programmes d'économies d'énergie dans les transports*

Le secteur «Carburants» du programme d'action «Energie 2000» a pour tâche de promouvoir un comportement de «mobilité» économe et soucieuse de l'environnement par des actions d'information et l'offre de divers autres services. Dans ce groupe sont représentées les associations du secteur suisse des transports. Le soutien

à la gestion des transports dans les villes, la promotion du car-sharing, l'éducation en matière de conduite économe chez les exploitants de parcs d'automobiles ainsi que diverses campagnes d'information et d'autres manifestations comptent parmi les activités de ce groupe.

### **Mesures pour la réduction des gaz précurseurs**

#### *Réglementation fédérale sur les gaz d'échappement*

➤ **Base législative:**

S'appuyant sur la loi sur la protection de l'environnement, la Confédération a édicté une ordonnance sur les gaz d'échappement dans le but de réduire les émissions de polluants atmosphériques. Celle-ci détermine des valeurs limites d'émissions et des horizons temporels différenciés suivant les moyens de transport.

➤ **Concept:**

Des valeurs limites d'émissions sont fixées pour le NO<sub>x</sub>, les COV, le CO et le SO<sub>2</sub> pour les véhicules privés et de livraison, les camions, les motos et les cyclomoteurs (nouvellement mis en circulation). Elles correspondent à peu près à la réglementation en vigueur au sein de l'Union européenne.

➤ **Importance:**

La réglementation s'appliquant aux gaz d'échappement représente la mesure la plus efficace pour la réduction des émissions dans le domaine des transports. En particulier, l'obligation d'équiper les véhicules privés d'un pot catalytique (depuis le 15 novembre 1987) a permis d'entreprendre assez tôt la reconversion du parc de véhicules, ce qui a eu un effet positif sur les précurseurs (NO<sub>x</sub>, COV, CO). La réduction

des émissions dans le domaine des transports atteint - selon les polluants - entre 50 et 80 %.

#### *Mesures cantonales et communales de protection de l'air dans le domaine des transports*

➤ **Base législative:**

Se fondant sur la loi fédérale sur la protection de l'environnement, l'ordonnance sur la protection de l'air du 16 décembre 1985 (OPair) exige l'amélioration de la qualité de l'air. Ce sont spécialement les charges de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et d'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>) qui sont critiques. Ainsi, la réduction des précurseurs NO<sub>x</sub> et COV est-elle prioritaire. Les cantons sont responsables de l'exécution.

➤ **Concept:**

Les plans cantonaux contiennent une multitude de mesures dans le domaine des transports. Il s'agit principalement :

- d'une politique restrictive en matière de places de parc (réduction du nombre de places de stationnement du domaine public et allègement de l'obligation d'aménager des places de parc privées),
- de mesures d'accompagnement pour la promotion des transports publics à courte distance (amélioration de la vitesse commerciale, réduction de la capacité du trafic routier),
- de la réduction de la vitesse sur les axes principaux,
- de mesures de ralentissement du trafic dans les quartiers d'habitation,
- de l'introduction d'installations de récupération des vapeurs dans les stations-service.

La mise en application de ces mesures est en cours. C'est avant tout aux endroits où les émissions sont les plus élevées (grandes villes) que des premiers succès ont été obtenus.

➤ Importance:

Ce paquet de mesures fait partie d'une stratégie globale de réduction du volume du trafic et de ses émissions dans la perspective du développement durable. La réduction du volume global du trafic contribue de manière significative à limiter la formation d'ozone troposphérique et a également un effet positif sur la libération de CO<sub>2</sub>.

### 3.2.3 Agriculture

Les mesures dans le domaine agricole concernent avant tout la réduction des émissions de CH<sub>4</sub> et de N<sub>2</sub>O.

#### *Mesures de régulation de l'effectif du cheptel*

➤ Base législative:

Dans le domaine agricole, différentes lois contribuent indirectement à la réduction des émissions de GES :

- La loi sur la protection des eaux du 24 janvier 1991 détermine la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines; elle est de surcroît accompagnée d'une campagne concernant l'abandon d'exploitations (places d'animaux de rente).
- L'ordonnance sur l'économie laitière du 1<sup>er</sup> novembre 1989 stabilise la quantité produite (contingentement laitier) et réduit également l'élevage de bétail. Depuis 1980 déjà, le règlement de la Confédération relatif aux subventions

tient compte de cet aspect en ré-compensant, par des mesures d'incitation, les exploitations ayant un petit nombre de têtes de bétail.

➤ Concept:

Il faut distinguer les mesures réglementaires des mesures fiscales.

Les premières fixent directement ou indirectement des effectifs maximaux. La loi sur la protection des eaux définit, par exemple, une valeur limite pour les unités de gros bétail fumure par unité de surface (3 UGBF/ ha).

Les secondes fournissent des incitations financières pour réduire l'effectif du cheptel.

➤ Importance:

Les différentes mesures visant à la réduction de l'effectif du cheptel contribuent aussi indirectement à la réduction des émissions de méthane et de protoxyde d'azote. Les réglementations de la loi sur la protection des eaux révisée ont ici une signification particulière.

#### *Prescriptions d'exploitation*

➤ Base législative:

Tant la loi sur la protection de l'environnement que la loi sur l'agriculture contiennent des prescriptions pour une production respectant l'environnement.

➤ Concept:

L'ordonnance fédérale sur les substances (Osubst) du 16 septembre 1992 règle l'utilisation des engrais; on y prescrit un bilan équilibré des éléments fertilisants. L'ordonnance sur l'orientation de la production végétale et l'exploitation extensive du 2 décembre 1991 (art. 20 LAgr) et l'ordonnance sur les contributions écologiques du 26



avril 1993 (art. 31b L'Agr) encouragent une agriculture plus respectueuse de l'environnement (surface de compensation écologique, production extensive, production intégrée, culture biologique et détention contrôlée des animaux de rente en plein air).

➤ **Importance:**

Chacune des trois mesures exerce un effet positif indirect sur les émissions de gaz à effet de serre (méthane, protoxyde d'azote, partiellement aussi CO<sub>2</sub>).

### **3.2.4 Foresterie**

#### *Extension de la superficie de la forêt*

La mise en application de la loi sur la forêt (cf. chapitre 3.1) conduit à un accroissement de la superficie de la forêt de 3'600 ha par an (moyenne des 120 dernières années). Ce processus aura à l'avenir un effet cumulatif de réduction de CO<sub>2</sub>. Ainsi, le potentiel de réduction après 50 ans est-il estimé à environ 3,7 millions de tonnes de carbone.

Il ne s'agit pas d'une mesure active à proprement parler. L'augmentation de la superficie forestière depuis plusieurs décennies est plutôt le résultat de l'abandon de surfaces agricoles peu productives.

L'effet de l'extension de la superficie forestière et de l'augmentation du capital sur pied n'agit toutefois que durant un certain temps. D'une part, la phytomasse atteint un plafond après environ 100 ans; d'autre part, la surface disponible pour l'afforestation disponible est limitée. Des effets à long terme ne peuvent être réalisés que par une exploitation durable.

### **3.2.5 Effets**

La quantification de l'effet de chaque mesure est difficile en raison de l'existence de trop nombreuses synergies et interactions.

Le tableau 3.2 fournit toutefois une appréciation qualitative de l'effet des mesures sur les émissions de gaz à effet de serre.

	Effets					
Mesures	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	COV	CO
Arrêté sur l'énergie						
Prescriptions pour les déchets						
Valeurs limites pour les chauffages						
Relèvement du prix des carburants						
Transversales alpines						
Règlement sur les gaz d'échap. (transport)						
Mesures cantonales de protection de l'air						
Agriculture						
Foresterie						

Légende : effets



**Tableau 3.2 — Appréciation qualitative des effets de quelques mesures**

### 3.3 Recherche et observation

#### 3.3.1 Participation aux efforts de recherche au niveau international

Au niveau international, les trois programmes de recherche les plus importants en matière de climat et de changement climatique sont le Programme de recherche climatologique mondial (WCRP) de l'Organisation météorologique mondiale, le Programme international géosphère-biosphère (IGBP) du Conseil international des Unions scientifiques (CIUS) et le Programme sur les dimensions humaines des transformations globales de l'environnement (HDP) du Conseil international des sciences sociales.

La participation des scientifiques suisses à ces programmes est coordonnée par la

Commission pour le climat et l'atmosphère (CCA) de l'Académie suisse des sciences naturelles (ASSN) et le comité national du IGBP. En 1990, le secrétariat du sous-programme du IGBP *Changements passés à l'échelle du globe* (Past Global Changes, PAGES) a été établi à Berne. Un autre organe de l'ASSN, ProClim, le Forum suisse pour le climat et le changement global, participe à la promotion de la coopération internationale en servant de point de contact avec les secrétariats des programmes internationaux. En outre, ProClim gère une banque de données des projets de recherche en matière d'évolution du climat. A l'heure actuelle, 110 projets sont liés au IGBP et 50 au WCRP. Plus de 30 projets sont conduits en relation avec le programme HDP.

L'Académie suisse des sciences sociales met actuellement en place un comité natio-

nal du HDP qui devrait être opérationnel dès fin 1994.

### 3.3.2 Recherche en matière d'évolution du climat

Au début de la décennie 1990, deux programmes-cadres de recherche dans des domaines liés directement ou indirectement au problème du réchauffement mondial ont été lancés :

D'une part, le *Programme national de recherche « Changements climatiques et catastrophes naturelles »* (désigné par le sigle PNR31), un programme du Fonds national suisse pour la recherche scientifique (FNRS). D'une durée de 5 ans (1992-96), le PNR31 est doté d'un crédit global de 20 millions de francs. Des scientifiques d'une cinquantaine d'instituts de recherche participent à des groupes d'étude sur les thèmes suivants: « Histoire du climat », « Dynamique du climat », « Hydrologie », « Temps-précipitations », « Glace-neige-crues », « Instabilités de terrain - tremblements de terre », « Écosystèmes », « Catastrophes naturelles - végétation » et « Catastrophes naturelles - société ».

D'autre part, l'effort suisse de recherche dans le domaine du développement de technologies s'inscrit dans le *Programme prioritaire technologie de l'environnement et recherche environnementale* (abrégé *Programme prioritaire environnement PPE*). Le PPE est l'un des six programmes prioritaires lancés en 1991 dans le but de renforcer l'apport scientifique de la Suisse dans le domaine de la recherche de pointe. Le PPE a été doté d'un budget global de 39

millions de francs<sup>6</sup> pour la période 1992-1995. Le PPE se compose de sept domaines de recherche : « Dynamique de l'environnement », « Processus et cycles biogéochimiques », « Diversité biologique », « Penser et agir dans le respect de l'environnement », « Technologie et environnement » et « Développement et environnement ».

Malgré la contribution apportée par ces deux programmes cadres, la plus grande partie de la recherche sur le climat sera à l'avenir développée sous la forme de projets individuels.

Les domaines d'activité de la recherche suisse sur l'évolution du climat sont les suivants:

- les processus régissant le système climatique,
- la surveillance et l'observation du climat,
- la modélisation du climat,
- l'étude des sources et des puits de gaz à effet de serre,
- l'étude des impacts du changement climatique sur les écosystèmes,
- les aspects socio-économiques (incidences comprises),
- les mesures de parade.

La majeure partie de l'effort scientifique porte actuellement sur les deux premiers domaines, à savoir les processus régissant le système climatique (42 %) et l'observation (21 %). Les travaux portant sur les aspects socio-économiques du changement

---

<sup>6</sup> Dont 5 millions de francs sont financés par la Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire (DDA).

climatique et sur les mesures de parade<sup>7</sup> représentent respectivement 5,5 % et 3,7 % de la recherche sur l'évolution du climat (Figure 3.1).

L'étude des *impacts du changement climatique* concerne en premier lieu les écosystèmes terrestres (40 %) et le cycle hydrologique (20 %). Un accent moins important est mis sur la variabilité du climat (14,5 %) et l'étude des impacts basée sur les climats du passé (12,7 %) (Figure 3.2).

#### *Investissements alloués à la recherche en matière de climat*

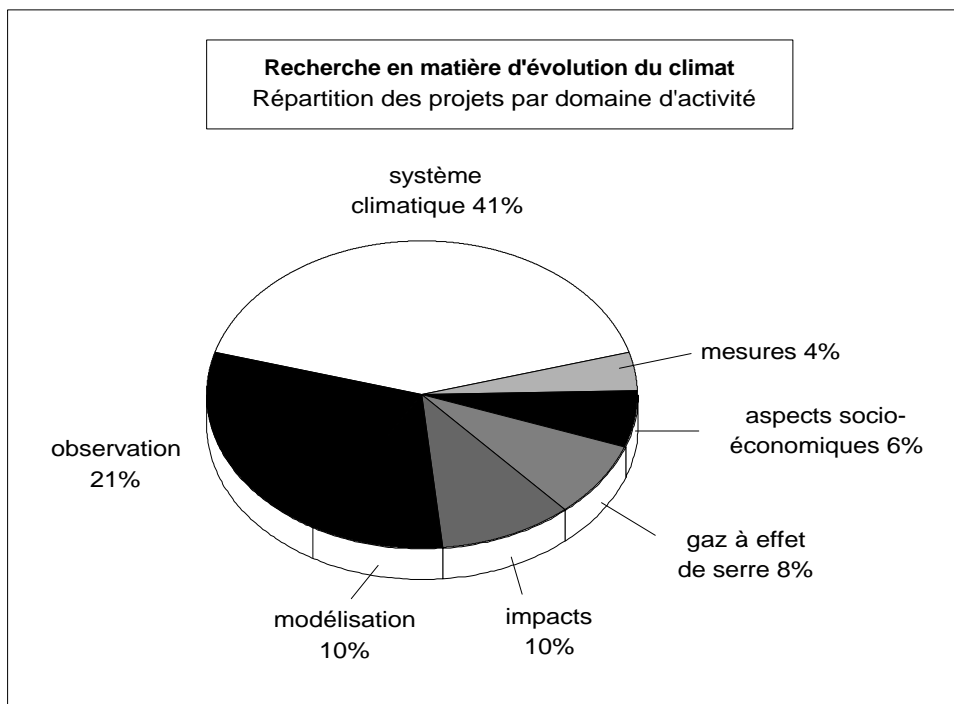
On estime que les investissements publics consacrés en Suisse à la recherche et à l'observation dans les domaines touchant aux changements climatiques s'élèvent actuellement à 29 millions de francs par an, ce qui correspond à environ 0,01 % du PNB. Les principales sources de financement pour la recherche dans le domaine du climat sont présentées à la figure 3.3. A ces investissements s'ajoutent les fonds alloués à la recherche et au développement énergétiques, dont une part considérable intéresse directement la question du changement climatique (Figure 3.3).

Les institutions participant au financement et à la coordination de la recherche suisse en matière d'évolution du climat sont

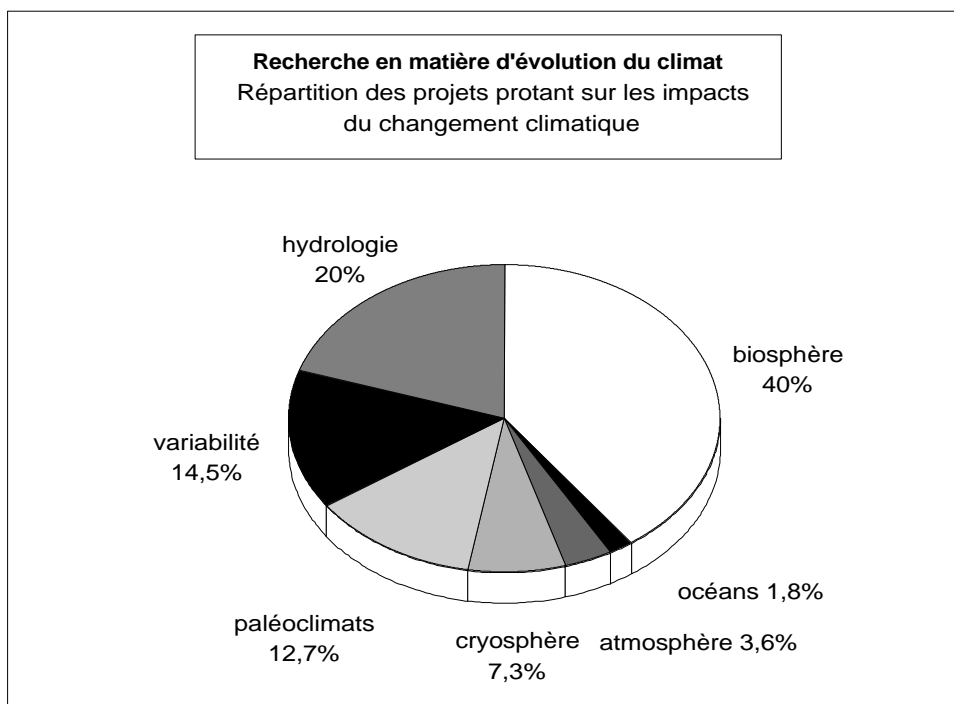
- l'Institut suisse de météorologie (ISM),
- le Fonds national de la recherche scientifique (FNRS) et les organes de gestion des programmes PNR31 et PPEnvironnement,
- différents offices fédéraux (OFEFP, OFES, OFEN, OFAG),
- le service hydrologique et géologique national (SHGN),
- le Conseil des Ecoles polytechniques fédérales,
- l'Académie suisse des sciences naturelles (ASSN) et sa Commission pour le climat et l'atmosphère (CCA), le comité national du Programme international géosphère-biosphère (IGBP) et ProClim (Forum suisse pour le climat et le changement global),
- l'Organe de direction et de coordination du DFI «Observation de l'environnement» (LEKUB).

---

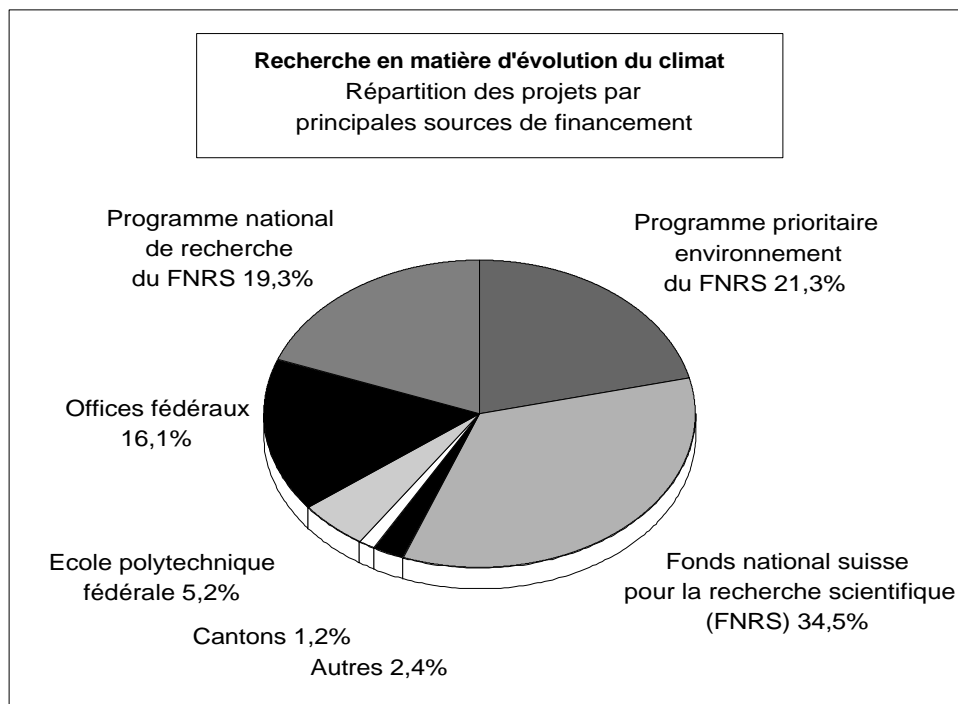
<sup>7</sup> Il est nécessaire de noter ici que cette énumération ne couvre pas la recherche énergétique dont la catégorie «mesures» représente une part importante.



**Figure 3.1 — Répartition des projets par domaine d'activité**



**Figure 3.2 — Répartition des projets portant sur les impacts du changement climatique**



**Figure 3.3 — Principales sources de financement**

### 3.3.3 Recherche dans le domaine de la protection de l'air

En Suisse, la recherche institutionnelle (hautes écoles, universités, etc.) s'oriente sur les axes suivants: techniques de réduction des immissions et émissions, modèles de transport et de propagation des polluants atmosphériques et des GES, mesures du taux d'ozone dans la stratosphère, chimie atmosphérique, incidences de la pollution atmosphérique sur la fréquence et l'évolution de maladies des voies respiratoires et d'allergies (programme national de recherche 26 : *Homme, santé, environnement*) ainsi que la reconstitution de la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre au cours du passé par analyse de carottes glaciaires (programme national de recherche 31 : *Modifications climatiques et catastrophes naturelles*).

Les axes principaux de la recherche appliquée dans le domaine de la protection de l'air sont les photooxydants (particules – suie de Diesel – affectant les poumons), les polluants atmosphériques cancérigènes ainsi que la déposition de polluants (eutrophisation et acidification d'écosystèmes).

### 3.3.4 Recherche dans les secteurs particuliers

#### Recherche énergétique générale

En 1993, les dépenses du secteur public pour la recherche énergétique (y compris les installations pilotes et de démonstration) se sont élevées à 223 millions de francs. Les domaines de recherche principaux sont les «énergies renouvelables» (55 millions de francs), les «technologies de soutien» (45

millions de francs) et l'«utilisation rationnelle de l'énergie» (37 millions de francs). Le domaine de la «combustion efficiente et propre», doté de quelque 18 millions de francs, de même que la «recherche socio-économique dans la domaine de l'énergie» (13 millions de francs), sont également pertinents du point de vue de la problématique du changement de climat. Les axes principaux actuels de la recherche socio-économique sont l'étude des scénarios, l'évaluation des mesures politiques (ex-post et ex-ante) et la détermination des externalités environnementales.

Dans le domaine des transports, un nouveau programme «Transports et environnement» a été lancé dans le cadre du Fonds national (FNRS). L'objectif consiste à fixer des priorités dans le cadre de la politique globale des transports. On y met notamment l'accent sur les nouveaux systèmes de transports.

En outre, la Suisse participe à divers projets internationaux (projets de recherche de l'UE, COST, AIE) contenant une dimension environnementale.

### **Agriculture**

Les projets du programme national de recherche 31 (PNR31) portant sur l'agriculture étudient les conséquences écologiques et socio-économiques aux niveaux local et régional afin de fournir les bases nécessaires à l'élaboration de plans d'action et de stratégies d'adaptation. La recherche sur les émissions de GES liées à la production agricole poursuit un but semblable. La recherche appliquée se concentre sur les bilans écologiques de la production des matières premières renouvelables - ces der-

nières permettraient d'apporter une contribution à la réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

### **Foresterie**

Les programmes de recherche PNR31 et PPE examinent les incidences d'un changement climatique sur la forêt au niveau régional.

Plusieurs programmes COST prévus traitent également de ces questions. Par ailleurs, divers projets particuliers évaluent les modifications de la végétation que pourrait entraîner un changement climatique.

### **3.3.5 Observation**

#### *Participation à des programmes de mesures internationaux*

Le *Global Atmosphere Watch* (GAW) est un nouveau programme de l'OMM lancé en 1989, qui doit compléter les efforts de monitoring des programmes OMM déjà existants - WWW (*World Weather Watch*) et WCP (*World Climate Programme*). En même temps, le GAW est un composant important du «Global Climate Observing System» (GCOS), qui est actuellement en cours d'élaboration par l'OMM, l'IOC (UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission) et le PNUE.

L'objectif à long terme du GAW consiste à recueillir des informations sur la composition chimique de l'atmosphère ainsi que les caractéristiques physiques qui y sont liées. Avec ces informations, on espère

- mieux comprendre le comportement de l'atmosphère, ainsi que ses interactions avec les océans et la biosphère, et

- mieux prévoir les états futurs du système Terre.

Les stations de mesure GAW globales et régionales assurent les fonctions suivantes:

- observation permanente des modifications globales de l'atmosphère (avec une qualité élevée)
- démonstration des tendances à long terme des composants atmosphériques de longue durée de vie.
- programme de mesures:
  - voir le tableau présenté dans l'annexe A4.

