

TRACTATENBLAD

VAN HET

KONINKRIJK DER NEDERLANDEN

JAARGANG 1992 Nr. 93

A. TITEL

*Protocol bij het Verdrag betreffende grensoverschrijdende
luchtverontreiniging over lange afstand, aangaande de beheersing van
emissies van vluchtige organische stoffen of hun grensoverschrijdende
stromen, met bijlagen;
Genève, 18 november 1991*

B. TEKST¹⁾**Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution concerning the Control of Emissions of Volatile Organic Compounds or their Transboundary Fluxes**

The Parties,

Determined to implement the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution,

Concerned that present emissions of volatile organic compounds (VOC's) and the resulting secondary photochemical oxidant products are causing damage, in exposed parts of Europe and North America, to natural resources of vital environmental and economic importance and, under certain exposure conditions, have harmful effects on human health,

Noting that under the Protocol concerning the Control of Emissions of Nitrogen Oxides or their Transboundary Fluxes, adopted in Sofia on 31 October 1988, there is already agreement to reduce emissions of oxides of nitrogen,

Recognizing the contribution of VOCs and nitrogen oxides to the formation of tropospheric ozone,

Recognizing also that VOCs, nitrogen oxides and resulting ozone are transported across international boundaries, affecting air quality in neighbouring States,

Aware that the mechanism of photochemical oxidant creation is such that the reduction of emissions of VOCs is necessary in order to reduce the incidence of photochemical oxidants,

Further aware that methane and carbon monoxide emitted by human activities are present at background levels in the air over the ECE region and contribute to the formation of episodic peak ozone levels, that, in addition, their global-scale oxidation in the presence of nitrogen oxides contributes to the formation of the background levels of tropospheric ozone upon which photochemical episodes are superimposed, and that methane is expected to become the subject of control actions in other forums,

Recalling that the Executive Body for the Convention identified at its sixth session the need to control emissions of VOCs or their transboundary fluxes, as well as to control the incidence of photo-

¹⁾ De Russische tekst is niet afgedrukt.

Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, de 1979, relatif à la lutte contre les émissions des composés organiques volatils ou leurs flux transfrontières

Les Parties,

Résolues à appliquer la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance,

Préoccupées par le fait que les émissions actuelles de composés organiques volatils (COV) et les produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent endommagent, dans les régions exposées d'Europe et d'Amérique du Nord, des ressources naturelles d'une importance vitale du point de vue écologique et économique, et, dans certaines conditions d'exposition, ont des effets nocifs sur la santé humaine,

Notant qu'en vertu du Protocole relatif à la lutte contre les émissions d'oxyde d'azote ou leurs flux transfrontières, adopté à Sofia le 31 octobre 1988, on s'est déjà mis d'accord pour réduire les émissions d'oxyde d'azote,

Reconnaissant la contribution des COV et des oxydes d'azote dans la formation de l'ozone troposphérique,

Reconnaissant aussi que les COV, les oxydes d'azote et l'ozone qui en résulte sont transportés à travers les frontières internationales, influant sur la qualité de l'air dans les Etats voisins,

Conscientes que le mécanisme de la création d'oxydants photochimiques est tel qu'il est indispensable de réduire les émissions de COV pour diminuer l'incidence des oxydants photochimiques,

Conscientes en outre que le méthane et le monoxyde de carbone émis du fait des activités humaines sont présents à des concentrations de fond dans l'air au-dessus de la région de la CEE et contribuent à créer, par épisodes, des concentrations de pointe d'ozone; qu'en outre leur oxydation à l'échelle mondiale en présence d'oxydes d'azote contribue à former des concentrations de fond d'ozone troposphérique auxquels se surajoutent des épisodes photochimiques; et que le méthane devrait faire l'objet de mesures de lutte dans d'autres enceintes,

Rappelant que l'Organe exécutif de la Convention a reconnu à sa sixième session, qu'il était nécessaire de lutter contre les émissions de COV ou leurs flux transfrontières et de maîtriser l'incidence des

chemical oxidants, and the need for Parties that had already reduced these emissions to maintain and review their emission standards for VOCs,

Acknowledging the measures already taken by some Parties which have had the effect of reducing their national annual emissions of nitrogen oxides and VOCs,

Noting that some Parties have set air quality standards and/or objectives for tropospheric ozone and that standards for tropospheric ozone concentrations have been set by the World Health Organization and other competent bodies,