#### *Observations météorologiques*

A l'heure actuelle, les réseaux ou stations de l'ISM suivants sont en fonction :

- |  |     |
|--|-----|
| - ANETZ (réseau automatique tridimensionnel) | 72  |
| - ENET (réseau compl. automatique)           | 6   |
| - Stations conventionnelles                  | 51  |
| - Observation des tempêtes                   | 27  |
| - Stations aériennes                         | 23  |
| - Mesures pluviométriques                    | 349 |
| - Totalisateurs                              | 74  |
| - Mesures du gel                             | 22  |
| - Stations de mesure phénologiques           | 137 |
| - Aérologie                                  | 1   |

Viennent encore s'ajouter les innombrables mesures effectuées par les cantons, les communes et les particuliers. Même si ces dernières n'entrent pas dans le cadre de l'ISM, les données recueillies n'en sont pas moins à disposition.

#### *Observations hydrologiques et glaciologiques*

L'évolution à long terme des glaciers suisses dépend des effets des modifications climatiques dans notre pays. C'est pourquoi l'inventaire des glaciers - entrepris, dans la perspective d'un réchauffement climatique par la Commission des glaciers de l'ASSN en collaboration avec les stations hydrométriques - revêt une importance particulière pour le bilan de l'eau et le potentiel énergétique en Suisse. Le réseau hydrométrique fédéral comprend à l'heure actuelle les stations suivantes :

- |                                      |     |
|--------------------------------------|-----|
| - niveau des eaux, lacs              | 41  |
| - niveau des eaux, rivières          | 256 |
| - niveau des eaux, eaux souterraines | 48  |
| - débits des rivières                | 234 |
| - température de l'eau (rivières)    | 40  |
| - paramètres chimiques               | 15  |
| - paramètres physiques               | 11  |
| - matières en suspension             | 16  |

Par ailleurs, les cantons possèdent des réseaux de mesure très développés, particulièrement pour ce qui se rapporte aux observations de plus court terme comme le débit des torrents, le suivi de la qualité de l'eau et la mesure du niveau des eaux souterraines.

#### **3.3.6 Promotion de la recherche et de l'observation dans les pays ne figurant pas à l'Annexe I de la Convention**

La Conférence des académies scientifiques suisses instituera, en automne 1994, une Commission pour un partenariat avec les



pays en développement en matière de recherche.

Celle-ci sera chargée de promouvoir le potentiel de recherche indigène dans les pays en développement, dans le cadre de la *Stratégie suisse pour l'encouragement de la recherche dans les pays en développement*.

La Suisse est membre, depuis septembre 1993, de l'Association internationale pour la promotion de la coopération scientifique avec les Etats indépendants de l'ex-Union Soviétique (International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Independent States of the Former Soviet Union, INTAS). Le Fonds national suisse finance, depuis février 1994, un poste de collaboratrice scientifique au secrétariat de l'INTAS.

Dans le cadre du programme fédéral de mesures d'aide aux pays d'Europe centrale et orientale, le Fonds national suisse gère un programme de recherche scientifique doté d'un budget de 4,8 millions de francs pour la période 1993-95. La part des projets de recherche dans le domaine du climat n'a pas été évaluée.

Le module 7 du PPEnvironnement a pour but la promotion du potentiel de recherche local du Tiers monde. Les thèmes de recherche s'articulent autour de quatre domaines: zones arides, villes, forêts et problèmes socio-économiques.

### **3.4 Information et communication**

#### **3.4.1 Information de l'OFEFP**

##### **Dossiers de presse «Planète Suisse»**

Pour accompagner le processus de réflexion lancé à la Conférence de Rio, l'OFEFP a créé un service de presse spécial «Planète Suisse».

Les dossiers contiennent des faits et des données chiffrées sur différents sujets touchant à l'environnement et au développement. Ces données sont peu accessibles au public, car elles se trouvent généralement dans les rapports d'experts des institutions internationales. Les dossiers de presse s'adressent en premier lieu aux journalistes de tous les médias. Ils leur permettent d'obtenir des informations directement utilisables sur des thèmes comme le changement climatique, la diversité des espèces, la démographie, la destruction de la couche d'ozone, les relations entre l'environnement et l'économie, etc.

Le service de presse «Planète Suisse» est devenu un instrument de travail précieux pour les représentants des médias. Comme il est réellement utilisé et cité comme source d'information, il a été décidé de continuer l'expérience. Les thèmes suivants ont été développés en matière de climat: réchauffement de la Terre, scénarios climatiques en Suisse, recherches sur le climat, Programme national sur la protection du système climatique, Convention de Rio, modifications du climat, entre autres.

**Campagne d'information:**  
**«A vous de jouer»**

En raison de la mondialisation des problèmes d'environnement, le sommet de Rio 1992 a constitué le point de départ du développement d'une nouvelle stratégie de communication.

La nouvelle campagne de l'OFEFP «A vous de jouer» veut remplacer le «cours ex cathedra» habituel par une participation active du public dans la conception et la forme de la campagne.

L'objectif consiste à stimuler le potentiel créatif de la population jeune (groupe cible), à l'appliquer et, en même temps, à déclencher un processus d'apprentissage.

Les Suisses âgés 12 à 25 ans sont invités à faire leur propre campagne sur les problèmes d'environnement global. Les propositions les plus intéressantes sont ensuite traitées de manière professionnelle en compagnie de leurs auteurs et sont présentées au public. Pendant la deuxième année de la campagne, des actions directes compléteront les activités de communication, dans le but de susciter des modifications de comportement (les points d'ancrage sont les écoles et le domaine des loisirs et des ménages).

Sur le plan du contenu, la première année de la campagne (1994) est entièrement consacrée au changement climatique. La deuxième année abordera l'appauvrissement, respectivement la préservation de la diversité biologique, la troisième année se penchera sur le sous-développement en tant que cause importante des problèmes globaux d'environnement.

La campagne de l'OFEFP est dotée d'un budget de 1,8 millions de francs par an. Elle est également soutenue par la DDA. Le centre de formation des grandes oeuvres d'entraide privées s'occupe de la gestion des cours et des dossiers pédagogiques.

**Rapport: «Le réchauffement planétaire et la Suisse: bases d'une stratégie nationale»**

En janvier 1994, l'OFEFP publiait un rapport intitulé «Le réchauffement planétaire et la Suisse: bases d'une stratégie nationale». Ce rapport présente un aperçu de l'état des connaissances scientifiques sur l'effet de serre; il contient en outre le premier inventaire national des émissions de GES et décrit les conséquences qu'un changement climatique pourrait entraîner en Suisse. Il comprend également les éléments de la politique suisse en matière de changement climatique, dans ses grandes lignes.

Ce document a servi de base à l'élaboration de la présente communication nationale sur le climat.

**3.4.2 Promotion par l'Office fédérale de l'énergie (OFEN) de l'information, du conseil et de la formation continue**

L'information dans les domaines de l'utilisation rationnelle et écologique de l'énergie et des énergies renouvelables s'effectue pour la plus grande part dans le cadre des programmes d'action «Energie 2000». Elle est dirigée vers des groupes cibles bien déterminés et porte sur des mesures et actions concrètes. Les innombrables acteurs d'«Energie 2000» interviennent dans le cadre d'une stratégie de marketing qui

réunit huit secteurs de marché (immobilier, industrie, etc.). Cette manière de faire a remplacé les anciennes campagnes qui s'adressaient simultanément à tous les publics.

Le conseil en matière d'énergie est prodigué, d'un côté, par des organismes, des entreprises et des bureaux spécialisés privés et, de l'autre, par des fonctionnaires de l'administration. Avec environ 70 postes, locaux et régionaux, de conseillers en matière d'énergie, il a fallu répondre en 1993 à plus de 35'000 demandes. Aussi une association «Infoénergie» a-t-elle été mise sur pied avec l'aide de la Confédération et des cantons, avec du matériel de base et des échanges d'expériences au niveau institutionnel. L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a étendu son soutien par des fonds et du matériel à d'autres organismes privés actifs dans le domaine de l'information sur l'énergie. En 1994, 450'000 francs seront alloués à ce projet.

Plusieurs Ecoles d'ingénieurs ont offert des cours de formation continue et des cours complémentaires patronnés par la Confédération, les cantons et les branches professionnelles concernées.

Au total, l'OFEN a attribué en 1994 à l'information, au conseil et à la formation,

«Energie 2000» compris, des moyens qui dépassent les 8,6 millions de francs.

### **3.4.3 Campagne d'information des ONG**

En 1992 déjà, en marge de la CNUED, le *WWF* a débuté sa campagne «SOS climat» qui doit durer trois ans. Celle-ci a pour objectif d'améliorer l'information sur le changement climatique et de susciter une attitude favorable à l'égard des mesures destinées à réduire les émissions de gaz à effet de serre. A ce titre, plusieurs projets ont été lancés:

- matériel d'information, aides de cours et expositions,
- actions diverses,
- projet «Ville et énergie» pour sensibiliser les villes moyennes et grandes à l'égard des économies d'énergie,
- initiatives fédérales pour une «protection efficace du climat».

En automne 1994, *Greenpeace* lancera un spectacle multivision sur le thème du climat, destiné aussi bien aux écoliers qu'aux adultes.

## 4 Scénarios d'émissions, 1990-2000

### 4.1 Scénario 2000 - mesures décidées

#### 4.1.1 Gaz carbonique

##### Méthode

Le niveau de détail et de précision des scénarios d'émissions de CO<sub>2</sub> varie selon les sources. Les émissions liées à l'énergie sont évaluées par des scénarios énergétiques nouveaux et détaillés établis en 1994 [Prognos 1994]. En revanche, on ne dispose que de scénarios peu détaillés pour les émissions issues de l'agriculture et du secteur forestier.

Si l'on compare les prévisions de consommation d'énergie avec les chiffres de la consommation d'énergie 1990, il faut prendre en considération le fait que l'année 1990 a bénéficié d'un hiver extraordinairement doux. C'est la raison pour laquelle, dans ce chapitre, les prévisions reposent toujours sur les valeurs 1990 après correction au moyen d'un facteur climatique. Il faut par ailleurs noter que, contrairement au cas de l'inventaire du CO<sub>2</sub> 1990, les prévisions de la consommation d'énergie de l'artisanat sont ici incluses dans celles du secteur industriel.

##### Données de base

Les projections concernant *l'évolution démographique et économique* reposent sur le scénario démographique de base de

l'administration fédérale. Dans ce scénario, la population passe de quelque 6,9 millions aujourd'hui (1990: 6,75 millions) à 7,48 millions en l'an 2000.

Le nombre de *ménages* augmente aussi de manière continue. Ce nombre a une influence déterminante notamment sur le parc d'appareils électriques. Il faut noter la tendance nette à une réduction de la taille des ménages.

La répartition internationale de l'emploi et la situation de l'économie suisse dans ce contexte en pleine évolution ont une importance fondamentale pour la *croissance économique* de la Suisse. Cela est d'autant plus vrai que la Suisse est un petit pays fortement tributaire du commerce international.

On admet que la Suisse pourra conserver, dans plusieurs domaines, ses avantages comparatifs dans la production et le commerce. Cependant, elle ne pourra pas bénéficier sans autre d'une vitalisation déterminante à l'échelle de l'innovation et de l'esprit d'entreprise. Après avoir surmonté la faiblesse conjoncturelle de la période 1992-1995, la création de valeur devrait croître de 1,8 % par année entre 1995 et l'an 2000.

*L'évolution du prix des combustibles fossiles* est déterminée par celle du prix du pétrole. L'hypothèse de départ repose sur le fait que le prix réel du pétrole n'augmentera que faiblement jusqu'à l'an 2000 en raison

de la surproduction mondiale. Le prix du gaz naturel suivra également cette tendance.

Pour ce qui est du *cadre de la politique énergétique*, les scénarios ne prennent en considération que les mesures déjà appliquées ou décidées. Les mesures prévues, surtout en relation avec la future loi sur l'énergie et/ou l'introduction de la taxe CO<sub>2</sub>, ne sont pas incluses dans les scénarios.

### Résultats: Energie et gaz carbonique

#### *Consommation finale d'énergie du secteur résidentiel*

Actuellement, 33 % en moyenne de la quantité d'énergie finale produite en Suisse est consommé par le secteur résidentiel.

La consommation d'énergie est restée pratiquement stable durant les années 1980 (1980/90 : + 5%, correction climatique incluse). Il a été possible de compenser presque entièrement une augmentation du volume à chauffer de 25% environ par l'amélioration de la qualité énergétique des matériaux de construction, par des modifications de comportement et par l'amélioration du degré d'utilisation des installations de chauffage.

La consommation d'énergie est constituée à 61% par l'huile de chauffage extra-légère. Toutefois, l'importance de cette part a diminué de manière significative (1980: 71%). Dans le domaine de l'électricité, l'évolution est caractérisée par un accroissement de 31% entre 1980 et 1990, en raison de l'augmentation du nombre d'appareils.

Ces deux tendances vont se poursuivre de manière constante durant les années 1990.

L'augmentation de la surface chauffée sera de 18%. En raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique, la consommation d'énergie pour le chauffage et la préparation d'eau chaude devrait cependant baisser de 3% environ.

	1990 <sup>1)</sup>	2000	Evolution en %
Pétrole	158,0	144,1	- 8,8
Gaz	24,6	30,7	+ 24,8
Autres	23,3	24,3	+ 4,3
Electricité	52,5	60,4	+ 15,1
<b>Total</b>	<b>258,4</b>	<b>259,5</b>	<b>+ 0,4</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

**Tableau 4.1 — Consommation finale d'énergie du secteur résidentiel, en PJ**

#### *Consommation finale d'énergie des secteurs services et agriculture*

Depuis plusieurs années, le secteur des services fait partie des domaines dont la consommation d'énergie croît à un rythme supérieur à la moyenne (1980-92 : énergie + 18%, électricité + 45%). Les scénarios économiques jusqu'à l'an 2000 s'appuient sur une dynamique importante dans la plupart des branches d'activité de ce secteur (valeur ajoutée 1990-2000 : + 15%). Il faut noter que l'augmentation de la valeur ajoutée peut être réalisée avec un nombre d'employés pratiquement constant. Par conséquent, la croissance de la surface requise par ce secteur (et du volume à chauffer) se place loin derrière celle de la valeur ajoutée (tout juste 9%).

L'efficacité énergétique des installations de chauffage et des bâtiments subit, dans le secteur des services, les mêmes tendances de politique énergétique et technologique que dans le secteur résidentiel. Malgré une

augmentation des volumes à chauffer, la consommation d'énergie pour le chauffage ambiant et pour d'autres utilisations non électriques va reculer de quelque 8% (1990-2000, correction climatique incluse) en raison de l'application de meilleures normes énergétiques pour les nouvelles constructions, de l'isolation des bâtiments existants et d'une technique de chauffage améliorée. Néanmoins, cette tendance est presque compensée par un net accroissement de la consommation d'électricité. Ainsi, globalement, la consommation d'énergie reste pratiquement constante dans le secteur des services.

	1990 1)	2000	Evolution en %
Pétrole	61,9	55,4	- 10,5
Gaz	12,3	12,7	+ 3,2
Autres	4,3	4,6	+ 7,0
Electricité	43,7	49,2	+ 12,6
<b>Total</b>	<b>122,2</b>	<b>121,9</b>	<b>- 0,2</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

**Tableau 4.2 — Consommation finale d'énergie des services et de l'agriculture, en PJ**

#### *Consommation finale d'énergie du secteur de l'industrie*

Durant les années soixante-dix et quatre-vingts, la consommation d'énergie de l'industrie est restée plus ou moins stable, avec un léger accroissement de la production. Ici, les perspectives sont relativement optimistes. En particulier, on s'attend à ce que la faiblesse conjoncturelle soit rapidement surmontée et qu'une croissance de quelque 2% par an se réalise dès 1995.

	1990 1)	2000	Evolution en %
--	---------	------	----------------

Pétrole	55,5	42,5	- 23,4
Gaz	30,5	36,6	+ 20,0
Autres 2)	26,0	23,2	+ 10,8
Electricité	60,6	57,9	- 4,5
<b>Total</b>	<b>172,6</b>	<b>160,2</b>	<b>- 7,2</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

2) part des déchets 1990 : 25%, 2000 : 73 %

**Tableau 4.3 — Consommation finale d'énergie de l'industrie, en PJ**

Au sujet des taux de croissance mentionnés dans l'évaluation énergétique de ce scénario industriel, il faut souligner qu'il s'agit de l'accroissement *en valeur* de l'ensemble de la production. Cette augmentation ne correspond en aucune manière à une augmentation correspondante des *quantités* produites (liées à l'énergie), tant pour l'ensemble de l'industrie que pour chacune des branches industrielles. Ici, il y aura aussi, dans les années 90, une modification structurelle intersectorielle et intrasectorielle continue en direction de branches extensives en énergie et (à l'intérieur des branches) de lignes de produits extensifs en énergie.

#### *Consommation finale d'énergie du secteur des transports*

Les hypothèses de développement des infrastructures de transport constituent une composante importante des prévisions. La détermination de ces données-cadres s'appuie sur un modèle de transport actualisé. Celui-ci repose sur les bases suivantes :

- globalement, le *transport de personnes s'accroît* nettement plus lentement que jusqu'ici (rupture de tendance) : la demande dans le domaine ferroviaire s'accroît d'un tiers, tandis que, comparativement, le trafic routier augmente

beaucoup plus faiblement. Le trafic automobile augmente avec la croissance démographique (environ 8% de 1990 à 2000).

- le *transport de marchandises* devrait connaître une *forte croissance* aussi bien par la route (correspondant à peu près à l'évolution observée jusqu'ici avec l'augmentation la plus forte dans la circulation intérieure), que par le rail (plus forte qu'avant 1990, principalement en raison de l'augmentation du trafic de transit).

	1990	2000	Evolution en %
Consommation finale d'énergie	257,8	278,5	+8,0
dont électricité	10,9	12,8	+ 17,4

1) estimation basée sur les projections de vente; valeur corrigée du modèle de la circulation [Prognos 1994]

**Tableau 4.4 — Consommation finale d'énergie dans le secteur des transports, en PJ**

L'hypothèse la plus importante pour l'évolution de la *consommation d'énergie* concerne le parc des véhicules. Dans ce cas, les prévisions reposent sur l'hypothèse d'une réduction de 1% de la consommation spécifique par an du parc des nouveaux véhicules. Pour les camions, les cars et les bus, aucune possibilité supplémentaire de réduction n'est envisagé en raison de la mise en place de valeurs limites renforcées pour les gaz d'échappement.

Au total, on obtient pour le domaine des transports (y compris le transport aérien et la navigation intérieure) une augmentation

de la consommation finale d'énergie de 8% entre 1990 et 2000.

#### *Vue d'ensemble de la consommation d'énergie*

Le tableau 4.5 regroupe les prévisions faites pour quatre agents énergétiques. Un faible accroissement de la consommation globale d'énergie est prévu d'ici l'an 2000. Les parts respectives du gaz naturel et de l'électricité devraient augmenter.

	1990 1)	2000	Evolution en %
Pétrole	522,3	507,7	- 2,8
Gaz	67,4	80,1	+ 18,8
Autres	53,5	52,0	- 2,8
Electricité	167,8	180,3	+ 7,5
<b>Total</b>	<b>811,0</b>	<b>820,1</b>	<b>+ 1,1</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

**Tableau 4.5 — Vue d'ensemble de la consommation finale d'énergie, en PJ**

Pour le calcul des consommations brutes d'énergie et du bilan CO<sub>2</sub>, il faut prendre en considération l'offre d'énergie et, particulièrement ici, la production d'électricité.

Les scénarios 2000 se fondent sur les hypothèses suivantes :

- la production d'énergie hydraulique augmente de 5 % (objectif "Energie 2000"),
- les capacités de l'énergie nucléaire sont déterminées à moyen terme dans le cadre du moratoire; une augmentation de la puissance de 10% est admise selon le programme "Energie 2000",
- les importations sont prises en considération en fonction des contrats exis-

tants; cela engendre un accroissement significatif par rapport à 1990,

- le solde, minime, est couvert par l'augmentation modeste de l'exploitation de centrales thermiques (couplage chaleur-force).

En prenant en considération la consommation finale d'énergie, l'énergie primaire nécessaire à la production d'électricité et certaines autres positions de moindre importance (consommation propre, pertes de transmission, pertes de transformation, consommation non énergétique), les scénarios 2000 de la consommation brute d'énergie se présentent comme suit:

	1990 <sup>1)</sup>	2000	Evolution en %
Pétrole	544	531	- 2,4
Gaz	72	88	+ 22,2
combustibles solides	58	55	- 5,2
énergie hydraulique	154	163	+ 5,8
combustibles nucléaires	233	254	+ 9,0
vent, soleil	0	3	
Électricité	-17	-19	- 11,8
<b>Total</b>	<b>1045</b>	<b>1074</b>	<b>+ 2,8</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

**Tableau 4.6— Vue d'ensemble de la consommation brute d'énergie, en PJ**

*Emissions de gaz carbonique liées à l'énergie*

Les scénarios de consommation de ressources énergétiques fossiles permettent de

prévoir l'évolution des émissions de gaz carbonique liées à l'énergie. Le tableau 4.7 en montre le total et la répartition selon les différents secteurs d'activités. Il faut noter que les taux d'émission 1990 ont été déterminés à partir des valeurs de la consommation d'énergie des modèles utilisés pour les scénarios, correction climatique incluse. Elles ne sont donc pas directement comparables aux valeurs fournis par la statistique de l'énergie.

CO <sub>2</sub>	1990 <sup>1)</sup>	2000	Evolution en %
Résidentiel	12,9	12,2	- 5,4
Services, agriculture	5,2	4,7	- 9,6
Industrie	7,2	5,3	- 26,4
Transports	17,6	19,0	8,0
Transformation	1,4	1,6	14,3
<b>Total <sup>2)</sup></b>	<b>44,3</b>	<b>42,8</b>	<b>- 3,4</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

2) sans incinération des ordures (0,4 Mt)

**Tableau 4.7 — Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie en millions de tonnes**

#### Résultats: Autres catégories d'émissions et gaz carbonique

Il n'existe pas de prévisions détaillées pour les émissions de CO<sub>2</sub> produites par le secteur agricole. Les indications relatives aux émissions d'origine industrielle non liées à l'énergie s'appuient sur les prévisions de l'OFEFP [1987a].



Scénario CO <sub>2</sub> 2000				
IPCC	Source	Quantité de base	Mio t CO <sub>2</sub>	Qual
<b>1 A</b>	<b>Energie (combustion)</b>	<b>820 PJ</b>	<b>43,2</b>	<b>E</b>
1 A 1	Transformation de l'énergie	(440,5 PJ)	1,6	E
1 A 2	Industrie	160,2 PJ	5,3	E
1 A 3	Transports <i>dont bunker fuels</i>	278,5 PJ (35,5 PJ)	19,0 (2,5)	E
1 A 4	Services	121,9 PJ	4,7	E
1 A 5	Résidentiel	259,5 PJ	12,2	E
1 A 6	Agriculture et foresterie		inclus sous services	
1 A 7	Autres (incinération des ordures)		0,4	
1 A 8	Biomasse		non calculé	
<b>1 B</b>	<b>Energie (fuites)</b>		<b>0</b>	
1 B 1	Fuites dans le transport du fuel et du gaz		0	
<b>2</b>	<b>Production industrielle</b>		<b>2,3</b>	<b>M</b>
2 A	Industrie du métal et de l'acier		0	
2 B	Industrie des métaux non ferreux		0	
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)		0	
2 E	Industrie des non-métaux		2,3	M
2 F	Autres		0	
<b>3</b>	<b>Solvants</b>		<b>0</b>	
3 A	Vernis/Imprimeries		} 0	
3 B	Nettoyage/Teintureries			
3 C	Industrie chimique			
3 D	Autres			
<b>4</b>	<b>Agriculture</b>		<b>0</b>	
4 A	Bétail, gaz de fermentation		} 0	
4 B	Engrais de ferme, stockage			
4 D	Ependage d'engrais, utilisation du sol			
<b>5</b>	<b>Changements d'affectation du sol/Foresterie</b>		<b>-5,3</b>	<b>E</b>
5 A	Défrichage		non estimé	
5 B	Cultures		non estimé	
5 C	Foresterie et reboisement		-5,3	E
5 D	Jachères		non estimé	
<b>6</b>	<b>Déchets</b>		<b>0,8</b>	<b>M</b>
6 A	Décharges		0	
6 B	Stations d'épuration		0	
6 C	Usines d'incinération		0,8	M
<b>Total inventaire CO<sub>2</sub></b>			<b>41,0</b>	<b>E</b>

Légende : PJ = pétajoule; Qual. = qualité ; E = élevée; M = moyenne; B = basse

**Tableau 4.8 — Scénario CO<sub>2</sub> en l'an 2000 par source (mesures décidées)**

*Il s'agit de valeurs ayant été corrigées au moyen d'un facteur climatique.*

*Pour les valeurs de 1990, l'artisanat est compris dans la catégorie de l'industrie. (voir tableau 2.1)*

Dans le domaine de la foresterie, il n'existe pas non plus de prévisions chiffrées quant à l'évolution des sources et puits de gaz carbonique d'ici l'an 2000 et au-delà. On peut admettre que, sans l'application d'instruments économiques incitatifs, les surfaces libérées suite à l'extensification de l'agriculture seront reboisées par évolution naturelle. Ainsi, la superficie forestière continuera de croître au même rythme que ces dernières années. Par ailleurs, l'exploitation forestière ne va pas s'intensifier sur les surfaces déjà boisées. Ainsi, la capacité de puits de gaz carbonique en 2000 correspond plus ou moins à la valeur de 1990.

Au total, les émissions de CO<sub>2</sub> par source en l'an 2000 sont estimées à 41 millions de tonnes (cf. tableau 4.8).

CO <sub>2</sub>	1990	2000	Evolution en %
Énergie <sup>1)</sup>	44,3	42,8	-3,4
incinération des ordures	0,4	0,4	0
Production Industrielle	2,1	2,3	+ 10,0
Solvants	0	0	0
Agriculture	0	0	0
Foresterie	-5,2	-5,3	- 2,0
Déchets	0,7	0,8	+ 14,0
<b>Total</b>	<b>42,3</b>	<b>41,0</b>	<b>- 3,1</b>

1) valeur modélisée, correction climatique incluse

**Tableau 4.9 — Emissions de CO<sub>2</sub> en millions de tonnes 1990 - 2000**

#### 4.1.2 Autres gaz à effet de serre

A l'exception des chiffres concernant le secteur agricole, les transports et les changements d'affectation du sol/foresterie, les données proviennent du rapport OFEFP [1987a] et s'appuient sur des données de base et des prévisions datant du milieu des années quatre-vingts. Une partie des coefficients d'émission - entre autres les émissions de méthane produites par la distribution de gaz naturel - ont été actualisés par rapport aux connaissances scientifiques les plus récentes.

##### Méthane CH<sub>4</sub>

A ce jour, aucune donnée chiffrée relative à l'évolution des émissions de gaz à effet de serre du *secteur agricole* d'ici à l'an 2000 n'est disponible. Comme déjà indiqué dans la section 3.2.5, une appréciation quantitative des mesures est difficile du fait des éléments suivants:

- les mesures agissent avant tout de manière indirecte par rapport aux objectifs climatiques,
- les données existantes ne se prêtent pas pour une appréciation des incidences des mesures au niveau des émissions,
- la plupart des mesures viennent d'entrer en vigueur.

Néanmoins, une diminution des émissions de méthane et de protoxyde d'azote est vraisemblable. Les émissions ne devraient pas dépasser celles de 1990.

CH <sub>4</sub>	1990	2000	Evolution en %
Énergie			
-transports	2,3	1,7	- 26
-fuites de gaz	8,7	10,0	+ 15
Production Ind.	1)	1)	
Solvants	0	0	0
Agriculture	215	2) <sup>2</sup> 203	2) <sup>2</sup> - 6
Déchets	48	41	- 15
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>256</b>	<b>- 7</b>

1) Production industrielle: inclus ailleurs

2) diminution réalisée en 1993

**Tableau 4.10 — Emissions de CH<sub>4</sub> en milliers de tonnes 1990 - 2000**

### Protoxyde d'azote N<sub>2</sub>O

Seules des données quantitatives pour le secteur des transports sont disponibles pour les émissions de protoxyde d'azote en l'an 2000. Ces dernières devraient passer de 850 t en 1990 à quelque 1'500 t en l'an 2000. Cela correspond à un accroissement d'environ 75 %. Pour le domaine agricole et pour celui de la foresterie, les mêmes remarques que pour les émissions de CO<sub>2</sub> et de méthane s'appliquent.

### Précurseurs

Les émissions de précurseurs sont tirées des données contenues dans le rapport de l'OFEFP [1987a]. Toutefois, la consommation d'énergie sur lesquelles ces données reposent ne correspond pas exactement aux prévisions actuelles (voir annexe A3). Il faut donc considérer la qualité de ces indications comme moyenne.

NO <sub>x</sub>	1990	2000	Evolution en %
Energie	151,0	73,4	- 51
Production Industrielle	28,5	21,8	- 24
Solvants	0	0	0
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets	4,5	4,3	- 4
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>100</b>	<b>-46</b>

1) incomplet

CO	1990	2000	Evolution en %
Energie	374,7	214,8	- 43
Production Industrielle	51,7	53,6	+ 4
Solvants	0	0	0
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets <sup>1)</sup>	4,0	4,7	+ 18
<b>Total</b>	<b>430</b>	<b>273</b>	<b>- 37</b>

1) incomplet

COV	1990	2000	Evolution en %
Energie	90,1	47,5	- 47
Production Industrielle	26,0	15,6	- 40
Solvants	180,0	178,8	- 1
Agriculture <sup>1)</sup>	0	0	0
Déchets <sup>1)</sup>	0,9	1,0	+ 11
<b>Total</b>	<b>297</b>	<b>243</b>	<b>- 18</b>

1) incomplet

**Tableau 4.11 — Emissions de NO<sub>x</sub>, CO et COV en milliers de tonnes 1990 - 2000**

Scénario 2000 gaz précurseurs (en milliers de tonnes)					
IPCC	Source	Input	NO <sub>x</sub>	CO	COV
1 A	Energie (combustion)		73,4	214,8	41,4
1 A 1	Transformation de l'énergie		inclus sous industrie		
1 A 2	Industrie	67 PJ	5,0	0,7	0,6
1 A 3	Transports		58,2	110,5	28,2
1 A 4	Services, artisanat	112 PJ	3,1	1,6	1,1
1 A 5	Résidentiel	211 PJ	6,0	13,4	2,8
1 A 6	Agriculture et foresterie		inclus sous services		
1 A 7	Autres		non est.	non est.	non est.
1 A 8	Biomasse	17 PJ	1,1	88,6	8,7
1 B	Energie (fuites)		0	0	6,1
1 B 1	Fuites dans le transport du fuel		0	0	6,1
2	Production industrielle		21,8	53,6	15,6
2 A	Industrie du métal et de l'acier		0	11,0	0,1
2 B	Industrie des métaux non ferreux		<0,1	15,8	0,4
2 C/D	Industrie chimique (organique et inorg.)		3,0	0,3	incl. ailleurs
2 E	Industrie des non-métaux		6,4	15,4	0,9
2 F	Autres		12,4	11,1	14,2
3	Solvants		0	0	178,8
3 A	Vernis/Imprimeries		0	0	}
3 B	Nettoyage/Teintureries		0	0	
3 C	Industrie chimique		0	0	
3 D	Autres		0	0	
4	Agriculture		non estimé		
4 A	Bétail, gaz de fermentation		} émissions non estimées		
4 B	Engrais de ferme, stockage				
4 D	Epandage d'engrais, utilisation du sol				
5	Changements d'affectation du sol/Foresterie		non estimé		
5 A	Défrichage		} émissions non estimées		
5 B	Cultures				
5 C	Foresterie et reboisement				
5 D	Jachères				
6	Déchets		4,3	4,7	1,0
6 A	Décharges		non estimé		
6 B	Stations d'épuration		0,2	non estimé	
6 C	Usines d'incinération		4,1	4,7	1,0
Total			100	273	243

Légende : PJ = pétajoule

**Tableau 4.12 — Scénario gaz précurseurs en l'an 2000 par source, (mesures décidées)**

*Les émissions de CH<sub>4</sub> sont comprises dans les émissions de COV*

*Qualité des données: moyenne*

## 4.2 Tendances à long terme

### 4.2.1 Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie

Les nouvelles perspectives montrent que la consommation d'énergie augmente légèrement dans l'ensemble durant la période 2000-2030. Ceci constitue le résultat de trois tendances fondamentales évoluant en sens contraire :

- la demande en énergie fossile pour le chauffage baisse de manière significative,
- en même temps, la demande en énergie fossile pour les transports s'accroît,
- une forte augmentation de la demande en électricité vient se superposer à ces deux tendances.

En résumé, la consommation finale d'énergie devrait évoluer comme suit :

- Sur la base d'une estimation relativement optimiste du développement économique après l'an 2000, la consommation finale d'énergie s'accroît de 10 % d'ici à 2030.
- Par rapport à 1990, la demande en énergie fossile recule de 2,6 % d'ici à l'an 2000, puis augmente de 6 % (2030; correction climatique incluse). La *consommation d'électricité* s'accroît de façon continue (1990 à 2000 : 7 %, 2000 à 2030 : 23 %). La couver-

ture de cette demande se base sur l'hypothèse que les capacités des installations de production et de l'importation puisse être maintenues.

- Dans le long terme (2000-2030), ce sont les secteurs de *l'industrie et des transports* qui feront l'objet d'une augmentation de la consommation. La consommation d'énergie du secteur des services stagnera, tandis que celle des ménages reculera.
- Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie reculeront de 3,4 % de 1990 à l'an 2000 (quantité d'émissions 2000 : 42,8 millions de tonnes). Après l'an 2000, elle croîtront. En 2030, 46,3 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> devraient être émises.

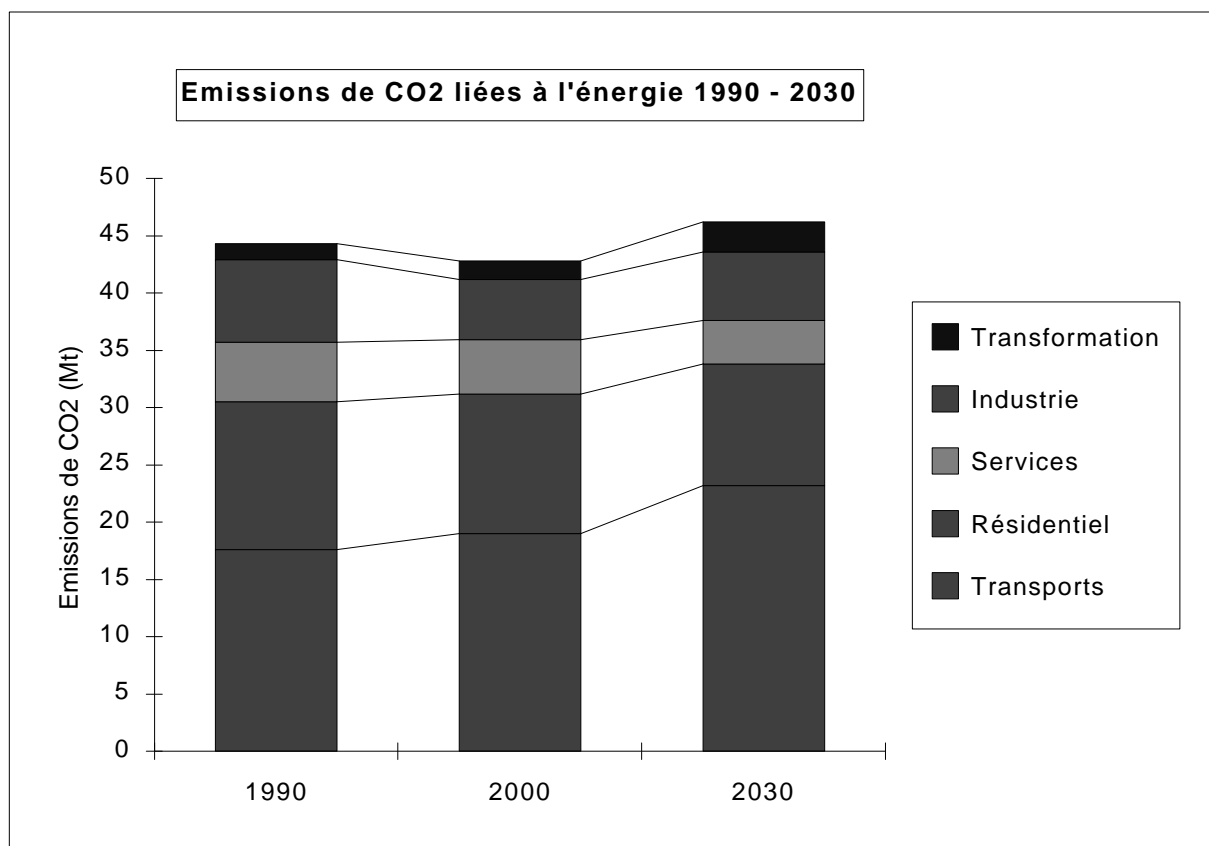
Dans le long terme, la structure de l'approvisionnement en électricité est encore indéterminée. On admet que la répartition actuelle des agents énergétiques devrait rester pratiquement stable. Cela signifie qu'à long terme, les 5 centrales nucléaires devenues obsolètes devraient être remplacées par de nouvelles centrales et que les droits d'importation d'électricité seront renouvelés. L'énergie fossile devrait en effet fournir que de faibles capacités supplémentaires.

Dans ces conditions, le bilan à long terme des émissions de CO<sub>2</sub> se présente donc comme suit (tableau 4.13) :

CO <sub>2</sub>	1990 <sup>1)</sup>	2000	2030	Evolution 1990-2030
Résidentiel	12,9	12,2	10,6	- 18 %
Services, agriculture	5,2	4,7	3,8	- 27 %
Industrie	7,2	5,3	6,0	- 17 %
Transports <sup>2)</sup>	17,6	19,0	23,2	+ 32 %
Secteur de la transformation <sup>3)</sup>	1,4	1,6	2,6	+ 86 %
<b>Total</b>	<b>44,3</b>	<b>42,8</b>	<b>46,3</b>	<b>+ 5 %</b>

1) correction climatique incluse 2) y compris les «bunker fuels» 3) sans les émissions produites par les UIOM (0,4 Mt)

**Tableau 4.13 — Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie 1990-2030  
(millions de tonnes), compte tenu des mesures déjà décidées**



**Figure 4.1 — Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie 1990-2030**  
Les valeurs 1990 ont été corrigées par un facteur climatique

#### 4.2.2 Autres émissions

Les tendances ci-dessous sont tirées du rapport de l'OFEFP [1987a]. Les émissions y sont estimées jusqu'à l'an 2010.

Les *émissions de méthane* sont produites principalement par le secteur agricole, le traitement des déchets et la distribution de gaz naturel. Elles décroîtront dès l'an 2000.

Aucun scénario portant sur les *émissions de protoxyde d'azote* n'est disponible. Les prévisions de la consommation d'énergie se basent sur l'hypothèse d'un accroissement continu et important du trafic motorisé, ce qui engendre une augmentation des émissions de protoxyde d'azote.

De même, il n'existe que des indications peu précises au sujet des émissions des *précurseurs*. Un renversement de tendance pour les *émissions d'oxyde d'azote* pourrait se réaliser dès l'an 2000. Les émissions qui auront diminué d'ici là en raison notamment des mesures prises dans les domaines du chauffage et du trafic motorisé vont à nouveau subir une croissance modérée. Il en va de même pour les émissions de monoxyde de carbone. Leur forte diminution, entamée vers 1970, va être suivie d'une augmentation modérée dès l'an 2000. Les *émissions d'hydrocarbures non méthane*, dont les sources se trouvent principalement dans le trafic motorisé et l'utilisation des solvants, diminuent jusqu'au milieu des années 1990, puis augmentent à nouveau.

#### 4.3 Bilan

##### 4.3.1 Gaz carbonique CO<sub>2</sub>

Sur la base de l'évolution passée et des hypothèses retenues, les émissions de CO<sub>2</sub> vont diminuer d'au moins 3 % d'ici l'an 2000 par rapport au taux de l'année de référence 1990 (corrigé par un facteur climatique). Le programme d'action «Energie 2000» (y compris les mesures que les cantons avaient prises antérieurement en collaboration avec la Confédération, surtout dans le domaine de la construction et du chauffage) commence à porter ses fruits et les objectifs peuvent être atteints pour l'année 2000. «Energie 2000» a entraîné de nombreux projets à caractère exemplaire. Toutefois, une part importante de la diminution des émissions de CO<sub>2</sub> est due à la situation actuelle de la conjoncture, dont les incidences sont, contrairement aux prévisions faites antérieurement, incluses dans les prévisions actuelles. Par ailleurs, les prévisions s'appuient sur l'hypothèse que toutes les mesures décidées seront appliquées de manière efficiente et ciblée.

En revanche, d'ici l'an 2030, les émissions vont augmenter de 4 % par rapport au taux de l'année de référence. Les raisons en sont la politique du status quo et les augmentations de la demande de carburants et de gaz naturel qui en résultent. Cette évolution est due notamment au fait que les efforts entrepris dans le domaine du chauffage sont plus que compensés par l'augmentation des émissions dans les transports (plus de 30 % d'ici 2030). La demande en électricité devrait s'accroître fortement, ce qui va à l'encontre de l'objectif d'«Energie 2000» (stabilisation de la demande d'électricité dès le nouveau millénaire). Il est toutefois admis que cette demande con-

tinuera d'être couverte quasiment sans production d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Bien que l'objectif de la stabilisation du CO<sub>2</sub> d'ici l'an 2000 semble réalisable, il reste un certain nombre d'actions à entreprendre à court terme. En effet, c'est surtout la mauvaise situation conjoncturelle qui a entraîné de la stagnation (en 1992), puis la diminution (en 1993) de la consommation d'énergie. Malgré l'augmentation en 1993 du droit sur les carburants et l'introduction de la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) sur les combustibles et l'électricité (dès janvier 1995), les prix de l'énergie en termes réels se situent au-dessous de ceux de 1973. Par ailleurs, la récession entrave les investissements dans le secteur de l'énergie. En outre, les conditions-cadres étatiques sont mises en question par la pression politique qui pousse vers la dérégulation et la compensation des déficits publics.

Le bilan montre que des actions plus importantes deviendront nécessaires à long terme. Les efforts de promotion des économies d'énergie doivent être rapidement dynamisés et renforcés, afin d'éviter que les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie subissent un nouvel accroissement dès l'an 2000. La mise en oeuvre de la future loi sur l'énergie et la taxe CO<sub>2</sub>, qui existent à l'état de projets, permettent de réduire la demande d'énergie fossile et les émissions de CO<sub>2</sub>. L'objectif sera l'harmonisation de ces projets avec ceux, de même nature, de l'Union européenne.

Pour être en mesure de freiner l'accroissement de la consommation de carburants à court terme, il faut pouvoir compter sur les mesures volontaires de l'économie et l'application effective de la législation (or-

donnance sur la protection de l'air, arrêté sur l'utilisation de l'énergie, législations cantonales) et des mesures existantes. Les prévisions montrent que les projets de loi sur l'énergie et de taxe CO<sub>2</sub> du Conseil fédéral - qui rendent la politique énergétique plus conforme au marché et plus axée sur le long terme - devront être mises en oeuvre le plus rapidement possible, compte tenu de leur grande inertie, pour avoir un effet dans la prochaine décennie.

#### 4.3.2 Autres gaz à effet de serre

Il n'existe que des scénarios peu détaillés pour les *émissions de méthane et de protoxyde d'azote*. Le secteur agricole sera d'une importance cruciale pour l'évolution de ces émissions. Quant aux émissions des *précurseurs*, elles se stabiliseront ou diminueront ces prochaines années, avant d'augmenter légèrement dès l'an 2000. Sans nouvelles mesures, l'objectif de stabilisation ne pourra donc pas être entièrement atteint.

Des modifications structurelles considérables interviendront durant les deux prochaines décennies dans différents secteurs d'activité, notamment dans l'agriculture, la foresterie et l'industrie. Les incidences de ces changements sur les émissions de gaz à effet de serre dépendront fortement des conditions-cadres dans lesquelles elles auront lieu.

Le politique aura donc comme tâche importante de prendre les mesures qui permettront de réaliser des modifications structurelles qui iront dans la direction du développement durable et, de ce fait, se dirigeront vers une réduction des émissions de gaz à effet de serre.



## 5 Collaboration internationale

### 5.1 Introduction

L'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère terrestre durant les 100 dernières années est due presque exclusivement aux activités des pays industrialisés, tout comme la détérioration de la couche d'ozone stratosphérique par les CFC (chlorofluorocarbones). Néanmoins, comme la part des pays en développement aux émissions mondiales devrait s'accroître à l'avenir, la résolution des problèmes globaux d'environnement n'est pas possible sans leur concours.

Afin de contribuer à résoudre ces problèmes, les pays en développement dépendent des *moyens financiers offerts par les pays industrialisés*, moyens qui s'ajoutent aux fonds déjà engagés dans la coopération au développement. Cette constatation fondamentale a été soulignée par les chefs d'Etat de tous les pays lors de la conférence de l'ONU sur l'environnement et le développement à Rio de Janeiro en juin 1992 (CNUED).

Les contributions financières de la Suisse s'inscrivent dans le cadre suivant :

- coopération au Fonds pour l'environnement mondial (FEM, en anglais GEF, Global Environment Facility),
- coopération dans le domaine du transfert de technologie,
- collaborations techniques bilatérales.

### 5.2 Contribution de la Suisse au Fonds pour l'environnement mondial (FEM)

Le Fonds pour l'environnement mondial (FEM) est un mécanisme permettant de financer des projets environnementaux - ayant une importance globale - dans les pays en développement (en partie aussi en Europe centrale et orientale). Depuis le milieu de l'année 1991, le FEM finance des projets dans les domaines du climat, de la diversité biologique («biodiversité») et de la protection des eaux internationales et de la couche d'ozone.

A l'occasion du 700ème anniversaire de la Confédération, le Parlement a accordé un *crédit-cadre de 300 millions de francs sur cinq ans* pour le financement de programmes et de projets environnementaux d'importance globale dans des pays en développement (Arrêté fédéral du 13.3.1991). Avec ce crédit, la Suisse a mis à disposition des moyens pour la coopération globale en matière de protection de l'environnement qui s'ajoutent aux fonds existants de la coopération au développement. Le crédit de 300 millions a permis à la Suisse de jouer un rôle important dans le FEM et d'édifier un programme bilatéral de

coopération dans le domaine de l'environnement global.

Durant la phase pilote (1991-1993), la Suisse a fourni une contribution de 80 millions de francs au FEM, dont 60 millions au fonds central sous la forme de cofinancement. Grâce au cofinancement, la Suisse s'est donnée la possibilité d'avoir, pour les projets choisis, un droit de regard sur les opérations du FEM. Le Japon et les Etats-Unis n'ayant pas été des Etats donateurs réguliers durant la phase pilote, la Suisse est devenue, avec 5,9 % des contributions totales, le sixième pays donateur. Les contributions au renouvellement du FEM pour la période 1994-1996, auquel participent également les Etats-Unis et le Japon, s'orientent aujourd'hui vers une répartition plus équilibrée. La Suisse a engagé quelque 64 millions de francs pour le FEM2 et est, après la Suède, le dixième donateur.

#### *Exemples de projets FEM dans le domaine climatique*

- Projet d'énergie éolienne en Mauritanie (cf. annexe A5)
- Réduction de gaz à effet de serre en Russie (cf. annexe A5)

### **5.3 Transfert de technologie**

En tant que Partie à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, la Suisse s'engage (cf. art. 4.3):

➤ à fournir des ressources financières nouvelles et additionnelles pour couvrir les coûts convenus encourus par les pays en développement Parties de la Convention du

fait de l'exécution de leurs obligations découlant de l'article 12, paragraphe 1 (communications nationales);

➤ à fournir également aux pays en développement Parties, notamment aux fins de transferts de technologie, les ressources financières en question, qui leur sont nécessaires pour couvrir les coûts supplémentaires convenus entraînés par l'application des mesures visées à l'article 4.1 (inventaires nationaux, programmes nationaux sur le climat, etc.);

➤ à prendre toutes les mesures possibles en vue d'encourager, de faciliter et de financer, selon les besoins, le transfert ou l'accès de technologies et de savoir-faire écologiquement rationnels aux autres Parties, et plus particulièrement à celles d'entre elles qui sont des pays en développement, afin de leur permettre d'appliquer les dispositions de la Convention.

#### **5.3.1 Principes de la politique suisse de transfert de technologie**

Différents principes et objectifs en matière de transfert de technologie favorable à l'environnement vers les pays en développement et les pays d'Europe centrale et orientale sont importants :

- prise en compte des préférences et des structures du pays partenaire.
- utilisation et coordination des expériences.
- collaboration à long terme entre partenaires compétents.
- création de capacités locales.
- création de conditions-cadre adéquates pour les investisseurs privés.

- normes environnementales globales.
- Least Cost Solution (solutions au moindre coût).

### **5.3.2 Mesures bilatérales en faveur des pays en développement**

Dans le domaine du transfert de technologie vers les pays en développement, la Suisse exerce surtout une *fonction de catalyseur* entre les investisseurs privés et les pays cibles potentiels pour le transfert de capital et de savoir-faire. Les instruments suivants sont utilisés:

#### **Financements**

Les financements mixtes (FM) constituent des financements composés d'une part gouvernementale (don) et d'une part bancaire (crédit commercial). Les FM ont pour objectif la mobilisation de moyens financiers supplémentaires à des conditions préférentielles pour le financement d'investissements et de prestations de services prioritaires dans les pays en développement. Par principe, les FM favorisent le transfert vers des pays en développement de technologie, pouvant entraîner, dans certains cas, des réductions substantielles de gaz à effet de serre et d'autres polluants atmosphériques. Pour les instruments décrits ci-dessous, l'intérêt lié au changement climatique n'est pas évident à première vue; il peut cependant exister pour des projets isolés.

#### **Echanges d'information**

Les échanges d'information visent à établir des contacts entre des petites et moyennes entreprises suisses et des entreprises simi-

lares de pays en développement et/ou d'Europe centrale et orientale. Ceci permet de promouvoir le transfert de technologie et de savoir-faire entre ces entreprises dans les domaines artisanal et industriel.

### **5.3.3 Mesures bilatérales en faveur de l'Europe centrale et orientale**

Les pays d'Europe centrale et orientale sont confrontés à d'énormes besoins financiers pour couvrir les coûts d'adaptation, de réhabilitation et de reconstruction de leur industrie et de leurs infrastructures.

La coopération suisse avec l'Europe centrale et orientale s'appuie sur deux crédits-cadres votés par le Parlement.

Sur un premier crédit de 250 millions de francs (Arrêté fédéral 13.3.1990), 200 millions sont destinés à l'aide financière placée sous la responsabilité de l'Office fédéral des affaires économiques extérieures (OFAEE) et 50 millions à la coopération technique, sous la responsabilité du Département fédéral des affaires étrangères (DFAE). Cette première tranche est attribuée et les projets sont en partie réalisés.

Sur le second crédit-cadre de 800 millions de francs (Arrêté fédéral 28.1.1992), 600 millions relèvent de l'aide financière gérée par l'OFAEE et 200 millions de la coopération technique du DFAE. Dans leur plus grande part, ces moyens sont déjà attribués pour des projets concrets. En 1992, ce second crédit-cadre a été augmenté de 600 millions de francs en faveur de la Communauté des Etats indépendants (CEI).

La coopération bilatérale suisse avec les pays de l'Europe centrale et orientale et

avec la CEI repose principalement sur deux instruments, les crédits non remboursables et les garanties financières.

### **Crédits non remboursables**

En accordant des financements à fonds perdu, la Suisse apporte son concours à des projets non commerciaux, par exemple dans le domaine de la protection de l'environnement.

Pour la plupart des pays d'Europe centrale et orientale, des conventions bilatérales définissent la contribution prévue, le domaine d'application et les termes de référence du projet. Les domaines d'application prioritaires sont les secteurs environnement et énergie, les infrastructures et le domaine de la santé. Les projets sont en principe proposés par les pays partenaires. L'évaluation des projets, la décision et le financement échoient à la Suisse. En général, les biens d'équipement doivent être d'origine suisse. La règle veut également que, suivant sa capacité, le pays partenaire participe aux coûts du projet. Les moyens ainsi épargnés serviront simplement à financer d'autres projets dans les mêmes secteurs.

Des projets individuels ont déjà été financés dans le domaine de la qualité de l'air. Une série d'autres projets se trouvent actuellement en phase d'évaluation. Par exemple, les Républiques tchèque et slovaque ont été équipées de stations de mesure de la pollution de l'air dans les régions de forêts. Un autre projet concerne l'installation d'un nouveau système de contrôle dans les quatre principales centrales thermiques de l'Est de la Slovaquie - ce qui apportera une contribution directe à la réduction des émissions. En Hongrie, un

projet prévoit d'installer un nouveau type de filtre électromagnétique dans une centrale à charbon, ce qui permettrait une réduction massive des particules de poussières dans les fumées. Pour la Roumanie, un projet de modernisation d'une usine d'engrais chimiques est à l'étude. D'autres projets liés au changement climatique sont en préparation pour la Pologne et la Lituanie.

### **Garanties financières**

Les garanties financières concernent le financement de projets dont les rendements financiers devraient permettre le paiement des intérêts et le remboursement de la dette. La garantie financière s'applique lorsque le recours à la couverture pour risques à l'exportation n'est pas possible pour des raisons de volatilité économique et/ou d'instabilité politique.

Les garanties s'appliquent au financement de la livraison de biens et de services par la Suisse. Sont principalement concernés les machines, les instruments de précision et les pièces de rechange. La dimension environnementale est prise en considération au niveau de la requête.

Ces mécanismes ont parfois privilégié l'importation de biens ayant une influence directe sur la qualité de l'air. En Pologne, par exemple, un incinérateur industriel tout à fait moderne a pu être installé.

### **5.3.4 Activités multilatérales**

En matière de transferts de technologie, l'action des institutions multilatérales de financement (Banque mondiale, FMI et banques de développement régionales),

dont la Suisse est membre, a une importance particulière. En effet, la presque totalité des investissements des banques de développement concerne les transferts de technologies favorables à l'environnement.

Les projets soumis à ces institutions sont systématiquement examinés sous l'angle de leurs effets sur l'environnement et un nombre croissant de projets dans le domaine de l'environnement sont financés par ce biais. La Suisse considère qu'il est important que les questions environnementales soient intégrées dans les projets.

#### **Banque mondiale**

Les activités de la Banque mondiale (BM) dans le domaine du développement durable sont complétées par des lignes directrices politiques, des activités de recherche, ainsi que par une collaboration technique.

#### **Banque asiatique de développement (BASD)**

Une division de la banque asiatique de développement (BASD) se consacre spécialement à l'environnement et s'assure de l'intégration des préoccupations environnementales dans toutes ses activités.

#### **Banque inter-américaine de développement (BID)**

Un «Environment Management Committee» examine systématiquement tous les projets de la Banque inter-américaine de développement (BID) sous l'angle de leurs incidences sur l'environnement. Pour une amélioration de la qualité de l'environnement lors de l'adjudication des crédits, la BID a désigné six spécialistes dans les représentations régionales, qui analysent

constamment si les projets respectent les normes environnementales fixées.

#### **Banque africaine de développement (BAfD)**

Afin de résoudre les problèmes environnementaux graves du continent africain (expansion du désert, destruction des forêts tropicales), la banque africaine de développement (BAfD) a formulé plusieurs objectifs durant les années 90:

- évaluation de l'état de l'environnement en Afrique,
- application d'une politique environnementale pour les régions menacées,
- aide aux pays africains dans la formulation de leurs politiques environnementales nationales.

#### **5.3.5 Participation aux groupes de travail internationaux**

La Suisse participe à différents groupes de travail sur le transfert de technologie au sein de divers organes internationaux tels que l'OCDE, le GATT, l'ONUDI, la CNUCED et la «Commission sur le développement durable» (CDD). Elle a ainsi l'occasion de promouvoir, sur le plan international, l'amélioration des conditions-cadre nationales et internationales. Un tel environnement favorise le transfert de technologie et de savoir-faire, surtout par le renforcement de l'infrastructure institutionnelle et par la soutien de programmes d'éducation, de formation et d'information.

## 5.4 Collaboration technique bilatérale

### 5.4.1 Volet bilatéral

En mars 1991, le Parlement a approuvé un crédit-cadre de 300 millions de francs sur cinq ans pour le financement de programmes et de projets en faveur de l'environnement global dans les pays en développement (cf. chiffre 5.2).

La composante multilatérale (environ 45 % du crédit-cadre) comprend les contributions au FEM et au Fonds multilatéral du Protocole de Montréal.

Le *volet bilatéral*, géré par la DDA, représente quelque 162 millions de francs. Trois ans après l'approbation du crédit, la moitié des ressources prévues est engagée (81 millions de francs) pour assurer le financement de 49 programmes et projets, sans compter les actions de plus faible envergure. Les déboursements qui en découlent continueront à s'étaler sur les cinq années à venir.

### 5.4.2 Changement climatique

Ce programme bilatéral est constitué de trois secteurs principaux, à savoir le changement climatique, la biodiversité et un ensemble d'autres activités (pollution des eaux, déchets et produits chimiques). Le *changement climatique* constitue ainsi l'un des axes prioritaires et la part que ce dernier occupe actuellement (26 %) va progressivement être élargie pour atteindre un tiers du volume financier. Les 13 projets

qui entrent dans cette catégorie représentent une enveloppe globale de 21 millions de francs et concernent 8 pays. 47 % des engagements sont consacrés à des pays asiatiques, 20 % à des pays africains et 32 % à des pays d'Amérique latine.

### 5.4.3 Mesures individuelles

Les mesures individuelles qui composent ce programme visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre et de leurs précurseurs peuvent être regroupées comme suit :

- Dans le domaine de *l'énergie*, 5 projets (10 millions de francs) ont pour objectif d'améliorer *l'efficacité énergétique* en faisant appel à des technologies innovatrices ou en recourant à des substances ne mettant pas en danger la couche d'ozone. 4 projets (8,6 millions de francs) ont pour but de promouvoir les *énergies renouvelables*, en particulier l'énergie solaire. En outre, 2 études (0,3 million de francs) sont consacrées à la politique énergétique de pays en développement.
- L'étude de la *pollution atmosphérique* et la planification de mesures appropriées sont également décisives dans ce secteur. Les deux actions financées ici, à raison de 1,9 millions de francs au total, s'attaquent à deux sources de pollution importantes - urbaine et industrielle.

On trouvera une liste de projets et exemples en annexe A5.

## **6 Politique en matière de changement climatique: les mesures prévues**

### **6.1 Activités prévues dans le domaine de la politique du climat**

#### **6.1.1 Pierres angulaires de la politique suisse en matière de changement climatique**

Les résultats des chapitres 3 et 4 montrent que l'objectif fixé, à savoir la stabilisation puis la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ne peut être atteint que par la mise en oeuvre d'une série de mesures diverses. Selon le tableau 2.5 (Section 2.6), les émissions de CO<sub>2</sub> produisent la plus grande partie, soit 79 % de tous les effets directs des gaz à effet de serre. C'est pourquoi la limitation des émissions de CO<sub>2</sub> constitue une des pierres angulaires de la politique en matière de changement climatique.

En Suisse, la stratégie actuelle visant à stabiliser puis réduire les émissions de GES se fonde principalement sur les points suivants:

- l'utilisation rationnelle de l'énergie;
- l'utilisation accrue d'énergies renouvelables;

Ces deux points font déjà partie intégrante du programme «Energie 2000» en cours et de l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie du 14 décembre 1990 (voir également chiffre

3.1.2). La poursuite du programme «Energie 2000» va encore renforcer ces éléments.

Dans le but de renforcer la future politique suisse en matière de changement climatique, les nouveaux instruments suivants sont prévus:

- introduction de taxes d'incitation destinées à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et de COV,
- promulgation d'une loi sur l'énergie en complément à la taxe CO<sub>2</sub>.

Les projets de taxe CO<sub>2</sub> et de loi sur l'énergie font actuellement l'objet (jusqu'à la fin septembre 1994) d'une large procédure de consultation. A la fin de cette année, le Parlement devrait prendre une décision concernant l'introduction d'une taxe sur les COV dans le cadre de la révision de la loi sur la protection de l'environnement.

#### **6.1.2 Mesures**

Dans la future politique de la Suisse en matière de changement climatique, on accordera une grande importance à l'introduction d'instruments économiques dans le but de réduire les gaz à effet de serre. Dans le cadre des travaux préparatoires, trois ont été examinées: une taxe sur le CO<sub>2</sub>, une

taxe d'incitation sur l'énergie et une taxe d'incitation combinée CO<sub>2</sub>/énergie. La principale différence entre ces trois options réside dans l'exclusion ou l'inclusion de l'électricité. Le Conseil fédéral donne sa préférence à la taxe sur le CO<sub>2</sub>. Combinée à la nouvelle loi sur l'énergie, elle répond parfaitement à l'objectif de la politique climatique.

## Taxe CO<sub>2</sub>

### *But*

Le prélèvement de cette taxe d'incitation, niveau des émissions, est censé contribuer de manière substantielle à stabiliser durablement les émissions de CO<sub>2</sub> au niveau de 1990. Cet objectif de la politique en matière de changement climatique est compatible avec les objectifs de politique énergétique et de protection de l'air du Conseil fédéral, tels qu'ils ont été définis dans le programme «Energie 2000» et dans la stratégie de lutte contre la pollution de l'air.

### *Conception*

Toutes les formes d'énergie fossile (fuel, gaz, charbon, essence, diesel) sont taxées en fonction de la teneur de leurs émissions en CO<sub>2</sub>. L'effet d'incitation se réalisera par paliers pré-établis afin de créer pour l'économie une phase de transition et de lui permettre de s'adapter.

Etapes	Horizon	Francs par t CO <sub>2</sub>
1 <sup>ère</sup> étape		12.-
2 <sup>e</sup> étape	après 2 ans	24.-
3 <sup>e</sup> étape	après 4 ans	36.-

Dans le cadre de la troisième étape, l'instauration de la taxe modifie le coût des

combustibles comme suit (référence: prix du marché 1992/93):

Forme d'énergie	Augmentation du prix
Essence	+ 7 %
Diesel	+ 8 %
Gaz	+ 12-26%
Fuel ultra-léger	+ 28 %
Fuel lourd	+ 48 %
Charbon	+ 109 %

Sont exemptés de la taxe les énergies fossiles utilisées dans les raffineries ainsi que le kérosène employé dans l'aviation. Pour des raisons de concurrence internationale, et tant que les partenaires commerciaux importants ne seront pas soumis à des mesures identiques, il est prévu que la taxe soit allégée pour les branches grosses consommatrices d'énergie.

La taxe sera perçue par l'administration des douanes à l'importation ou à la production. Le revenu de la taxe (environ 1,3 milliards de francs après six ans) sera réparti comme suit:

Part	Attribution
1/3	affectation au financement de mesures de politique énergétique et environnementale ainsi que de projets environnementaux globaux
2/3	3/4 restitués per capita à la population; 1/4 réinjecté dans l'économie en fonction de la masse salariale

### *Harmonisation à l'échelle de l'UE*

Pour des raisons de politique européenne et de concurrence internationale, il est souhai-



table que la taxe CO<sub>2</sub> suisse puisse être harmonisée avec une éventuelle taxe européenne. Le Conseil fédéral se réserve le droit d'adapter la taxe CO<sub>2</sub> aux projets futurs de l'UE (prise en compte de l'électricité). Toutefois, il ne peut pas attendre indéfiniment l'introduction d'une taxe similaire dans l'UE pour atteindre ses objectifs de politique énergétique et de politique de l'environnement. Si nécessaire, la Suisse doit garder ouverte l'option d'introduire cette taxe avant l'UE.

### *Agenda politique*

La période de consultation sur la taxe CO<sub>2</sub> s'étend jusqu'au 30 septembre 1994. Le Conseil fédéral décidera alors de la marche à suivre (remise du projet au Parlement). Au plus tôt, l'introduction de la taxe peut être envisagée début 1997.

### **Loi sur l'énergie**

La future loi sur l'énergie est censée remplacer et compléter l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie.

Depuis 1991, cet arrêté constitue la base:

- des réglementations sur la réduction de la consommation d'énergie des installations, appareils et véhicules;
- du décompte individuel du chauffage et de l'eau chaude dans les immeubles locatifs, les propriétés par étage, etc.;
- de la procédure d'autorisation des installations stationnaires de chauffage électrique à résistance;
- des conditions de raccordement des indépendants qui injectent de l'énergie dans le réseau public.

De plus, l'arrêté permet de soutenir, en particulier:

- les installations pilotes et les installations de démonstration dans tous les domaines de l'énergie;
- l'utilisation des énergies renouvelables et la récupération de chaleur.

En complément à l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie, le projet de la loi sur l'énergie comprend pour l'essentiel :

- des principes dans les domaines de la construction et du chauffage,
- des principes pour la planification intégrée des ressources pour les énergies de réseau,
- des instruments économiques, comme par exemple des systèmes bonus-malus, qui peuvent être mis en œuvre en lieu et place des réglementations sur l'efficacité énergétique des installations, véhicules et appareils,
- des dispositions sur la récupération de chaleur et les procédures d'homologation dans la production d'énergie thermique d'origine fossile.

Le projet renonce à certaines prescriptions d'économies d'énergie - contenues dans l'arrêté sur l'utilisation de l'énergie -, comme par exemple les prescriptions sur les installations de chauffage de plein-air. Ces mesures peuvent toutefois continuer à être promulguées par les cantons.

La loi sur l'énergie et la taxe CO<sub>2</sub> doivent être considérés comme faisant partie d'un tout. L'ensemble de ces deux projets constitue la réponse du Conseil fédéral aux exigences de la Convention sur le climat et une contribution à la réduction des émis-

sions de NO<sub>x</sub>. Certaines mesures de la loi sur l'énergie deviendront superflues lorsque des taxes incitatives seront mise en place, permettant ainsi d'alléger l'appareil législatif.

Comme pour la taxe CO<sub>2</sub>, la période de consultation sur la loi sur l'énergie s'étend jusqu'à fin septembre 1994. Ainsi, l'entrée en vigueur de cette dernière est prévue pour 1997.

### **Taxe sur les COV**

Par la révision de la loi sur la protection de l'environnement, le Conseil fédéral prévoit l'introduction d'une taxe sur les hydrocarbures volatils (COV). Comme pour la taxe CO<sub>2</sub>, la taxe d'incitation serait introduite progressivement. La taxe maximale s'élèverait à 5 francs par kilogramme de COV.

Les revenus de cette taxe seraient entièrement restitués, per capita, à la population. La loi révisée sur la protection de l'environnement est examinée actuellement par le Parlement. La taxe sur les COV pourrait être introduite vers dès 1996.

### **Autres mesures**

#### *Transports*

Outre la nouvelle loi sur l'énergie, les efforts entrepris dans le domaine des transports seront poursuivis. Un objectif important consiste à établir la vérité des coûts des transports. L'internalisation des coûts externes devrait conduire à des fourchettes de coûts comparables entre les différents moyens et types de transport. Par exemple, les émissions dues aux carburants employés dans l'aviation doivent être prises en compte.

#### ➤ Mesures dans le transport des marchandises

Avec la votation du 20 février 1994, le peuple suisse a accepté le principe de l'introduction d'une taxe sur le trafic de poids lourds en fonction des tonnes-kilomètres transportés. La mise en application est actuellement à l'étude, ainsi que l'éventualité d'une harmonisation avec l'UE. Un message sera soumis au Parlement au début de l'année 1995.

En même temps, l'article constitutionnel de l'Initiative des Alpes exige que le trafic de marchandises traversant la Suisse soit transféré sur le rail dans un délai de dix ans. Le Conseil fédéral étudie la mise en œuvre de cet article. L'objectif consiste à mettre en place des instruments conformes au marché et non discriminatoires, tout en respectant les engagements internationaux (principalement le respect de l'accord sur le transit). La taxe sur le trafic de poids lourds revêt à cet égard une importance centrale. Par ailleurs, des travaux devant conduire à un programme spécial de développement du trafic combiné rail-route sont en cours. Le Conseil fédéral élaborera prochainement une loi d'exécution.

#### ➤ Renforcement des réglementations sur les gaz d'échappement

Le Conseil fédéral a décidé d'adapter aux normes européennes les réglementations en vigueur pour le CO, les NO<sub>x</sub> et les COV. Dès le 1<sup>er</sup> octobre 1995, les mêmes prescriptions que dans l'Union européenne seront appliquées. Les normes les plus sévères affecteront en particulier les camions. De plus, les véhicules agricoles, les machines de chantier et les moteurs de bateaux y seront soumis.

#### ➤ Renforcement des mesures de réduction de la pollution de l'air

Plusieurs cantons prévoient, à leur échelon, de renforcer les mesures visant à réduire les émissions de polluants dues au trafic routier. Les mesures envisagées sont:

- l'introduction d'une taxe sur les parkings des entreprises afin de réduire le trafic pendulaire;
- la réduction de la vitesse et le renforcement des contrôles;
- des mesures de logistique dans le trafic des marchandises.

► Réduction des émissions dues au trafic aérien

Sur la base de la nouvelle loi sur la navigation aérienne, la Confédération peut introduire des taxes d'atterrissage dépendant des émissions. Pour l'heure, l'administration élabore un projet concernant l'utilisation de moteurs libérant peu d'émissions et efficaces sur le plan énergétique. Parallèlement, les actions de la Suisse sur le plan international vont dans le sens d'une réduction des valeurs limites pour l'homologation des avions à réaction.

### *Agriculture*

Dans le domaine de l'agriculture, aucune mesure supplémentaire permettant de réduire les émissions de GES n'est actuellement envisagée. L'application des mesures adoptées visant l'extensification de l'agriculture - par une production plus respectueuse de l'environnement - et indirectement une réduction des GES, dépendra fortement:

- des finances mises à disposition par la Confédération pour promouvoir les programmes écologiques basés sur le principe du volontariat et

- des conséquences agronomiques de la ratification présumée des accords du GATT.

### *Foresterie*

Le principe de développement durable est ancré dans la politique forestière suisse depuis plus de cent ans. Dans la nouvelle loi sur les forêts de 1991, cet acquis a été non seulement confirmé, mais élargi. Les objectifs de la politique en matière de changement climatique sont ainsi déjà contenus dans la politique forestière. Il s'en suit que la surface de forêt devrait s'accroître dans les années à venir. Le soutien de l'économie forestière garantit un minimum de soins à la forêt et devrait éviter les fluctuations d'exploitation trop fortes susceptibles d'avoir un impact sur le bilan des émissions de CO<sub>2</sub>.

Dans le cadre de la sauvegarde de la nature et du paysage, les tourbières et les haies sont protégées. Des moyens sont mis à disposition pour leur conservation et leur développement.

### *Mesures prévues en matière de transfert de technologie*

Une nouvelle orientation des instruments financiers est nécessaire au-delà de la modification des règles de l'OCDE sur les financements mixtes. Elle est requise à la fois par les profonds changements des conditions politiques et économiques qui caractérisent les pays en développement et par le signal de plus en plus clair qui désigne le secteur privé comme moteur du progrès économique.

L'Office fédéral des affaires économiques extérieures met actuellement au point une nouvelle instrumentation conforme aux processus de libéralisation et de privatisa-

tion des pays en développement, et susceptible de soutenir et favoriser de manière directe les investissements privés.

► Nouveaux instruments financiers

L'objectif de ces nouveaux instruments est de favoriser le transfert de capitaux, de technologie et de savoir-faire vers les pays en développement. Cela doit conduire au développement d'un partenariat entre entreprises du Nord et du Sud via des transactions commerciales simples et une répartition équitable des risques et des bénéfices de ces opérations.

Les futures actions seront dirigées vers les petites et moyennes entreprises. Une coopération étroite sera recherchée avec les institutions bi- et multilatérales déjà actives en matière de soutien du secteur privé dans les pays en développement - comme par exemple l'*International Finance Corporation* (IFC) ou la «Société allemande de développement».

En 1994 déjà, des opérations pilotes sont prévues, comme la mise en place d'un Fonds régional pour les entreprises de leasing en Afrique (EDFUND) ou celle d'un Fonds pour le développement des petites entreprises en Amérique latine (PROFUND), réalisé avec des institutions bilatérales et multilatérales et des ONG.

► Transferts de technologies respectueuses de l'environnement

L'encouragement au transfert de technologies respectueuses de l'environnement est traité par le groupe d'experts «Transfert de technologies respectant l'environnement» du Comité interdépartemental CIRio. Réunissant l'administration fédérale, l'économie privée, la recherche et les organisations de développement et de protection de l'environnement, ce groupe a pour tâche d'é-

laborer d'ici au début 1995 une «politique suisse de transfert de technologies respectueuses de l'environnement».

Dans le cadre de ce groupe de travail, divers projets pilotes (par exemple un partenariat technologique avec le Pakistan) ont été mandatés. Des problèmes plus conceptuels portant sur des domaines spécifiques (par exemple la question des obstacles aux transferts technologiques entre la Suisse et la Colombie) ont été étudiés.

### 6.1.3 Effets

Il n'est pas possible actuellement de quantifier les effets de toutes les mesures prévues.

Les calculs dans le cadre du scénario «mesures prévues» ont permis d'estimer les effets de l'introduction de la loi sur l'énergie ainsi que de la taxe CO<sub>2</sub>.

Par rapport au scénario "mesures décidées", on admet une augmentation des moyens financiers pour les mesures de soutien, des prescriptions renforcées, ainsi qu'un renforcement périodique des prescriptions et une meilleure observation.

Par rapport à 1990, la consommation finale d'énergie fossile diminue de 4% jusqu'en l'an 2000 et de 7% jusqu'en 2030. Quant à la demande d'électricité - toujours par rapport à 1990 -, elle augmente de 7% jusqu'en l'an 2000 et de 26% jusqu'en 2030.

Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie du scénario «Mesures prévues» devraient être réduites d'environ 6 % de 1990 à l'an 2000 et de 9 % à l'an 2030.

Comme le tableau 3.2 du chapitre 3, le tableau suivant récapitule sur le plan quali-

tatif les effets des mesures prévues dans les divers domaines concernés.

	Effets selon le domaine ou l'instrument					
Mesures	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	COV	CO
Taxe CO <sub>2</sub>						
Loi sur l'énergie						
Taxe COV						
Réduction utilisation carburants						
Trafic des marchandises						
Réglementations sur les gaz d'échappement						
Mesures cantonales air						
Trafic aérien						
Agriculture						
Foresterie						

Légende : effets



**Tableau 6.1 — Effets des mesures prévues : synthèse qualitative**

## 7 Perspectives

Ce rapport décrit toutes les mesures déjà introduites ou l'état de projet dans le cadre des politiques de l'énergie et de l'environnement, en particulier les mesures de politique énergétique du programme «Energie 2000», lancé en 1991, et la mise en œuvre de la Stratégie (1986) de lutte contre la pollution de l'air.

Toutefois, pour parvenir au but à long terme, des mesures complémentaires, in-

tégrées dans une stratégie d'ensemble, s'imposent.

Après avoir remis ce rapport, le Comité interdépartemental Rio (CIRio-Climat) passera à la planification et à la coordination des travaux supplémentaires en vue de développer plus avant le programme national en matière de changement climatique.

## Sources

- [Badoux, 1993]: Badoux, E., *Ertragstafeln für Fichte und Buche in der Schweiz*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Birmensdorf, 1983.
- [BfU, 1994]: Bundesumweltministerium, *Umweltpolitik: Klimaschutz in Deutschland, Nationalbericht der Bundesregierung für die Bundesrepublik Deutschland im Vorgriff auf Artikel 12 des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen*, Bonn, 1994
- [Biedermann 1992]: Biedermann, A., Hofstetter, P., Schläpfer, K., *Treibhausgasbilanz Schweiz*, Greenpeace Schweiz, 1992.
- [Braun et al., 1994]: Braun, M., P. Hurni et E. Spiess, *Phosphor- und Stickstoffüberschüsse in der Landwirtschaft und Para-Landwirtschaft*, Cahiers de la FAC, 1994 (en préparation).
- [Broggi et al., 1989]: Broggi, M.F. und Schlegel, H., *Mindestbedarf an naturnahen Flächen in der Kulturlandschaft*, Nationales Forschungsprogramm «Boden» Bericht Nr. 31, Liebefeld-Bern, 1989.
- [Burschel et al., 1993]: Burschel, P., Kürsten, E. und Larson, B.C., *Die Rolle von Wald und Forstwirtschaft im Kohlenstoffhaushalt - Eine Betrachtung für die Bundesrepublik Deutschland*, Forstliche Forschungsberichte München Nr. 126, 1993.
- [Carbotech, 1994]: Carbotech, *Emissionsfaktoren ausgewählter nichtlimitierter Schadstoffe des Strassenverkehrs*, Entwurf, Basel, 1994.
- [CITEPA]: Centre Interprofessionel technique d'études de la pollution atmosphériques, Paris (CORINAIR), 1993.
- [Dettwiler, 1990]: Dettwiler, J. *Rapport OFEFP* non publié. 1990.
- [EFB , 1994]: *Schweizer Energiefachbuch*, 1994.
- [Enquete-Kommission, 1992]: Enquete-Kommission «Schutz der Erdatmosphäre» des Deutschen Bundestages (Hrsg.), *Klimaänderung gefährdet globale Entwicklung*, Economica Verlag, Bonn, 1992.
- [EPA, 1992]: EPA (US Environmental Protection Agency), *Global Methane Emissions from Livestock and Poultry Manure*, EPA/400/1-91/048. 1992.
- [EWI, 1989]: Elektrowatt Ingenieure, *Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Luftreinhalte-Konzept des Bundesrates und zusätzlichen Massnahmen zur Reduktion der Luftverschmutzung*, Schlussbericht, Zürich, 1989.
- [GAW, 1993]: Global Atmosphere Watch, Contribution de la Suisse, résultats de la conférence GAW-CG des 2-3 novembre 1993, 1993.

- [GIESC, 1994]: GIESC, (Groupe de travail interdépartemental sur l'évolution du système climatique, *Le réchauffement planétaire et la Suisse: bases d'une stratégie nationale*, OFEFP, Berne, 1994.
- [GRECC, 1994]: GRECC, *L'évolution du climat : la recherche en Suisse*, février 1994 (non publié).
- [IP Holz, 1991]: "Holz her! Ruft der Zimmermann - der Wald gibt nun ein Echo", Infobulletin IP Holz, 1991.
- [IPCC, 1994]: IPCC, *IPCC Draft Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 1994.
- [Isermann, 1994]: Isermann, K., *Environmental Pollution* 83: 95-111. 1994.
- [ISM, 1994]: Schweizerische Meterologische Anstalt, *Ausgewählte klimatische Daten für das Jahr 1990*, Zürich, 1994.
- [Körner et al., 1991]: Körner, C., Schlicher, B. und Pelaez-Riedl, S., *Vegetation und Treibhausproblematik in Oesterreich unter besonderer Berücksichtigung der Kohlenstoffbilanz. In: Bestandesaufnahme Anthropogene Klimaänderungen: Mögliche Auswirkungen auf Oesterreich - Mögliche Auswirkungen in Oesterreich*, Oesterreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, 1991.
- [Mahrer et al., 1988]: Mahrer, F., *Schweizerisches Landesforstinventar, Ergebnisse der Erstaufnahme 1982 - 1986*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Bericht Nr. 305, 1988.
- [Meier, 1992]: Meier, B., *Methanemissionen und Klimaverträglichkeit fossiler Energieträger*, Zürich, 1992
- Message du Conseil fédéral concernant la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, 31 mars 1993.
- [Neftel et al., 1994]: Neftel, A. et al., *Der Stickstoffeintrag in ein Naturschutzgebiet im unteren Reusstal*, OFEFP, Berne, 1994 (en préparation).
- [OFA, 1992]: OFA, *Siebter Landwirtschaftsbericht*, Bern, 1992.
- [OFEFP, 1987a]: OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage), *Emissions polluantes en Suisse dues à l'activité humaine (de 1950 à 2010)*, Cahier de l'environnement 76, Berne, 1987.
- [OFEFP, 1987b]: OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage), *Emissions polluantes de l'air provenant de sources naturelles en Suisse*, Cahier de l'environnement 75, Berne, 1987.
- [OFEFP, 1994]: OFEFP (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage), *Persönliche Mitteilungen*, 1994.
- [OFEN, 1994a]: Bundesamt für Energiewirtschaft, *Aktionsprogramm «Energie 2000», Jahresbericht*, Bern, 1994.
- [OFEN, 1994b]: Bundesamt für Energiewirtschaft, *Energienutzung in Schweizerischen KVA*, Schlussbericht, Bern, 1994.



- [OFS, 1992]: OFS (Office fédéral de la statistique), *Jahrbuch der schweizerischen Wald- und Holzwirtschaft*, amtliche Statistik der Schweiz, Nr. 385, Bern, 1992.
- [OFS, 1993a]: OFS (Office fédéral de la statistique), *Wald und Holzwirtschaft der Schweiz, Jahrbuch 1992*, Bern, 1993.
- [OFS, 1993b]: OFS (Office fédéral de la statistique), *Annuaire statistique de la Suisse 1994*, Verlag NZZ, Zurich, 1993.
- [Prognos, 1994]: Prognos, *Perspektiven zu Entwicklung des Energiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen bis zum Jahr 2000 und Ausblick auf das Jahr 2030*, Zwischenergebnisse aus dem Gesamtvorhaben "Energieperspektiven" des BEW, 1994.
- [Richard et al., 1978]: Richard, F., Lüscher, P. und Strobel, T., *Physikalische Eigenschaften von Böden in der Schweiz, Band 1*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Birmensdorf, 1978.
- [Richard et al., 1981]: Richard, F., Lüscher, P. und Strobel, T., *Physikalische Eigenschaften von Böden in der Schweiz, Band 2*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Birmensdorf, 1981.
- [Richard et al., 1983]: Richard, F., Lüscher, P. und Strobel, T., *Physikalische Eigenschaften von Böden in der Schweiz, Band 3*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Birmensdorf, 1983.
- [Richard et al., 1987]: Richard, F., Lüscher, P. und Strobel, T., *Physikalische Eigenschaften von Böden in der Schweiz, Band 4*, Eidgenössische Anstalt für forstliches Versuchswesen, Birmensdorf, 1987.
- [SGE, 1990]: Bundesamt für Energiewirtschaft, *Schweizerische Gesamtenergiestatistik*, Bern, 1990.
- [SGE, 1991]: Bundesamt für Energiewirtschaft, *Schweizerische Gesamtenergiestatistik*, Bern, 1991.
- [SGE, 1992]: Bundesamt für Energiewirtschaft, *Schweizerische Gesamtenergiestatistik*, Bern, 1992.
- [SST, 1994]: Bundesamt für Verkehr, *Verkehrstatistik der Schweiz*, Bern, 1994.
- [USP, 1993]: USP (Union suisse des paysans), *Statistiques et évaluations concernant l'agriculture et l'alimentation*, Secrétariat de l'USP. Brugg, 1993.

# Glossaire

Agenda 21	programme d'action multisectoriel visant à une approche intégrée des politiques d'environnement et de développement économique (adopté à la CNUED, Rio 1992)
anthropique	qui est dû aux activités humaines
biocarburants	carburants obtenus à partir de biomasse végétale
biodiversité (ou diversité biologique)	diversité des espèces
biomasse	masse de matière vivante, animale ou végétale
bunker fuels	kérosène vendu en Suisse pour des vols internationaux
chlorofluorocarbones	ensemble de composés formés des atomes chlore, fluor et carbone
composés organiques volatils	ensemble des hydrocarbures qui s'évaporent à température ambiante
développement durable	développement qui subvient aux besoins du présent sans mettre en danger la capacité des générations futures de pouvoir subvenir à leurs propres besoins
«Energie 2000»	programme d'action lancé par le Conseil fédéral en 1991, dont les objectifs à l'horizon 2000 sont les suivants: a) stabilisation de la consommation des énergies fossiles et des émissions de CO <sub>2</sub> au niveau de 1990, b) stabilisation de la consommation d'électricité (réduction progressive de l'augmentation de cette consommation au cours des années 1990) et c) utilisation accrue des énergies renouvelables
Global Warming Potential	cf. potentiel de réchauffement global

halogène	qui contient un élément chimique de la famille du chlore (brome, fluor, iode)
halon	ensemble de composés formés des atomes brome, fluor et carbone
ozone	molécule formée de trois atomes d'oxygène (O <sub>3</sub> ); se forme naturellement dans la stratosphère sous l'effet du rayonnement ultraviolet du soleil où son accumulation constitue une couche protectrice; dans la troposphère, où sa concentration augmente sous l'effet de la pollution de l'air, l'ozone est un irritant des voies respiratoires et endommage les végétaux
phytomasse	masse végétale
potentiel de réchauffement global	coefficient assigné à un gaz à effet de serre qui mesure la capacité de réchauffement de l'atmosphère par la libération instantanée d'un kilogramme de ce gaz par rapport à 1 kg de CO <sub>2</sub>
précurseur de gaz à effet de serre	gaz qui, une fois libéré dans l'atmosphère, participe à des réactions chimiques qui produisent un ou des gaz à effet de serre (exemple : NO <sub>x</sub> )
Protocole de Montréal	Accord signé à Montréal en 1987 engageant les parties à réduire leur production et leur consommation de CFC et de halons
puits	processus, activité ou mécanisme, naturel ou artificiel, qui élimine de l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre
réservoir	un ou plusieurs constituants du système climatique qui retiennent un gaz à effet de serre ou un précurseur de gaz à effet de serre
source	processus ou activité qui libère dans l'atmosphère un gaz à effet de serre, un aérosol ou un précurseur de gaz à effet de serre
stratosphère	couche de l'atmosphère comprise entre la troposphère (6-17 km d'altitude) et la mésosphère (50 km d'altitude)

troposphère	partie de l'atmosphère comprise entre la surface terrestre et la stratosphère (jusqu'à 6-17 km d'altitude)
turnover	mouvement (d'un stock), rotation

# Liste des tableaux

Tableau 1.1	De la première Conférence mondiale sur le climat à l'entrée en vigueur de la Convention-cadre .....	30
Tableau 2.1	Inventaire de CO <sub>2</sub> en 1990 par source.....	38
Tableau 2.2	Inventaire du CH <sub>4</sub> en 1990 par source .....	41
Tableau 2.3	Inventaire du N <sub>2</sub> O en 1990 par source .....	44
Tableau 2.4	Inventaire du gaz précurseurs en 1990 par source .....	47
Tableau 2.5	Inventaire global des émissions de gaz à effet de serre et des précurseurs en 1990 .....	49
Tableau 3.1	Mesures de politique énergétique décidées par domaine d'application .....	56
Tableau 3.2	Appréciation qualitative des effets de quelques mesures .....	63
Tableau 4.1	Consommation finale d'énergie du secteur résidentiel .....	74
Tableau 4.2	Consommation finale d'énergie des services et de l'agriculture.....	75
Tableau 4.3	Consommation finale d'énergie de l'industrie .....	75
Tableau 4.4	Consommation finale d'énergie dans le secteur des transports.....	76
Tableau 4.5	Vue d'ensemble de la consommation finale d'énergie .....	76
Tableau 4.6	Vue d'ensemble de la consommation brute d'énergie .....	77
Tableau 4.7	Emissions de CO <sub>2</sub> liées à l'énergie.....	77
Tableau 4.8	Scénario CO <sub>2</sub> en l'an 2000 par source .....	78
Tableau 4.9	Emissions de CO <sub>2</sub> en millions de tonnes 1990 - 2000 .....	79
Tableau 4.10	Emissions de CH <sub>4</sub> en milliers de tonnes 1990 - 2000 .....	80
Tableau 4.11	Emissions de NO <sub>x</sub> , CO et COV en milliers de tonnes 1990 - 2000.....	80
Tableau 4.12	Scénario gaz précurseurs en l'an 2000 par source.....	81
Tableau 4.13	Emissions de CO <sub>2</sub> liées à l'énergie 1990 - 2030 .....	81
Tableau 6.1	Effets des mesures prévues: synthèse qualitative .....	99

# Liste des figures

<b>Figure 2.1</b>	<b>Inventaire du CO<sub>2</sub> en Suisse, 1990.....</b>	<b>49</b>
<b>Figure 2.2</b>	<b>Inventaire du CH<sub>4</sub> en Suisse, 1990.....</b>	<b>42</b>
<b>Figure 2.3</b>	<b>Inventaire du N<sub>2</sub>O en Suisse, 1990.....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 2.4</b>	<b>Inventaire des gaz précurseurs en Suisse, 1990 .....</b>	<b>48</b>
<b>Figure 2.5</b>	<b>Bilan des gaz à effet de serre en Suisse, 1990.....</b>	<b>50</b>
<b>Figure 3.1</b>	<b>Répartition des projets par domaine d'activité .....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 3.2</b>	<b>Répartition des projets portant sur les impacts du changement climatique .....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 3.3</b>	<b>Principales sources de financement.....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 4.1</b>	<b>Emissions de CO<sub>2</sub> liées à l'énergie 1990-2030.....</b>	<b>83</b>

# Liste des acronymes et abréviations

AIE	Agence internationale de l'énergie
ASSN	Académie suisse des sciences naturelles
AUE	Arrêté sur l'utilisation de l'énergie
BAfD	Banque africaine de développement
BAfD	Banque asiatique de développement
BM/WB	Banque mondiale (World Bank)
CCA	Commission pour le climat et l'atmosphère de l'ASSN
CDS/CSD	Commission pour le développement soutenable
CEI	Communauté des Etats Indépendants
CFC	Chlorofluorocarbones
CH <sub>4</sub>	Méthane
CIRio	Comité interdépartemental chargé de la coordination du suivi de Rio
CIUS	Conseil international des unions scientifiques
CM	Crédits mixtes
CNUCED	Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement
CNUED	Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Gaz carbonique (dioxyde de carbone)
COST	Coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique
COV	Composés organiques volatils, hydrocarbures
DDA	Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire
DFAE	Département fédéral des affaires étrangères
DFI	Département fédéral de l'intérieur
EDFUND	Fonds régional pour les entreprises de leasing en Afrique
EPA	US Environmental Protection Agency
EPFL	Ecole polytechnique fédérale de Lausanne
EWI	Elektrowatt Ingenieure, Zürich

FAC	Station de recherche de chimie agricole et sur hygiène de l'environnement, Liebefeld-Berne
FEM/GEF	Fonds mondial pour la protection de l'environnement/Global Environment Facility (de la Banque mondiale, du PNUD et du PNUE)
FNRS	Fonds national suisse pour la recherche scientifique
GATT	Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce
GAW	Global Atmosphere Watch
GCOS	Global Climate Observing System
GES	Gaz à effet de serre
GIESC	Groupe de travail interdépartemental sur l'évolution du système climatique
GIETH	Geographisches Institut der ETH, Zürich
GRECC	Groupe de travail ad hoc sur la recherche en matière de changement climatique
HCFC	Hydrochlorofluorocarbones, substitués des CFC
HDP	Programme sur les dimensions humaines des transformations globales de l'environnement du Conseil international des sciences humaines
HFC	hydrofluorocarbones, substitués des CFC ne contenant pas de chlore
IAP	Institut de physique appliquée de l'Université de Berne
IFAEPE	Institut fédéral pour l'aménagement, l'épuration et la protection des eaux
IFC	International Finance Corporation
IGBP	Programme international géosphère-biosphère
INTAS	International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Independent States of the Former Soviet Union
IPCC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISM	Institut suisse de météorologie
ISM	Institut suisse météorologique
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission
LAgr	Loi fédérale sur l'agriculture, révisée en 1992
LAPETH	Laboratorium für Atmosphärenphysik der ETH, Zürich
LEKUB	Observation de l'environnement du DFI / Lenkungs- und Koordinationsorgan für Umweltbeobachtung
LFEM	Institut fédéral d'essai des matériaux, Dübendorf
N <sub>2</sub> O	Protoxyde d'azote
NO <sub>x</sub>	Oxydes d'azote



OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques
OFA	Office fédéral de l'agriculture
OFAEE	Office fédéral des relations économiques extérieures
OFAEE	Office fédéral des affaires économiques extérieures
OFEFP	Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage
OFEN	Office fédéral de l'énergie
OFS	Office fédéral de la statistique
OFSP	Office fédéral de la santé publique
OMM	Organisation météorologique mondiale
ONG	Organisations non gouvernementales
ONU	Organisation des Nations Unies
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
OPair	Ordonnance sur la protection de l'air
OSubst	Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement
OTD	Ordonnance sur le traitement des déchets
PJ	Pétajoule
PNB	Produit national brut
PNR	Programme national de recherche du FNRS
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
PPE	Programme prioritaire environnement du FNRS
PRG	Potentiel de réchauffement global
ProClim	Forum suisse pour le climat et le changement global
PROFUND	Fonds pour le développement des petites entreprises en Amérique latine
PSI	Institut Paul Scherrer, Würenlingen et Villigen
SF <sub>6</sub>	Hexafluorure de soufre
SGE	Statistique globale suisse de l'énergie
SHGN	Service hydrologique et géologique national
SST	Statistique suisse des transports
TVA	Taxe sur la valeur ajoutée
UE	Union européenne
UGB	Unité de gros bétail
UGBF	Unité de gros bétail-fumure
UIOM	Usine d'incinération des ordures ménagères

WCP	World Climate Programme
WCRP	Programme de recherche climatologique mondial de l'OMM
WRC	World Radiation Center, Davos
WWW	World Weather Watch

# **Annexes**

**A1. Données statistiques sur la Suisse**

**A2. Bases de calcul pour l'inventaire des gaz à effet de serre 1990**

**A3. Données de base des scénarios 2000**

**A4. Programme des mesures «Global Atmosphere Watch»**

**A5. Collaboration technique bilatéral: Exemples de projets**

## A1. Données statistiques sur la Suisse

### Population

Nombre de personnes (en milliers)	1970	1975	1980	1985	1990	1991	1992
Population résidente permanente (31.12.)	6193,1	6321,0	6335,2	6484,8	<b>6750,7</b>	6842,8	6908,0
Densité de la population (hab/km <sup>2</sup> )	154,9	158,1	158,4	162,2	<b>168,8</b>	171,1	172,8
Population en région urbaine	58%		61%		<b>68%</b>	68%	68%
<b>Répartition régionale</b>							
Suisse du Nord-Est					<b>1951,1</b>	1967,8	1984,1
Suisse du Nord-Ouest, Berne					<b>2090,4</b>	2117,2	2130,1
Suisse centrale					<b>610,1</b>	625,1	635,6
Suisse occidentale					<b>1393,6</b>	1408,8	1422,4
Suisse méridionale					<b>705,4</b>	723,9	735,8

**Tableau A1-1 — Population résidente permanente en Suisse (au 31.12), densité et répartition régionale de la population.**

Source: [OFS, 1993b]

Catégorie d'âge	1990 (en milliers)	Catégorie d'âge	1990 (en milliers)
0	83,3	50 - 54	395,7
1 - 4	313,4	55 - 59	365,3
5 - 9	384,0	60 - 64	329,1
10 - 14	377,9	65 - 69	297,7
15 - 19	421,3	70 - 74	231,5
20 - 24	506,0	75 - 79	203,9
25 - 29	562,3	80 - 84	147,6
30 - 34	535,4	85 - 89	74,8
35 - 39	503,4	90 et plus	27,8
40 - 44	513,3	<b>Total</b>	<b>6750,7</b>
45 - 49	477,1		

**Tableau A1-2 — Structure des âges de la population suisse au 31.12.1990.**

Source: [OFS, 1993b]

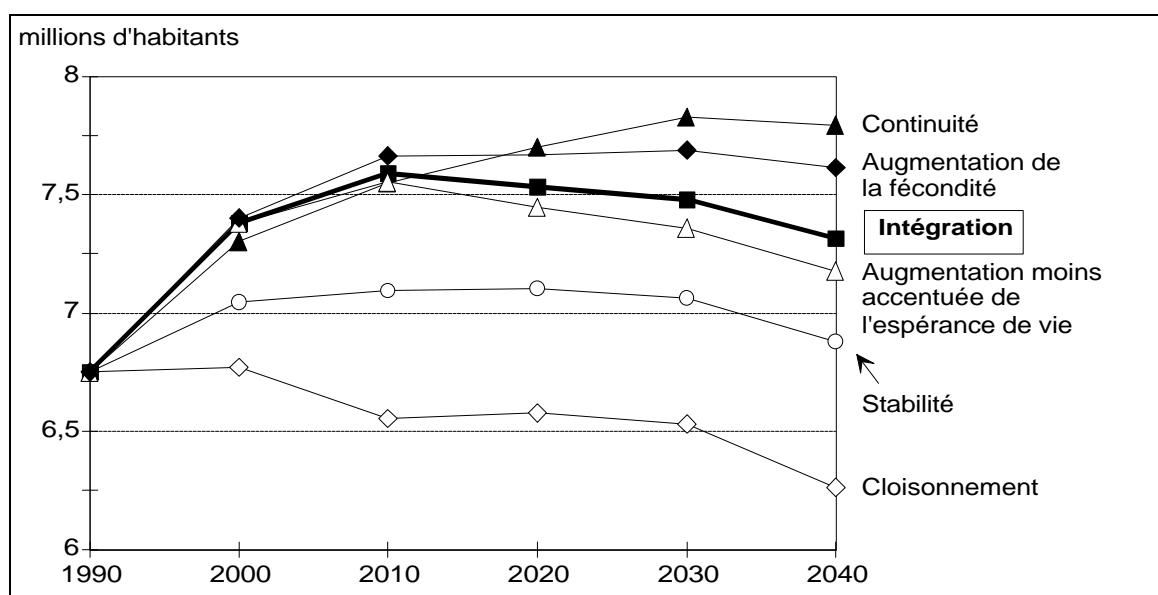
Scénario en milliers d'habitants	1995	2000	2005	2010	2020	2030	2040
<b>Intégration</b>	<b>7087</b>	<b>7379</b>	<b>7546</b>	<b>7591</b>	<b>7533</b>	<b>7478</b>	<b>7314</b>
Continuité	7064	7301	7448	7549	7701	7828	7796
Stabilité	6984	7045	7068	7093	7102	7061	6880
Cloisonnement	6850	6772	6649	6555	6578	6531	6264
Augmentation moins accentuée de l'espérance de vie	7087	7379	7533	7553	7446	7358	7177
Augmentation de la fécondité	7094	7402	7591	7664	7669	7688	7615

**Tableau A1-3 — Scénarios d'évolution de la population en Suisse 1990 à 2040.**

Pour les perspectives du développement énergétique au chapitre 4,  
le scénario synthèse a été utilisé.

Source: [OFS, 1993b]

L'année de référence utilisée dans les scénarios de développement de la population  
est l'année 1990 avec 6,75 millions d'habitants (cf. tableau A1-1).



**Figure A1-1 — Evolution de la population en Suisse de 1990 à 2040 selon les scénarios.**

## Economie

en millions de francs, valeur nominale	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Produit national brut (PNB)	93 930	144 625	177 345	241 355	<b>327 585</b>	352 745
Produit intérieur brut (PIB)	90 665	140 115	170 330	227 950	<b>313 990</b>	339 470
PIB: croissance réelle (par rapport à l'année précédente)	4,2%	1,0%	1,8%	3,7%	<b>2,3%</b>	-0,1%

**Tableau A1-4 — Produit intérieur brut (nominal) de la Suisse 1970 à 1990.**

*La croissance réelle se rapporte chaque fois à l'année précédente et a été calculée au prix de 1980.*

*Source: [OFS, 1993b]*

## Climat 1990

Station de mesure	Altitude (m.s.m.)	Insolation		Précipitations en mm			
		total (en h)	écart de la moyenne 1)	total (mm)	écart de la moyenne 1)	max. (mm)	mois de max.
Genève	420	1961	109	873	94	42	Feb
Lausanne	461	2091	115	1281	115	63	Juin
Sion	482	2155	107	892	155	79	Feb
Neuchâtel	485	1759	111	1046	107	42	Feb
Berne	565	1842	115	1271	127	55	Mai
Bâle	316	1846	119	815	103	32	Juil.
Zurich	556	1731	113	1188	106	46	Feb
St-Gall	779	1723	121	1287	115	55	Juin
Lucerne	456	1585	122	1237	107	47	Mai
Coire	555	1803	117	922	122	65	Feb
Davos	1590	1759	106	1108	110	79	Feb
Lugano	273	2131	108	1342	78	81	Juin
Locarno	197	2220	105	1474	81	135	Juin
<i>Valeur moyenne</i>		<i>1892</i>		<i>1133</i>			

1) 100% = moyenne pluriannuelle

**Tableau A1-5 — Insolation et précipitations en 1990 dans 13 stations de mesure en Suisse.**

*Source: [ISM, 1994]*

Station de mesure	Températures						Degrés-jours de chauffage	
	Moyenne annuelle (en °C)	écart de la moyenne <sup>1)</sup> (en °C)	Nombre de jours caractérisés par des températures de				20°/12° en °C	Nombre de jours
			< 0°C	max 0°C	>= 25°C	>=30°C		
Genève	10,9	1,8	65	6	59	17	2840	196
Lausanne	11,2	1,7	36	3	41	4	2749	195
Sion	10,2	1,7	91	5	59	16	3109	199
Neuchâtel	11,0	2,1	48	13	49	9	2815	194
Berne	9,4	1,8	81	15	41	6	3267	209
Bâle	10,9	1,9	51	3	50	13	2782	196
Zurich	9,9	2,0	60	17	37	7	3167	214
St-Gall	8,8	2,0	83	18	18	0	3568	235
Lucerne	9,9	1,7	78	16	42	7	3095	204
Coire	9,9	1,7	70	6	47	6	3129	207
Davos	3,8	1,2	191	46	1	0	5685	325
Lugano	12,6	1,3	33	0	67	7	2375	172
Locarno	12,7	1,3	27	0	74	10	2265	161
Valeur moyenne	10,1		70	11	45	8	3142	208

1) écart de la moyenne pluriannuelle

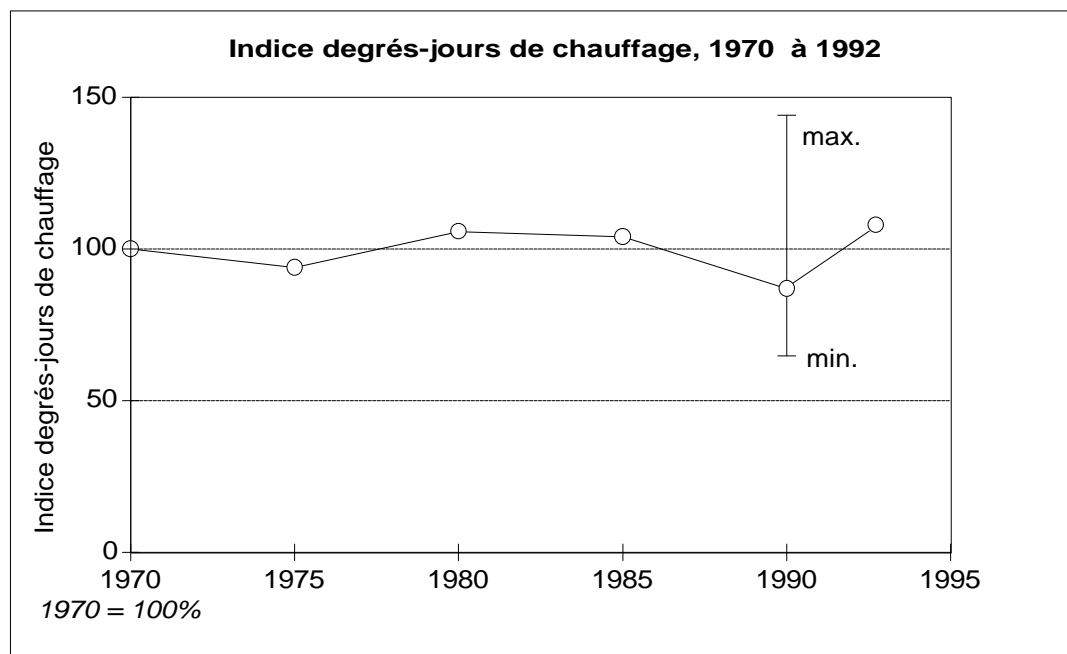
**Tableau A1-6 — Températures moyennes et degrés-jours de chauffage 1990 dans 13 stations de mesure.**

Source: [ISM, 1994]

	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Indice degrés-jours de chauffage	100	93,8	105,7	104,0	86,9	108,2

**Tableau A1-7 — Indice des degrés-jours de chauffage à 20 °C/12 °C, 1970 à 1992 (1970 = 100).**

Source: [EFB, 1994]



**Figure A1-2 — Indice des degrés-jours de chauffage à 20 °C/12 °C 1970 à 1992.**

## Energie

en PJ	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Bois	10,1	8,4	9,7	11,4	12,1	12,7
Energie hydraulique <sup>1)</sup>	119,1	117,9	121,5	115,7	130,5	136,3
Déchets d'industrie/déchets			10,1	20,4	23,2	24,6
Charbon	27,3	9,6	14,3	21,1	14,9	8,8
Pétrole brut	515,1	525,1	521,2	499,0	516,7	555,9
Gaz	1,7	24,1	40,3	58,9	75,9	89,6
Combustibles nucléaires	20,2	80,6	153,2	232,2	243,2	241,3
Energie solaire						0,1
<b>Total</b>	<b>693,5</b>	<b>765,7</b>	<b>870,3</b>	<b>958,7</b>	<b>1016,5</b>	<b>1069,4</b>
Consommation propre secteur de l'énergie					26,7	27,6
Consommation non énergétique					8,7	9,1
Pertes de conversion	106,7 <sup>2)</sup>	151,8 <sup>2)</sup>	186,4 <sup>2)</sup>	234,6 <sup>2)</sup>	202,2	204,8
<b>Consommation finale</b>	<b>586,8</b>	<b>613,9</b>	<b>683,9</b>	<b>724,1</b>	<b>778,9</b>	<b>827,9</b>

1) déduction faite du solde exportateur d'électricité. Production intérieure effective cf. tabl. A1-10

2) y compris consommation propre du secteur de l'énergie et consommation non énergétique

**Tableau A1-8 — Consommation brute d'énergie et consommation finale en Suisse de 1970 à 1992.**

Source: [OFS, 1993b], [SGE, 1990], [SGE, 1992].



Part des agents énergétiques (en %)	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Bois, déchets, charbon	5,4	2,4	3,9	5,5	<b>5,0</b>	4,3
Energie hydraulique	20,3	20,0	17,4	15,3	<b>13,6</b>	14,2
Pétrole et produits pétroliers	74,3	68,6	59,9	52,1	<b>50,8</b>	52,0
Gaz	0,2	3,1	4,6	6,2	<b>7,5</b>	8,4
Combustibles nucléaires	2,9	10,5	17,6	24,2	<b>23,9</b>	22,5
Solde exportateur <sup>1)</sup>	(3,1)	(4,6)	(3,4)	(3,3)	<b>(0,8)</b>	(1,4)
Consommation d'énergie en PJ	693,5	765,7	870,3	958,7	<b>1016,5</b>	1069,4

1) Il faut déduire le solde exportateur d'électricité de la somme des autres agents énergétiques.

**Tableau A1-9 — Part des différents agents énergétiques  
à la consommation intérieure brute d'énergie.**

Source: [OFS, 1993b]

Production intérieure (en PJ)	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Bois de feu	10,1	8,4	9,5	11,1	<b>11,6</b>	12,1
Energie hydraulique	140,7	152,9	150,9	147,0	<b>138,0</b>	151,8
Ordures/déchets			10,1	20,4	<b>23,2</b>	24,7
Gaz				0,7	<b>0,1</b>	0,1
Energie solaire						0,1
Total	150,8	161,3	170,5	179,2	<b>172,9</b>	188,8

**Tableau A1-10 — Production intérieure d'énergie de 1970 à 1992.**

Source: [OFS, 1993b]

Provenance (en PJ)	1990	1992
Production intérieure	172,9	188,8
Importation	941,0	963,9
Exportation	-96,6	-110,8
Modification du stock	-0,8	27,5
Consommation brute d'énergie	1016,5	1069,4

**Tableau A1-11 — Consommation brute d'énergie de la Suisse 1990/1992  
selon la provenance.**

Source: [SGE, 1990], [SGE, 1992]

Consommation finale (en PJ)	1970	1975	1980	1985	1990	1992
Combustibles pétroliers	316,5	314,8	309,5	274,3	<b>248,6</b>	268,8
Carburants	138,1	156,1	178,8	201,1	<b>248,6</b>	261,1
Electricité	90,3	104,1	126,9	148,8	<b>167,7</b>	172,3
Gaz	7,4	20,9	33,8	52,9	<b>70,5</b>	83,9
Charbon/coke	24,4	9,6	13,6	19,8	<b>14,3</b>	8,7
Bois	10,1	8,4	9,7	11,4	<b>12,1</b>	12,8
Chaleur à distance			7,9	9,4	<b>10,4</b>	11,9
Déchets d'industrie			3,7	6,4	<b>6,7</b>	8,4
<b>Consommation finale</b>	<b>586,8</b>	<b>613,9</b>	<b>683,9</b>	<b>724,1</b>	<b>778,9</b>	<b>827,9</b>
Ménages			223,8	228,6	<b>225,4</b>	250,9
Industrie			137,9	135,3	<b>146,0</b>	147,2
Artisanat, agriculture, services			140,5	155,8	<b>154,0</b>	165,3
Transports			181,9	204,5	<b>253,5</b>	264,5

**Tableau A1-12 — Consommation finale d'énergie en Suisse de 1970 à 1992  
selon les agents énergétiques et les groupes d'utilisateurs.**

Source: [OFS, 1993b], [SGE, 1992]

Secteurs d'activité (en %)	1990	1992
Ménages	29%	30%
Industrie	19%	18%
Artisanat, services, agriculture	20%	20%
Transports	32%	32%

**Tableau A1-13 — Part des secteurs d'activité  
à la consommation finale d'énergie 1990/1992 en pourcent.**

Source: [OFS, 1993b]

Consommation 1990 (en PJ)	Ménages			Artisanat					
	Chaleur	Travail mécan.	Eclairage	Chaleur	Travail mécan.	Eclairage			
	Energie finale	213,49	5,95	5,95	118,83	23,99	11,22		
	Energie utile	151,97	4,70	0,60	86,83	16,82	1,12		
Rendement	71%	79%	10%	73%	70%	10%			
	Industrie			Eclairage	Transports				
	Chaleur	Travail mécan.	chimique		Chaleur	Travail mécan.	Eclairage		
	Energie finale	106,04	31,97		5,56	2,46	0,37	252,91	0,19
	Energie utile	77,50	26,85		5,06	0,25	0,37	59,82	0,02
Rendement	73%	84%	91%	10%	100%	24%	11%		
	Total								
	Chaleur	Travail mécan.	chimique	Eclairage	Total				
	Energie finale	438,73	314,82	5,56	19,82		778,93		
	Energie utile	316,67	108,19	5,06	1,99		431,91		
Rendement	72%	34%	91%	10%	55%				

**Tableau A1-14 — Consommation suisse d'énergie finale et d'énergie utile, ainsi que les rendements par secteur d'activité et type d'énergie (1990).**  
Source: [SGE, 1990].

## Transports

Longueur du tronçon (en km)	1970	1975	1980	1985	1990	1991
Rail	4991	4977	4982	5017	5031	5030
Routes nationales	651	952	1170	1384	1495	1502
Routes cantonales	17860	17563	18667	18407	18278	18275
Routes communales	41628	43629	46707	51197 <sup>1)</sup>	51197 <sup>1)</sup>	51197 <sup>1)</sup>
Total routes	60139	62144	66544	70988	70970	70974
Oléoducs	222	239	239	239	239	239
Gazoducs	388	957	1146	1334	1600	1635

1) donnée de 1984

**Tableau A1-15 — Réseau de transport selon l'infrastructure de 1970 à 1991.**  
Source: [OFS, 1993b]

Transport de personnes	1970	1980	1985	1990	1992
<b>Véhicules motorisés privés (en milliers d'unités)</b>					
Voitures particulières	1383	2247	2617	<b>2985</b>	3091
autres <sup>1)</sup>	669	816	869	<b>757</b>	737
<b>Aviation (nombre d'unités)</b>					
Commerciale	334	441	507	<b>716</b>	745
Privée	718	1233	1341	<b>1434</b>	1515
<b>Transport de marchandises (en milliers d'unités)</b>					
Voitures utilitaires	24	119	152	<b>197</b>	202
Camions	82	46	44	<b>49</b>	48
autres <sup>2)</sup>	106	173	205	<b>258</b>	263

1) comprend: minibus, autocars, motos, cyclomoteurs

2) comprend: tracteurs à sellette, tracteurs industriels et agricoles, chariots à moteur

**Tableau A1-16 — Modes de transport pour le transport de personnes et de marchandises en Suisse de 1970 à 1992 (transports ferroviaires et navigation exclus).**

Source: [SST, 1994]

Transport de personnes (en millions de Pkm) <sup>1)</sup>	1970	1980	1985	1990	1992
Rail	9505	10224	10430	<b>12978</b>	13571
Route:					
<i>Transports publics</i>	<i>3005</i>	<i>3551</i>	<i>3969</i>	<i>4697</i>	<i>5038</i>
<i>Transport privé</i>	<i>45882</i>	<i>67041</i>	<i>71997</i>	<i>78579</i>	<i>80422</i>
Total intermédiaire route	48887	70592	75966	<b>83276</b>	85460
Navigation	185	182	191	<b>210</b>	218
Transport aérien	719	1184	1376	<b>1799</b>	1849
<b>Total</b>	59296	82182	87963	<b>98263</b>	101098
<b>Transport de marchandises (en millions de tkm)<sup>2)</sup></b>					
Rail	7019	7842	7461	<b>8905</b>	8316
Route	4846	7287	8721	<b>10464</b>	10374
Navigation	139	125	110	<b>196</b>	195
Transport aérien	16	23	28	<b>34</b>	35
Conduites	1197	2045	1888	<b>2091</b>	2175
<b>Total</b>	13217	17322	18208	<b>21690</b>	21095

1) Pkm: passagers-kilomètres

2) tkm: tonnes-kilomètres

**Tableau A1-17 — Evolution du transport de personnes et de marchandises en millions de Pkm resp. millions de tkm de 1970 à 1992.**

Source: [SST, 1994]

<b>Voitures particulières</b> (en milliers d'unités)	<b>1990</b>	<b>1992</b>
Moteur à explosion	1750	1336
Moteur à explosion avec catalyseur	1161	1675
Diesel	79	84
autres	4	4
Total	2994	3099

**Tableau A1-18 — Parc de véhicules particuliers selon le type de moteur.**  
Source: [OFS, 1993b]

## Utilisation du sol

<b>Superficie</b>	<b>en ha</b>	<b>en %</b>
Plateau	942 393	23%
Préalpes	660 994	16%
Versant sud des Alpes	354 587	9%
Jura	492 160	12%
Alpes	1 678 319	41%
Total	4 128 453	

**Tableau A1-19 — Superficie totale de la Suisse et répartition régionale.**  
Source: [OFS, 1993b]

Type de surface	1985 (en milliers de ha)	%
Surfaces boisées		
Forêt (y.c. forêt buissonnante)	1 139	
Autres	113	
Total intermédiaire	<b>1 252</b>	30%
Surfaces agricoles utiles		
Terres arables, prés, pâturages	946	
Arboriculture fruitière, viticulture, hortic- ulture	71	
Alpages	564	
Total intermédiaire	<b>1 581</b>	38%
Surfaces d'habitat et d'infrastructure		
Surfaces d'habitation (sans industries)	119	
Aires industrielles	15	
Surfaces d'infrastructure spéciale	16	
Espaces verts et lieux de détente	12	
Surfaces de transport	80	
Total intermédiaire	<b>242</b>	6%
Surfaces improductives		
Lacs	142	
Cours d'eau	31	
Végétation improductive	247	
Surfaces sans végétation	633	
Total intermédiaire	<b>1 053</b>	26%
Total surface suisse	<b>4 128</b>	

**Tableau A1-20 — Utilisation du sol en Suisse  
selon la statistique de la superficie 1985.**  
Source: [OFS, 1993b].

## Agriculture

Type d'utilisation (en milliers d'ha)	1965	1975	1980	1985	1990
Céréales	174	178	177	184	212
Pommes de terre	37	24	24	20	18
Betteraves sucrières	8	11	13	14	14
Maïs à ensiler	5	27	37	42	39
Colza		9	12	15	16
Autres cultures des champs	23	12	10	12	13
Total terres ouvertes	247	261	273	287	312
Prairies artificielles	124	103	106	118	91
Prés naturels/pâturages <sup>1)</sup>	677	660	675	642	639
Vigne	10	12	12	13	13
Cultures fruitières	4	7	8	7	7
Autres utilisations	14	8	7	6	9
<b>Total surface agricole utile</b>	<b>1 076</b>	<b>1 051</b>	<b>1 081</b>	<b>1 073</b>	<b>1 071</b>
dont en plaine		63%	65%	62%	62%

1) sans les alpages, dont les données se trouvent dans le tableau A1-20

**Tableau A1-21 — Evolution de la surface agricole utile de 1965 à 1990.**

Source: [OFS, 1993b]

Cheptel (en milliers d'unités)	1973	1978	1983	1988	1990
Vaches	889	893	844	798	795
Autres bovins	1 022	1 131	1 089	1 039	1 060
Porcs	2 136	2 115	2 191	1 941	1 787
Poules pondeuses	3 517	3 282	3 203	3 036	
Poules à l'engrais	1 986	1 945	1 946	2 511	
Volaille total	5 503	5 227	5 149	5 547	5 822
Moutons	336	383	355	367	395
Chèvres	69	80	79	72	68
Chevaux	47	46	46	49	45

**Tableau A1-22 — Nombre d'animaux en Suisse de 1973 à 1990.**

Source: [OFA, 1992]

Catégorie d'animaux	1988 (en milliers UGBF)	en %
Bétails bovin	1 191	78%
Porcs	227	15%
Chevaux	31	2%
Volaille	45	3%
Moutons	27	2%
Chèvres	11	1%
Divers	4	0%
<b>Total</b>	<b>1 536</b>	

**Tableau A1-23 — Population animale en Suisse 1988,  
en unités de gros-bétail fumure (UGBF)**  
[OFS, 1993b].



## A2. Bases de calcul pour l'inventaire des gaz à effet de serre 1990

### Coefficients d'émissions et bases de calcul pour le CO<sub>2</sub>

Agents énergétiques	Coefficients d'émissions en kg CO <sub>2</sub> /GJ
Houille	98
Huile combustible extra-légère	73
Diesel	73
Kérosène	71
Essence	71
Huile combustible lourde et moyenne	78
Gaz naturel	55

**Tableau A2-1 — Coefficients d'émissions CO<sub>2</sub> pour les agents énergétiques.**

Source: [CITEPA 1993] [Prognos 1994]

	Quantité 1990	Valeur éner- gétique <sup>1)</sup>	Millions t CO <sub>2</sub> <sup>1)</sup>
Total vente de kérosène suisse	1,118 Mio t	48,0 PJ	3,4
Consommation de kérosène sur territoire suisse	0,421 Mio t	18,1 PJ	1,3
Consommation de kérosène pour les vols internationaux (bunker fuels)	0,697 Mio t	29,9 PJ	2,1

1) Pouvoir calorifique 43 MJ/kg; coefficient d'émissions CO<sub>2</sub> selon le tableau A2-1: 71 kg/GJ

**Tableau A2-2 — Evaluation des bunker-fuels.**

Source: [Prognos, 1994]

	Consommation d'énergie  en PJ	Emissions CO <sub>2</sub>  en millions t	Coefficient d'émission moyen en kg/GJ
<b>Par secteur d'activité</b>			
Ménages	225,4	11,563	51
Services, artisanat, agriculture	154,0	6,513	42
Industrie	146,0	5,732	39
Transports	253,5	17,424	69
donc bunker fuels	(29,9)	(2,1)	71
Consommation finale totale	778,9	41,231	53
Conversion d'énergie	413,5	1,262	3
<b>Par agent énergétique</b>			
Pétrole	510,6	36,913	72
Gaz	74,9	4,120	55
Charbon	14,9	1,459	98

**Tableau A2-3 — Coefficients d'émissions CO<sub>2</sub> moyens liés à l'énergie  
par secteur d'activité et par agent énergétique.**

*Source: [Prognos, 1994]*

Industrie du ciment:	0.4 t CO <sub>2</sub> /t ciment
----------------------	---------------------------------

**Tableau A2-4 — Coefficient d'émissions CO<sub>2</sub> pour l'industrie du ciment  
(hors émissions de CO<sub>2</sub> liées au chauffage)**

## Foresterie: inventaire du CO<sub>2</sub>

### Réservoirs de carbone

#### *Forêts*

La surface forestière de la Suisse en 1990 s'élevait à 1'196'000 ha [OFS, 1992], correspondant à 29 % de la superficie du pays. Le calcul de l'accumulation de carbone se fonde sur les données de l'inventaire forestier national [Mahrer, 1988]. Celui-ci reflète l'état de la forêt en 1985, dont la surface s'élevait à 1'186'300 ha. Ceci engendre une légère sous-estimation pour l'année de référence 1990, qui doit être de l'ordre de 1 %. Etant donné que la forêt n'est pas composée uniquement de bois sur pied, mais également d'une masse aérienne, un facteur de correction permettant de déduire la masse végétale restante de la forêt (brindilles, feuilles, racines) à partir de la masse de bois (cr. tableau A2-5). Sur la base du calcul du tableau A2-5, quelque 114 millions de tonnes de carbone sont stockées dans les forêts suisses.

	Matériau sur pied <sup>1)</sup> en millions de m <sup>3</sup>	Densité <sup>2)</sup> en kg/m <sup>3</sup>	Substance sèche bois fort en millions de t	Facteur de correction <sup>2)</sup>	Carbone stocké dans le bois <sup>3)</sup> en millions de t	Carbone stocké dans les brindilles et racines en millions de t	Carbone total en millions de t
Résineux	268	384	103	1,45	51,53	23,19	74,71
Feuillus	97	556	54	1,45	26,91	12,11	39,02
Total	365		157		78,44	35,30	113,74

1) [Mahrer, 1988]

2) [Burschel, 1993]

3) 1 t de bois (substance sèche) correspond à 0,5 t de carbone

**Tablau A2-5 — Carbone stocké dans la forêt suisse (1990)**

Le carbone organique est stocké non seulement dans les plantes, mais aussi dans le sol, dans la litière et dans l'humus. Le stock dépend du type de sol. A partir d'indications provenant de relevés locaux [Richard et al., 1978, 1981, 1983 et 1987], on obtient des valeurs de stock se situant entre 10 kg et plus de 40 kg de carbone par m<sup>2</sup> de sol. Pour l'Allemagne, la valeur moyenne s'élève à 15,7 kg C/ha [Burschel, 1993]. En Autriche, dont la situation et la topographie ressemblent à celles de la Suisse, des stocks moyens ont été calculés par rapport au stock de carbone contenu dans la phytomasse [Körner, 1991]:

Résineux: pour 1 t de C dans le fût, 2,6 t de C se trouvent dans le sol;

Feuillus: pour 1 t de C dans le fût, 1,7 t de C se trouvent dans le sol.

Appliquées à la Suisse, ces relations fournissent les indications suivantes:

Sol des forêts de résineux : 133,98 millions de t C

Sol des forêts de feuillus : 45,75 millions de t C

---

**Carbone total stocké dans le sol forestier: 179,73 millions de t C**

Le résultat signifie qu'en moyenne, 15,1 kg de carbone sous forme organique sont stockés dans 1 m<sup>2</sup> de sol forestier. Cette valeur se situe en-dessous des valeurs mesurées localement. Elle semble réaliste et plutôt sous-estimée.

Au total, le stock de carbone présent dans les plantes et les sols forestiers suisses peut être estimé à 293,5 millions de tonnes.

### *Masse de bois stockée dans les produits et les constructions*

Le bois stocké et transformé en différents produits agit comme un réservoir de carbone au-delà de la durée de vie des arbres. Une première estimation de l'importance de ce stock est présentée dans le tableau A2-6. On évalue à quelque 100 millions de m<sup>3</sup> le bois contenu dans différents produits. En admettant que les parts de résineux et de feuillus sont les mêmes que dans la forêt, quelque 21,5 millions de tonnes de carbone y sont contenues.

Lieu de stockage	Hypothèses	Calcul	Masse de bois compacte en millions de m <sup>3</sup>
Bâtiments	Part du bois contenue dans les anciennes constructions	1,3 mio à 20 m <sup>3</sup>	26
Autres constructions, ponts	estimation approximative	50 % des bâtiments	13
Mobiliers, aménagement	estimation approximative	2 m <sup>3</sup> par habitant	14
Réserves de papier, livres, archives	estimation approximative	1 t par habitant 1 t papier = 2,3 m <sup>3</sup>	16
Bois de feu	hypothèse: réserve = 2,5 x consommation annuelle	consommation annuelle = 1,82 millions de m <sup>3</sup>	5
Objets en bois, Do it yourself	hypothèse: réserve = 10 x consommation annuelle	consommation annuelle = 0,13 million de m <sup>3</sup>	1
Emballage	hypothèse: réserve = 10 x consommation annuelle	consommation annuelle = 0,34 million de m <sup>3</sup>	3
Réserves de matériaux dans la chaîne de transformation	hypothèse: réserve = 2 x consommation annuelle	consommation annuelle = 5,782 millions de m <sup>3</sup>	12
Divers, incertitude			10
<b>Total</b>			<b>100</b>
<b>Total en millions de tonnes de carbone</b>			<b>21,5</b>

**Tableau A2-6 — Estimation de la masse de bois stockée dans les produits**

#### *Autres réservoirs*

Outre les forêts, les tourbières, les sols marécageux et les haies notamment agissent comme réservoirs de carbone. La superficie des tourbières bombées et des tourbières plates est calculée à partir des inventaires nationaux et cantonaux. Concernant les haies, aucune donnée nationale n'est disponible. On trouve une estimation pour le Plateau suisse dans [Broggi, 1989]. Etant donné que ce dernier ne correspond qu'à un tiers à peine de la superficie totale de la Suisse, les données sur les haies sont incomplètes. Les indications suivantes sont disponibles:

Tourbières bombées	1'469 ha
Tourbières plates	24'306 ha
Haies (seulement plateau)	900 ha (ou 978 km de longueur)

Peu d'indications existent sur le carbone stocké dans ces surfaces. Selon les indications de [Burschel, 1993], les haies peuvent stocker environ 60 t C/ha.

## Bilan du carbone

### Forêts

Dans la forêt, le carbone est absorbé par photosynthèse et intégré dans la biomasse. Par l'exploitation de bois, le carbone est éloigné de la forêt. Le bilan des mouvements de carbone est déterminé par le bilan de l'accroissement de la forêt représenté dans le tableau A2-7. 2,73 millions de tonnes de carbone sont liées annuellement à la phytomasse de la forêt. Lors de l'exploitation, 1,45 millions de tonnes quittent la forêt, laissant 1,28 millions de tonnes dans la forêt. Toutefois, une partie de la phytomasse exploitée (racines et brindilles) reste dans la forêt et est intégrée au stock de carbone dans le sol.

Accroissement							
			Accroissement de la substance sèche <sup>1)</sup> en 1000 t/a	Facteur de correction <sup>2)</sup>	C dans le bois en mio. t/a	C dans brindilles et racines en mio. t/a	Intégration de carbone en millions de t/a
<b>Total</b>			<b>3760</b>	<b>1,45</b>	<b>1,88</b>	<b>0,85</b>	<b>2,73</b>
Exploitation							
	Exploitation 85-92 <sup>3)</sup> en 1000 m <sup>3</sup>	Densité <sup>2)</sup> en kg/m <sup>3</sup>	Exploitation substance sèche en 1000 t/a	Facteur de correction <sup>2)</sup>	C dans le bois en millions t/a	C dans brindilles et racines en millions de t/a	Rendement en carbone en millions de t/a
<b>Total</b>	<b>4704</b>	<b>424</b>	<b>1994</b>	<b>1,45</b>	<b>1,00</b>	<b>0,45</b>	<b>1,45</b>
Bilan: Accroissement - Exploitation							
			Substance sèche en 1000 t	Facteur de correction <sup>2)</sup>	C dans le bois en millions t/a	C dans brindilles et racines en millions t/a	Bilan du carbone en millions t/a
<b>Total</b>			<b>1766</b>	<b>1,45</b>	<b>0,88</b>	<b>0,40</b>	<b>1,28</b>

1) [Mahrer, 1988]

2) [Burschel, 1993]

3) [OFS, 1993a]

**Tableau A2-7 — Bilan annuel du carbone dans la forêt suisse  
(année de référence 1985)**

Les déchets des coupes et les autres matériaux en décomposition contribuent, jusqu'à leur décomposition complète, à la formation de matières organiques dans le sol. Néanmoins, la minéralisation intervenant en phase plus avancée de décomposition, ce surcroît dans le sol ne peut pas simplement être considéré comme un accroissement du contenu du sol en carbone. Il est certes probable qu'il y ait un certain enrichissement. Nous ne disposons toutefois d'aucun point de repère permettant de mesurer celui-ci. Dans [Burschel, 1993], l'hypothèse suivante est posée: dans la moitié des sols forestiers allemands, il y a une formation de carbone, et celle-ci

s'élève à environ 0,2 tonnes de C/ha en moyenne par année. En raison des incertitudes, cette valeur n'est toutefois pas prise en considération dans le bilan global. Par la même hypothèse, la formation de carbone dans les sols forestiers suisses s'élèverait à quelque 120'000 tonnes par an (donc + 10 %). Cette valeur ne reposant pas sur des données réelles, elle n'est pas considérée ici.

#### *Masse de bois stockée dans les produits et les constructions*

La consommation finale annuelle de bois en Suisse s'élève à 5,8 millions de m<sup>3</sup> au moins (cf. tableau A2-8). Seuls 36 % (2 millions de m<sup>3</sup>) sont transformés en produits durables en bois. Le papier et le carton, ainsi que le bois utilisé comme source d'énergie, sont rapidement transformés et ne constituent pas un puits significatif.

Domaine	Masse de bois en milliers m <sup>3</sup>	Part	Commentaire au sujet de l'établissement du bilan
Papier et carton	1'909	33 %	Hypothèse: production et élimination s'équilibrent
Bois utilisé comme source d'énergie	1'820	31 %	Pas de modification de la masse stockée
Construction	1'212	21 %	Surtout produits en bois durables à longue durée de vie
Meubles	381	7 %	Produits en bois durables à moyenne durée de vie
Emballages	340	6 %	Produits en bois durables à courte durée de vie
Do-it-yourself	65	1 %	Produits en bois durables à moyenne durée de vie
Objets en bois	65	1 %	Produits en bois durables à moyenne durée de vie
<b>Total</b>	<b>5'792</b>	<b>100 %</b>	
Bois de récupération utilisé comme source d'énergie	730		

**Tableau A2-8 — Consommation annuelle de bois en Suisse**

Pour tenter de faire le bilan des flux de carbone mis en jeu, il faut distinguer la partie du carbone contenue dans les nouveaux produits de la partie émise lors de leur élimination. Pour la plus grande part (730'000 m<sup>3</sup>), le bois à éliminer est utilisé comme source d'énergie. Après la déduction de cette quantité, on obtient un accroissement net de 1'333'000 m<sup>3</sup>. La quantité utilisée comme source d'énergie ne comprend vraisemblablement pas la totalité du bois de récupération. Ce qui n'est pas comptabilisé est probablement aussi utilisé comme source d'énergie ou alors simplement mis en décharge. Sur cette base, l'accroissement estimé de la masse de bois stockée dans les produits et les constructions se situe entre 500'000 et 1'000'000 m<sup>3</sup>. Cela correspond à une fixation de quelque 0,15 million de tonnes de carbone (0,108-0,215) par an (cf. tableau A2-9).

Domaine	Consommation de bois		Contenu de carbone <sup>2)</sup> en 1000 tonnes de C
	en 1000 m <sup>3</sup>	en tonnes <sup>1)</sup>	
Construction	1212	521	260
Meubles	381	164	82
Emballages	340	146	73
Do-it yourself	65	28	14
Objets en bois	65	28	14
Total intermédiaire	2063	887	443
déduction: bois ancien	730	314	157
Incertitude	300 - 800	129 - 344	64 - 172
<b>Total</b>	<b>500 - 1000</b>	<b>215 - 430</b>	<b>108 - 215</b>

1) Densité: 430 kg/m<sup>3</sup>. Se calcule comme suit: 73 % résineux à 384 kg/m<sup>3</sup> et 27 % feuillus à 556 kg/m<sup>3</sup>

2) Contenu de carbone: 50%

**Tableau A2-9 — Estimation du carbone contenu dans la masse de bois stockée dans les produits et les constructions**

### *Autres puits*

Le bilan des flux de carbone ne peut être estimé, et ceci approximativement, que pour les tourbières bombées primaires (497,08 ha). La richesse en tourbe croît en moyenne de 1 mm par an. En volume, cette croissance se compose de 90 % d'eau et de 10 % de matière organique contenant 50 % de carbone. Pour l'ensemble de la surface des tourbières bombées, l'accroissement s'élève à 4'970,8 t. Cela correspond à une quantité de matière organique de 497,08 tonnes, resp. 248,54 tonnes de C. Ainsi, 911 tonnes de CO<sub>2</sub> sont absorbées annuellement dans les tourbières bombées.

Le bilan CO<sub>2</sub> des tourbières bombées secondaires et des tourbières plates est probablement équilibré. Les données quantitatives font défaut.

Entre 1978 et 1989, la longueur des haies a augmenté de 55 km au total. Il nous manque cependant des indications sur la formation de biomasse dans les haies. On peut admettre qu'une fixation de CO<sub>2</sub> se réalise aussi dans ce domaine, mais une estimation chiffrée est impossible.

### **Resumé**

Inventaire CO <sub>2</sub> , 1990 abrégé	millions t C	millions t CO <sub>2</sub>
Absorption par la forêt	1,28	- 4,690
Fixation nette par la masse de bois stockée dans les produits	0,15	- 0,550
Absorption par les tourbières hautes	0,0002	- 0,001
Absorption par d'autres tourbières	?	?
Absorption par les haies	?	?
<b>Total</b>	<b>1,43</b>	<b>- 5,24</b>

**Tableau A2-10 — Résumé de l'inventaire CO<sub>2</sub> pour la foresterie en Suisse 1990.**

## Emissions CO<sub>2</sub> produites par les usines d'incinération des déchets

1990	Emissions totales de CO <sub>2</sub>
Usines d'incinération des ordures ménagères	2,00 millions de t
Usines d'incinération des déchets spéciaux	0,15 millions de t
Emissions totales CO <sub>2</sub>	2,15 millions de t
Part biogène (déchets verts, etc)	50 %
<b>Emissions CO<sub>2</sub> issues de l'incinération de déchets anthropiques</b>	<b>1,1 millions t</b>

**Tableau A2-11 — Estimation de la part des déchets anthropiques dans les émissions totales de CO<sub>2</sub> issues des usines d'incinération de déchets pour 1990.**  
Source: [OFEFP, 1987a] et [OFEFP, 1994]

	Quantité 1990 (en milliers de t)	Energie (en PJ)
Total incinération		
- livraison par les communes (+)	1673	
- livraison par les privés (+)	638	
- mises en décharge (-)	60	
<b>Total<sup>1)</sup></b>	<b>2251</b>	<b>27,0</b>
Energie produits par les usines d'incinération des ordures ménagères:		
- chaleur produite	1765 GWh	6,4
- électricité produite	644 GWh	2,7
<b>Consommation totale d'énergie en équivalent-chaleur<sup>2)</sup></b>		<b>9,1</b>
Chaleur perdue non utilisée		17,9
<b>Répartition des émissions CO<sub>2</sub> issues de l'incinération de déchets anthropiques:</b>		
- traitement des déchets		66%
- utilisation de l'énergie		34%

1) Valeur calorifique: 12 MJ/kg.

2) Selon [OFEN, 1994b]: A partir de l'input énergétique, l'installation standard produit 16 % d'électricité et 64 % de chaleur (20 % sont des pertes de chauffage). Si seule de l'électricité était produite, alors 23 % de l'input pourrait être utilisé comme électricité. En 1990, 24 % de chaleur a été produite; si l'installation était exploitée de manière optimale, 20 % d'électricité pourrait être produite par rapport à l'input. L'équivalent chaleur de l'électricité produite se calcule donc comme suit: 644 GWh × 3600 × 24/20 = 2,73 PJ.

**Tableau A2-12 — Répartition des émissions CO<sub>2</sub> issues de l'incinération des déchets entre traitement des déchets et utilisation de l'énergie**



## Méthane

Pertes lors du transport de gaz [Meier, 1992]	
réseau local	0,41%
réseau intégré	0,11%
<b>Total</b>	<b>0,52%</b>
Consommation de gaz naturel Suisse [SGE, 1990]	
en unités énergétiques (TJ)	75 760 TJ
en unités de masse (t) <sup>1)</sup>	1 670 millions t
<b>Pertes total (0,52%)</b>	<b>8,7 millions t</b>

1) Valeur calorifique spécifique: 36 MJ/m<sup>3</sup>, poids spécifique: 0,8 kg/m<sup>3</sup> => facteur de conversion: 0,022

**Tableau A2-13 — Estimation des émissions de méthane issues du transport de gaz naturel.**

Type d'animal	Nombre en milliers	Coefficient d'émissions fermentation en kg/bête/an <sup>1)</sup>	Emissions dues à la fermentation en t/a
Vaches	795	100,0	79'500
Autres bovins	1'060	48,0	50'885
Moutons	395	8,0	3'160
Chèvres	68	5,0	340
Chevaux	45	18,0	815
Porcs	1'787	1,5	2'681
Volaille	5'822	non estimé	non estimé
<b>Total</b>			<b>137'381</b>

1) Source: IPCC Draft Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

**Tableau A2-14 — Inventaire détaillé des émissions de méthane d'origine agricole**

Type d'animal	Nombre en milliers	Coefficient d'émissions lié aux engrais de ferme en kg/bête/an <sup>1)</sup>	Emissions issues des engrais de ferme en t/a	Emissions totales
Vaches	795	44,0	34'984	114'484
Autres bovins	1'060	20,0	21'202	72'087
Moutons	395	0,28	111	3'271
Chèvres	68	0,18	12	352
Chevaux	45	2,1	95	910
Porcs	1'787	11,0	19'657	22'338
Volaille	5'822	0,117	681	681
<b>Total</b>			<b>76'742<sup>2)</sup></b>	<b>214'123</b>

1) Source: IPCC Draft Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

2) Emissions sur la base de l'estimation de l'EPA: 90'288 t [EPA, 1992]

**Tableau A2-15 — Inventaire détaillé des émissions de méthane d'origine agricole.**

*Si les émissions de méthane étaient calculées selon la méthode EPA, elles seraient plus élevées de quelque 20%.*

## Emissions liées aux transports

- Pourcentages du méthane par rapport aux émissions COV totales déduites de [Carbotech, 1994] :

Voiture particulière avec cat.:	15 %
Voiture particulière conventionnelle:	5 %
Voiture de tourisme diesel:	3 %
Cyclomoteur conventionnel:	7 %
Camion diesel/autocar:	1 %

Hypothèses libres:

Voiture utilitaire:	comme voiture particulière
Cyclomoteur avec cat.:	comme cyclomoteur conventionnel
Moto:	5 %

- Emissions COV selon [OFEFP, 1987a]

- Simplifications:

En raison des faibles contributions des voitures particulières/utilitaires avec catalysateur ou diesel aux émissions COV, une valeur unique de 5 % a été utilisée pour les émissions des voitures particulières/utilitaires pour 1990. En raison de la faible part des voitures particulières/utilitaires avec diesel, une valeur unique de 15 % a été utilisée pour l'an 2000.

1990 Type de véhicule	COV total (t)	%	Méthane (t)
Voiture particulière	31'700	5	1'585
Voiture utilitaire	3'400	5	170
Camion	8'000	1	80
Autocar	400	1	4
Cyclomoteur	3'000	7	210
Moto	5'800	5	290
<b>Total transports</b>	<b>52'300</b>		<b>2'339</b>

**Tableau A2-16 — Emissions de méthane 1990  
issues du trafic routier privé**

## N<sub>2</sub>O

Source	Emissions absolues en t/a
Combustibles fossiles <sup>1)</sup>	700
Médecine/technique	400
Production d'acide adipique <sup>2)</sup>	0
Total	1'100

- 1) Sources de combustion stationnaires et mobiles. Comme le montre le tableau A2-10, en 1990 le trafic routier privé seul a produit quelque 850 t de protoxyde d'azote, une quantité plus élevée que celle indiquée ici pour les transports et le chauffage. Les émissions de protoxyde d'azote étant très incertaines, ces 700 t sont attribuées au chauffage en première estimation.
- 2) La production d'acide adipique lors de la fabrication de nylon est une source principale industrielle d'émissions de protoxyde d'azote [BfU, 1994]. En Suisse, la production de nylon n'existe pas.

**Tableau A2-17 — Emissions industrielles et émissions liées à l'énergie**  
Source: [Biedermann, 1992].

### Emissions liées aux transports

- Coefficients d'émissions en mg/km, déduits de [Carbotech, 1994]:
 

Voiture particulière avec cat.	30 mg/km	
Voiture particulière conventionnelle	8 mg/km	
Voiture particulière diesel	40 mg/km	
⇒ Mix pour 1990	17,5 mg/km	(39 % cat., 3 % diesel, 58 % conv.)
Camion diesel/Autocar	30 mg/km	

Hypothèses:  
Voiture utilitaire comme voiture particulière  
⇒ Mix pour 1990 20,8 mg/km (32 % cat., 18 % diesel, 50 % conv.)  
Les cyclomoteurs et motos sont omis, car ils ne sont à l'origine que d'une part minime des émissions d'oxyde d'azote.
- Passagers-km et tonnes-km selon [OFEFP, 1987a]
- Les départs à froid ne sont pas pris en considération.

1990 Type de voiture	Passagers-km et tonnes-km (en millions de km)	Coefficient d'émissions (mg/km)	Protoxyde d'azote (t)
Voiture particulière	41'010	17,5	718
Voiture utilitaire	2'803	20,8	58
Camion	2'093	30,0	63
Autocar	111	30,0	3
Total			842

**Tableau A2-18 — Emissions de protoxyde d'azote provenant du trafic routier en 1990**

## Emissions agricoles

Source	Apport d'azote en t N/a	Facteur de conversion <sup>1)</sup> (t/t)	Emissions en t N
Engrais industriel	75'800	0,02-0,03	1'516-2'274
Engrais de ferme	132'500	0,02-0,03	2'650-3'975
Déposition atmosphérique	31'500	0,02-0,03	630-945
Fixation de N <sub>2</sub>	44'900	0,02-0,03	900-1'350
<b>Total</b>			<b>5'700-8'500</b>

1) s'applique au N<sub>2</sub>O des couches supérieures du sol. Sources: [Isermann, 1994], [Enquête, 1992]

### Tableau A2-19 — Inventaire détaillé du N<sub>2</sub>O de sources agricoles.

L'émission est indiquée en tonne d'azote. Les émissions totales de protoxyde d'azote se calculent alors en multipliant l'émission mesurée en tonne d'azote avec le facteur 3,14 (Une tonne protoxyde d'azote contient 0,318 tonne azote).

## Emissions d'origine naturel

Source	Emittrice surface en ha	Emissions N <sub>2</sub> O dépendant de la surface en kg/ha/a	Emissions absolues en t/a
<b>Emissions d'origine naturelle</b>			
Région improductive	1'700'000	< 1,3	< 1'500
Eaux	1'100'000	< 9,4	< 10'500
Forêt	153'000	< 7,9	< 1'000
<b>Total origine naturelle</b>	<b>2'953'000</b>		<b>&lt; 13'000</b>

### Tableau A2-20 — Emissions secondaires de protoxyde d'azote des surfaces improductives, des eaux et des forêts.

Source: [Biedermann, 1992]

## Précurseurs

Modes de transport	CO (t/a)	NO <sub>x</sub> (t/a)	COV (t/a)
Route transport de personnes	224 800	72 450	46 600
Route transport de marchandises	29 200	42 550	11 400
Autres transports <sup>1)</sup>	16 500	9 800	6 000
<b>Total transports</b>	<b>270 500</b>	<b>124 800</b>	<b>64 000</b>

1) surtout aviation

### Tableau A2-21: Emissions de précurseurs issues des transports.

### Base des calculs pour les autres précurseurs

Les calculs se basent sur les valeurs d'émissions contenues dans [OFEFP, 1987a], qui sont estimées comme suit:

1. Pour chaque branche économique, la consommation d'énergie ou la quantité produite 1985 est multipliée par les coefficients d'émissions correspondants (cf. composition coefficients d'émissions dans [OFEFP, 1987a]). Les émissions liées à la combustion et celles liées à d'autres processus sont estimées séparément.
2. Les valeurs pour 1990 sont des prévisions. Les réductions d'émissions dues à l'OPair et à «Energie 2000» ont aussi été prises en considération.
3. Pour les émissions en l'an 2000, les incidences de l'OPair 1992 renforcée sont estimées (cf. Annexe A3).

### Potentiels de réchauffement global

$$PRG_i = \frac{\int_0^T a_i \cdot c_i(t) \cdot dt}{\int_0^T a_{CO_2} \cdot c_{CO_2}(t) \cdot dt}$$

où  $a_i$  absorption du rayonnement thermique lors de l'accroissement de la concentration de gaz à effet de serre  $i$  d'une unité  
 $c_i(t)$  concentration de gaz à effet de serre  $i$  au temps  $t$  après sa libération  
 $T$  nombre d'années sur lesquelles l'intégration est effectuée  
 $a_{CO_2}$  et  $c_{CO_2}(t)$ : données analogues pour la substance de référence  $CO_2$

Gaz à effet de serre	Potentiels de réchauffement global Horizon temporel 100 ans
$CO_2$	1
$CH_4$	11
$N_2O$	270
PFC ( $CF_4$ )	> 4500
( $C_2F_6$ )	> 6200
HFC (R134a)	1200
$SF_6$	?
CO	} PRG non quantifiables
$NO_x$	
COV	

**Tableau A2-22 — Potentiels de réchauffement global des différents gaz à effet de serre.**

Les PRG des précurseurs CO,  $NO_x$  et COV ne sont pas quantifiables.

### A3. Données de base des scénarios 2000

	Emissions CO <sub>2</sub> totales
Usines d'incinération des ordures ménagères	2,2 millions de t
Usines d'incinération des déchets spéciaux	0,2 millions de t
Emissions CO <sub>2</sub> totales	2,4 millions de t
Part biogène (déchets verts, etc.)	50%
Emissions de CO <sub>2</sub> produites par l'incinération	1,2 millions de t

**Tableau A3-1 — Evaluation de la part des déchets anthropiques aux émissions de CO<sub>2</sub> totales produites par les usines d'incinération des déchets en l'an 2000.**

Source: [OFEFP, 1987a] et [OFEFP, 1994]

### Emissions de protoxyde d'azote et de méthane dues au trafic

Type de véhicule	Passagers-km et tonnes-km en millions de km	Coefficient d'émission en mg/km	Protoxyde d'azote en t
Voiture particulière	44'887	30	1'347
Voiture utilitaire	3'367	30	101
Camion	2'294	30	69
Autocar	128	30	4
<b>Total</b>			<b>1'521</b>

**Tableau A3-2 — Emissions de protoxyde d'azote provenant du secteur des transports en l'an 2000.**

Calculs cf. Annexe A2.

Type de véhicule	Total COV (t)	%	Méthane (t)
Voiture particulière	8'200	15	1'230
Voiture utilitaire	1'000	15	150
Camion	9'300	1	93
Autocar	500	1	5
Cyclomoteur	1'000	7	70
Moto	3'500	5	175
<b>Total transport</b>	<b>23'500</b>		<b>1'723</b>

**Tableau A3-3 — Emissions de méthane provenant du secteur des transports en l'an 2000.**

Calculs cf. Annexe A2.

## Précurseurs

Méthode de calcul: cf. Annexe A2.

Résidentiel	1995		2000	
Toutes les indications en t/an	NO <sub>x</sub>	COV	NO <sub>x</sub>	COV
<b>Scénario de base</b> (mesures légales décidées avant avril 1989)	9'400	48'600	10'100	53'200
<b>Renforcement de l'OPair, 1992:</b> Brûleurs "low-NO <sub>x</sub> " <sup>1)</sup> (EWI B1; Z.1; A)	-1'130		-3'550	
Emissions totales (compte tenu des mesures légales décidées avant juin 1993)	8'300	48'600	<b>6'600</b>	<b>53'200</b>

1) env. un tiers de la réduction des émissions en 2000 [EWI, 1989]

**Tableau A3-4 — Emissions de polluants atmosphériques  
provenant du secteur résidentiel en Suisse.**  
Source: [EWI, 1989]

Transports	1995		2000	
Toutes les indications en t/an	NO <sub>x</sub>	COV	NO <sub>x</sub>	COV
<b>Scénario de base</b> (mesures légales décidées avant avril 1989)	80'700	37'200	61'700	29'000
Maintien des limites de vitesse 80/120 km/h (EWI B5)	-2'100		-1'500	
Augmentation des droits de douane sur les carburants	-1'800	-700	-2'000	-800
Emissions totales (compte tenu des mesures légales décidées avant juin 1993)	76'800	36'500	<b>58'200</b>	<b>28'200</b>

**Tableau A3-5 — Emissions de polluants atmosphériques  
provenant du secteur des transports en Suisse**  
Source: [EWI, 1989]

Industrie et artisanat	1995		2000	
Toutes les indications en t/an	NO <sub>x</sub>	COV	NO <sub>x</sub>	COV
<b>Scénario de base</b> (mesures légales décidées avant avril 1989)	48'000	167'100	50'500	180'400
<b>Renforcement de l'OPair, 1992:</b> Brûleurs "low-NO <sub>x</sub> " <sup>1)</sup> (EWI B1; Z.1; A)	-1'780		-5'590	
Processus à haute température (EWI B)	-4'100		-10'200	
Réduction des émissions de COV (EWI B1; H)		-7'000		-10'000
Substitution des carburants (EWI Z.22)		-1'200		-1'600
Révision OSubst, 1991 (EWI L)		-4'500		-7'000
Emissions totales (compte tenu des mesures légales décidées avant juin 1993)	42'100	154'400	<b>34'700</b>	<b>161'800</b>

1) env. un tiers de la réduction des émissions en 2000 [EWI, 1989]

**Tableau A3-6 — Emissions de polluants atmosphériques  
provenant du secteur Industrie/artisanat en Suisse**  
Source: [EWI, 1989]

## Mesures dans la foresterie destinées à améliorer le bilan des émissions de CO<sub>2</sub>

L'extension de la superficie forestière contribue directement au bilan des émissions de CO<sub>2</sub>. Au cours des 120 dernières années, une augmentation de superficie de 428'000 ha au total, soit en moyenne 3'600 ha/an, a été observée.

Durant les dix dernières années, l'augmentation moyenne a même été de 5'500 ha/an. Si cette tendance devrait se maintenir - les surfaces agricoles peu productives peuvent être gagnées par la forêt et, d'autre part, parce que la forêt est légalement protégée - on peut s'attendre à ce que le phénomène d'augmentation de la superficie forestière se poursuive et donc retenir comme valeur à long terme 3'600 ha/an. Les conséquences sur le bilan de carbone sont estimées dans le tableau A3-7.

a) Répartition de la superficie en différentes situations de bien-fonds (en %)			
Sapin - croissance faible	32%	Hêtre - croissance faible	12%
Sapin - croissance moyenne	25%	Hêtre - croissance moyenne	9%
Sapin - croissance forte	16%	Hêtre - croissance forte	6%
b) Conséquences en termes d'absorption de carbone en milliers de tonnes C par an calculées à partir des tables de rendement de [Badoux, 1983]			
Age	Peuplement	Rapport <sup>1)</sup> 1000 t C/an	Total
après 10 ans	21	2	23
après 20 ans	162	12	174
après 30 ans	562	76	638
après 40 ans	1455	269	1724
après 50 ans	3005	670	3675
après 60 ans	5145	1365	6510

1) Potentiel après déduction de 25% de déchets à l'exploitation et dans l'hypothèse d'une substitution du béton et de l'acier par 75 % du bois récolté et de l'huile de chauffage par 25 % du bois récolté.

**Tableau A3-7 — Absorption du carbone  
résultant d'une augmentation de 3'600 ha/an de la superficie forestière**

Le tableau A3-7 montre que les effets, faibles au début, prennent ensuite de l'ampleur en raison de l'augmentation constante de la surface et de l'accroissement de la productivité pendant les premières décennies. Les calculs diffèrent de la méthode IPCC/OCDE [1994]. Les résultats sont sensiblement plus élevés. Le rôle du sol n'a pas été pris en compte car les nouvelles surfaces forestières s'installent naturellement sur des pâturages et des prairies dont le sol contient déjà une forte part de carbone, et parce qu'il n'y a pas de base disponible pour mesurer l'enrichissement du sol en carbone.



après	Formation de biomasse (résineux)	Formation de biomasse (feuillus)	Formation totale de biomasse
10 ans	1012,5	247,5	1260
20 ans	4800,0	990,0	5790
30 ans	9093,0	4149,0	13242
40 ans	13872,0	7686,0	21558
50 ans	19137,0	11601,0	30738
60 ans	24888,0	15894,0	40782
	Carbone dans la biomasse	Carbone dans le sol	Carbone totale
10 ans	576,0	234	801,0
20 ans	2605,5	936	3541,5
30 ans	5985,9	1989	7947,9
40 ans	9701,1	3276	12977,1
50 ans	13832,1	4797	18629,1
60 ans	18351,9	6552	24903,9

**Tableau A3-8 — Absorption de carbone en milliers de t C/an  
pour une augmentation de la surface forestière de 3'600 ha/an,  
calcul d'après IPCC/OCDE [1994]**

L'influence de l'augmentation de la superficie forestière et du matériel sur pied sur l'absorption de carbone est limitée dans le temps. Après environ 100 ans, la phytomasse atteint un niveau qui ne lui permet plus de croître, ou alors seulement faiblement. De surcroît, les surfaces en réserve pour créer de la forêt vont diminuer. Une action à long terme ne peut par conséquent être maintenue que par le biais d'une gestion durable des ressources forestières. Le bois, ressource renouvelable, devra remplacer les ressources fossiles et les autres matières non renouvelables si l'on veut boucler le cycle du carbone.

Un potentiel intéressant réside dans la substitution du bois d'énergie à l'huile de chauffage:

Epicea : 1 m<sup>3</sup> réduit le carbone libéré par l'huile de chauffage de 0,1 t;  
Hêtre: 1 m<sup>3</sup> réduit le carbone libéré par l'huile de chauffage de 0,14 t.

L'utilisation du potentiel du bois d'énergie pourrait, dans cette perspective, améliorer le bilan du CO<sub>2</sub> d'environ 4 millions de tonnes.

Un autre potentiel réside dans la substitution d'autres matières premières non renouvelables par le bois. La substitution des matériaux de construction comme le béton et l'acier par le bois, permettrait d'économiser 0,28 t C par m<sup>3</sup> de bois (carbone libéré par l'emploi de ressources d'origine fossile) [Burschel, 1993]. Une augmentation de l'exploitation du bois de 50 % pour

une part de 600'000 m<sup>3</sup> dans le bâtiment créerait un potentiel de réduction de 0,6 million de tonnes de CO<sub>2</sub>.

Une augmentation des quantités utilisées de 4,7 à 5,1 millions de m<sup>3</sup> de bois d'ici l'an 2000 [IP Holz, 1991] pourrait déjà apporter une amélioration au bilan de CO<sub>2</sub>.

Le bilan du CO<sub>2</sub> en 2000 est estimé et résumé dans le tableau A3-9. On admet ici, de manière conservatrice, que les habitudes d'exploitation du bois ne vont pas changer (il en résulte par conséquent une sous-utilisation de la forêt, comme en 1990). Le seul changement provient de l'augmentation de la superficie forestière.

	Mio t C	Mio t CO <sub>2</sub>
Absorption par la forêt	1,28	- 4,69
Fixation nette par la masse de bois stockée dans les produits	0,15	- 0,55
Accroissement de la surface forestière (3'600 ha/a)	0,02	- 0,08
<b>Total inventaire CO<sub>2</sub> 2000</b>	<b>1,45</b>	<b>- 5,32</b>

**Tableau A3-9 — Absorption de CO<sub>2</sub> en 2000 dans le secteur forestier**  
(cf. également Tableau A2-10)

## A4 Programme des mesures «Global Atmosphere Watch»

Grandeurs «Global Atmosphere Watch» d'importance globale	Niveau régional	Participants suisses
a) gaz à effet de serre (proches du sol, totaux, répartition selon l'altitude) CO <sub>2</sub> , CFC (avec leurs produits de remplacement, intermédiaires et finaux), CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, NO <sub>x</sub> , H <sub>2</sub> O, ozone troposphérique O <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub> , ozone troposphérique	IAP Uni Berne Hochalp. Stiftung Jungfrau-joch
b) ozone (proche du sol, total, répartition selon l'altitude) O <sub>3</sub> , précurseurs (COV, NO <sub>x</sub> )	ozone total, ozone troposphérique O <sub>3</sub>	ISM, OFEFP, LFEM, LAPETH, LPAS/EPFL, Observ. NE, IAP Uni Berne, Hochalp. Stiftung Jungfrau-joch
c) rayonnement et largeur optique ou transparence de l'atmosphère opacité atmosphérique, rayonnement solaire, rayonnement UV-B, vue, contenu troposphérique et stratosphérique en aérosol, vapeur d'eau	rayonnement solaire visible direct, diffus et global, rayonnement UV-B	ISM, WRC, GIETH, PSI, OFEFP, LFEM
d) composition chimique de la pluie, de la neige et des nuages	composition chimique des précipitations	OFEFP, IFAEPE, LFEM, LAPETH, PSI, WAL, FAC
e) gaz réactifs (proches du sol, totaux, répartition selon l'altitude) SO <sub>2</sub> , SO <sub>4</sub> , NO <sub>3</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, COV, , H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , etc.	CO	OFEFP, LFEM, ISM, LAPETH, FAC, PSI
f) caractéristiques physiques et chimiques des particules atmosphériques, y compris aérosols minéraux	composition des aérosols, suie	OFEFP, LFEM, PSI
g) radionucléides crypton-85, radon, tritium, isotopes donnés		OFSP, HSK, NAZ, PSI, OFEFP, PIUB
h) paramètres météorologiques spécialement direction et vitesse des vents, humidité, pression, temps présent, sondages aérologiques	paramètres météorologiques	ISM, OFEFP, LFEM
i) composition chimique de l'eau dans les sols et dans l'eau		LHG, FAC, IFAEPE, OFEFP, WSL, ITOe
j) noyaux de condensation et de gel des nuages		ISM, LAPETH
k) échantillonnage d'air à long terme pour archivage		PIUB

**Tableau A4-1 — Programmes de mesures «Global Atmosphere Watch» et instituts suisses qui y participent**

Source : [GAW, 1993] Global Atmosphere Watch – Contribution de la Suisse : résultats de la conférence GAW-CG des 2-3 novembre 1993

## **A5 Collaboration technique bilatérale: Exemples de projets**

**Liste des projets de coopération relatifs aux changements climatiques financés par la Direction de la coopération au développement et de l'aide humanitaire (DDA) au titre du crédit-cadre en faveur de l'environnement global**

### *Promotion d'énergies renouvelables (SFR 8,5 mios)*

- 1991-93 Tunisie. Aménagement énergétique solaire intégré : étude de faisabilité
- 1992-95 Global. Soutien du SKAT pour la promotion d'énergies renouvelables
- 1992-95 Costa-Rica. Collecteurs solaires pour la production d'eau chaude
- 1993-98 Inde. Développement du marché des installations solaires photovoltaïques

### *Accroissement de l'efficacité énergétique (SFR 10 mios)*

- 1992-95 Inde. Développement d'une technologie écologique du froid
- 1992-95 Costa-Rica. Réduction des gaz émanant de moteurs à explosion
- 1994 Colombie. Amélioration de l'efficacité de la production du coke
- 1994-96 Afrique de l'Ouest. Maîtrise des feux de brousse par la radio participative

### *Etudes énergétiques globales (SFR 0,35 mio)*

- 1993-95 Inde. Etude sectorielle en vue d'un programme énergétique global
- 1993 Programmes d'ajustement structurel et environnemental global dans les pays industrialisés : étude conceptuelle

### *Pollution atmosphérique (SFR 1,9 mio)*

- 1991-94 Thaïlande. Mae Moh, étude en vue de la réduction de la pollution atmosphérique d'une centrale thermique
- 1994-95 Chine. Ville de Kunming : plan directeur de la circulation

## **Exemples de projets relatifs aux changements climatiques financés par la DDA**

### *Inde : développement du marché des installations solaires photovoltaïques*

Projet : Promotion des énergies renouvelables par le renforcement des institutions techniques et financières du gouvernement indien responsable en la matière. L'objectif spécifique est de susciter le développement d'un marché des installations solaires photovoltaïques. Il est envisagé en particulier d'améliorer la qualité des produits, la mise en

place d'infrastructures de services de vente et d'après-vente efficaces ainsi que la réduction des coûts des produits par le développement du marché à une grande échelle.

*Costa Rica : promotion de collecteurs solaires pour la production d'eau chaude*

Projet : Optimisation de la production et de l'installation de collecteurs solaires pour la production d'eau chaude, en collaboration avec l'industrie, l'Etat, l'Université et des instituts de formation. Les activités se concentrent avant tout dans le domaine de la formation continue et de la commercialisation, en particulier le service après-vente.

*Inde : promotion de réfrigérateurs écologiques ECOFRIG*

Projet : Développement d'une technologie du froid plus écologique et efficace sur le plan énergétique, en collaboration avec l'industrie, des instituts de recherche et le Ministère indien de l'environnement. Le projet se concentre sur la promotion de réfrigérateurs exempts de substances mettant en danger la couche d'ozone (CFC et HFV), ainsi que sur la formation des installateurs.

*Costa Rica et pays avoisinants : réduction des émissions nocives des moteurs à explosion*

Projet : Amélioration de l'efficacité des moteurs à essence et diesel, en vue d'en réduire 20 à 40 % des émissions de précurseurs de gaz à effet de serre (CO, COV), par le biais de la formation et de conseils techniques auprès d'ateliers mécaniques et des campagnes d'information à l'intention des utilisateurs de véhicules à moteur. Il s'agit d'un programme régional qui vient compléter les efforts en matière de réglementation des émissions dans les différents pays d'Amérique centrale.

*Cap-Vert : récupération d'énergie pour le dessalement d'eau de mer*

Projet : La récupération de la chaleur émise par les moteurs des génératrices de la centrale de Mindelo, destinée à produire de l'eau potable par dessalage d'eau de mer, devrait permettre d'économiser de l'énergie fossile et réduire ainsi les émissions de gaz nocifs (CO<sub>2</sub> entre autres, du point de vue de l'effet de serre). Le partenaire est la Société d'électricité et des eaux du gouvernement cap-verdien.

*Thaïlande : Mae Moh, étude en vue de la réduction de la pollution atmosphérique d'une centrale thermique*

Projet : Etude consistant à déterminer la faisabilité environnementale, économique et technique pour l'installation sur la centrale thermique de Mae Moh d'un système de réduction des émissions polluantes de SO<sub>2</sub>. Suite à cette étude, le gouvernement thaï a décidé d'installer un tel système (réduction de 95 % des émissions de SO<sub>2</sub>) sur 4 des 11 unités de la centrale. Cette décision représente un investissement d'environ 100 millions de dollars américains.

### *Chine : développement urbain de Kunming, plan directeur de la circulation*

Projet : Face à un développement économique et à une modernisation accélérée, la ville de Kunming se trouve confrontée à de graves problèmes de circulation, qui viennent augmenter les émissions de CO<sub>2</sub>. Le plan de développement urbain général, prévu pour 1995, devra intégrer la dimension environnementale dans la planification des transports publics, ainsi que des zones d'habitation, des déplacements qui en découleront et, par conséquent, de la circulation sur la voie publique.

### **Exemples de projets FEM (fonds pour l'environnement mondial)**

#### *Projet d'énergie éolienne en Mauritanie*

- Objectifs globaux: l'objectif du projet d'une durée de cinq ans et co-financé par le FEM à raison de 2 millions de dollars est de doter une centaine de villages en Mauritanie d'installations d'énergie éolienne. Environ 20'000 personnes en profiteraient.
- Mesure concrète prévue avec les moyens du FEM: d'une part, les moyens du FEM doivent permettre d'observer le *marché* pour les installations d'énergie éolienne, donc de préciser les *besoins*. D'autre part, il s'agit de définir plus précisément les différentes utilisations. En outre, il convient de choisir les installations optimales et de les évaluer en fonction des aspects techniques.
- Arrière-plan et signification de la mesure dans le cas particulier: De par le monde, environ *2 milliards de personnes vivent sans électricité*, pour la plupart dans des régions rurales de pays en développement. Durant les prochaines décennies, une grande partie de ces hommes va probablement avoir accès à l'électricité. Si les tendances actuelles se confirment, cette électricité supplémentaire va être produite à partir d'agents fossiles.

Dans l'hypothèse que 500 millions de gens vont obtenir un nouvel accès à l'électricité (avec une puissance moyenne par tête de 100 watts), les *émissions correspondantes de dioxyde de carbone s'élèveraient à 500 millions de tonnes*. Les coûts permettant d'éviter cette libération de CO<sub>2</sub> par l'utilisation d'énergie éolienne sont estimés être inférieurs aux coûts de la production de la même quantité d'énergie à partir de sources fossiles. A cela s'ajoute que les coûts des installations d'énergie éolienne baissent avec des quantités de production croissantes. L'utilisation d'*énergie renouvelable* pourrait aider à éviter ou pour le moins à réduire la charge de dioxyde de carbone issu du raccordement électrique de régions rurales.

La Mauritanie a de bonnes conditions de départ pour une exploitation à grande échelle de systèmes d'énergie éolienne commerciaux, autant pour satisfaire des *besoins sociaux* (pompes à eau, désinfection de l'eau, illumination, communication, refroidissement, éducation) que pour des *activités de production économiques*. Par ailleurs, l'utilisation de sources d'énergie renouvelables présente l'avantage de permettre l'économie de devises pour l'importation de pétrole. En revanche, la construction et l'entretien des installations crée de nouveaux emplois dans le pays.

Dans les pays en développement, il *manque* des exemples appliqués d'infrastructures de systèmes énergétiques décentralisés. Cela entrave l'utilisation de tels systèmes. C'est pourquoi ce projet doit servir à faire la démonstration du *potentiel* de petites installations éoliennes. Outre la gouvernement de Mauritanie, une organisation non gouvernementale internationale et des entreprises locales sont impliquées dans le projet.

- Critères FEM et évaluation: le projet FEM a choisi la Mauritanie, car ce pays compte parmi les pays d'Afrique occidentale *les plus riches en vents*. Le pays a une surface de 1,03 million de km<sup>2</sup> (Suisse: 41'290 km<sup>2</sup>) et quelque 2 millions d'habitants. Les vitesses du vent moyennes se situent entre 4,5 et plus de 8 mètres par seconde. Les valeurs éoliennes existantes semblent tout à fait aptes à rendre possible l'exploitation de petits systèmes d'énergie éolienne. Ces installations pourraient avoir une puissance de quelques centaines de watts jusqu'à *plusieurs douzaines de kilowatts*.

#### *Réduction de gaz à effet de serre en Russie*

- Objectifs globaux: ce projet FEM est doté de 3,2 millions de dollars. Il est censé contribuer à *réduire le réchauffement terrestre* en évaluant les investissements les plus avantageux pour la réduction des gaz à effet de serre.
- Mesure concrète prévue avec les moyens du FEM: le projet comprend quatre étapes: a) la développement d'une *méthodologie* pour l'analyse coûts-bénéfices de technologies diminuant les gaz à effet de serre, b) l'identification des *possibilités les plus avantageuses* de réduction de ces gaz, c) l'aménagement de *capacités techniques et institutionnelles* d'utilisation de la méthodologie, et d) la préparation d'un plan pour l'intégration du *processus de décision* dans le système législatif.

Le projet doit accélérer les activités suivantes, dont certaines sont déjà en cours: a) l'exploitation de gaz naturel et les émissions de CO<sub>2</sub> ainsi libérées doivent être réduites, b) la perte de *méthane volatil* et les émissions de CO<sub>2</sub> formées lors de la *production*, du *traitement* et de la *distribution de gaz naturel* doivent être réduites, et c) des techniques pour l'économie de gaz naturel doivent être introduites, afin de réduire aussi les émissions de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

- Arrière-plan et signification de la mesure dans le cas particulier: suite à l'*introduction de réformes* dans la dynamique de la pérestroïka, la protection de l'environnement est devenue en Russie un sujet important. Ainsi, après 1989, les pays de l'ex-Union soviétique ont instauré des *autorités de protection de l'environnement*. A tous les échelons - du niveau régional et local jusqu'au niveau central - les autorités étaient censées instituer des comités adéquats. Ce processus est maintenant achevé. Une tâche importante de ces institutions consiste à *inspecter* et à *contrôler* les entreprises à l'origine de pollutions industrielles ou productrices d'énergie. *10 milliards de m<sup>3</sup> de gaz naturel* sont brûlés annuellement. La récupération de ces gaz réduirait les émissions de CO<sub>2</sub> de 20 millions de tonnes par an. Le gaz pourrait aider à réduire la consommation de pétrole et de charbon qui, tous les deux, non seulement émettent plus de CO<sub>2</sub> par unité énergétique utile, mais émettent, en plus du CO<sub>2</sub>, des composés de soufre et d'autres polluants dans l'environnement. Cela n'est pas le

cas du gaz naturel. Des estimations du pourcentage des pertes de *méthane volatil* varient entre 2 et 6 %. Si ces pertes pouvaient être réduites d'un pour-cent de la production totale, les émissions annuelles seraient réduites de 5 millions de tonnes (environ 15 % du volume mondial qui est produit lors de la production de pétrole et de gaz). Etant donné que le méthane a un effet de serre environ vingt fois supérieur à celui du dioxyde de carbone, cela correspond à une économie de 100 millions de tonnes. Par ailleurs, une *efficacité augmentée* des compresseurs pourrait économiser encore 40 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> supplémentaires. En 1989, la Russie a produit environ 800 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> dans des procédés industriels alimentés par gaz. Au moyen de programmes d'investissements résultant de ce projet, 60 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> supplémentaires pourraient être évitées.

- Critères FEM et évaluation: le projet du FEM est *unique* dans son *potentiel* de réduction de gaz à effet de serre. La Russie constitue la *plus grande source* de méthane volatil issu des production de gaz et de pétrole, ainsi que de CO<sub>2</sub> issu de procédés industriels alimentés par gaz. Le projet comprend la possibilité de créer aussi bien la *méthodique* que l'*infrastructure technique et institutionnelle*, qui rendraient possible l'intégration de ces économies de gaz à effet de serre dans les projets de planification du secteur énergétique. L'application réussie de ce projet doit aussi servir de *modèle* pour les autres Etats de l'ex-Union soviétique, mais aussi pour des pays en développement.