Determined to take effective action to control and reduce national annual emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and the resulting secondary photochemical oxidant products, in particular by applying appropriate national or international emission standards to new mobile and new stationary sources and retrofitting existing major stationary sources, and also by limiting the content of components in products for industrial and domestic use that have the potential to emit VOCs,

Conscious that volatile organic compounds differ greatly from each other in their reactivity and in their potential to create tropospheric ozone and other photochemical oxidants and that, for any individual compounds, potential may vary from time to time and from place to place depending on meteorological and other factors,

Recognizing that such differences and variations should be taken into consideration if action to control and reduce emissions and transboundary fluxes of VOCs is to be as effective as possible in minimizing the formation of tropospheric ozone and other photochemical oxidants,

Taking into consideration existing scientific and technical data on emissions, atmospheric movements and effects on the environment of VOCs and photochemical oxidants, as well as on control technologies,

Recognizing that scientific and technical knowledge of these matters is developing and that it will be necessary to take such developments into account when reviewing the operation of the present Protocol and deciding on further action,

Noting that the elaboration of an approach based on critical levels is aimed at the establishment of an effect-oriented scientific basis to be taken into account when reviewing the operation of the present

oxydants photochimiques, et que les Parties qui avaient déjà réduit ces émissions devaient maintenir et réviser leurs normes d'émission pour les COV,

Tenant compte des mesures déjà prises par plusieurs Parties qui ont eu pour effet de réduire leurs émissions annuelles nationales d'oxydes, d'azote et de COV,

Notant que certaines Parties ont fixé des normes de qualité de l'air et/ou des objectifs pour l'ozone troposphérique et que des normes relatives aux concentrations en ozone troposphérique ont été fixées par l'Organisation mondiale de la santé et d'autres organes compétents,

Résolues à prendre des mesures efficaces pour lutter contre les émissions annuelles nationales de COV ou les flux transfrontières de COV et les produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent et pour les réduire, en particulier en appliquant des normes nationales ou internationales appropriées d'émissions aux nouvelles sources mobiles et aux nouvelles sources fixes, en adaptant les principales sources fixes existantes, et aussi en limitant la proportion de composants susceptibles d'émettre des COV dans les produits destinés à des utilisations industrielles et domestiques,

Conscientes que les composés organiques volatils diffèrent beaucoup les uns des autres par leur réactivité et leur capacité à créer de l'ozone troposphérique et d'autres oxydants photochimiques, et que, pour tout composant individuel, ces possibilités peuvent varier d'un moment à l'autre et d'un lieu à l'autre en fonction de facteurs météorologiques et autres,

Reconnaissant qu'il faut tenir compte des différences et des variations en question si l'on veut que les mesures prises pour lutter contre les émissions et les flux transfrontières de COV et pour les réduire soient aussi efficaces que possible et aboutissent à réduire au minimum la formation d'ozone troposphérique et d'autres oxydants photochimiques,

Prenant en considération les données scientifiques et techniques existantes relatives aux émissions, aux déplacements atmosphériques et aux effets sur l'environnement des COV et des oxydants photochimiques, ainsi qu'aux techniques de lutte,

Reconnaissant que les connaissances scientifiques et techniques sur ces questions se développent et qu'il faudra tenir compte de cette évolution lorsque l'on examinera l'application du présent Protocole et que l'on décidera des mesures ultérieures à prendre,

Notant que l'élaboration d'une approche fondée sur les niveaux critiques vise à établir une base scientifique axée sur les effets, dont il faudra tenir compte lors de l'examen de l'application du présent

Protocol, and at deciding on further internationally agreed measures to limit and reduce emissions of VOCs or the transboundary fluxes of VOCs and photochemical oxidants,

Have agreed as follows:

Article 1

Definitions

For the purposes of the present Protocol,

1. "Convention" means the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, adopted in Geneva on 13 November 1979;
2. "EMEP" means the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe;
3. "Executive Body" means the Executive Body for the Convention constituted under article 10, paragraph 1, of the Convention;
4. "Geographical scope of EMEP" means the area defined in article 1, paragraph 4, of the Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on Long-term Financing of the Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe (EMEP), adopted in Geneva on 28 September 1984;
5. "Tropospheric ozone management area" (TOMA) means an area specified in annex I under conditions laid down in article 2, paragraph 2 (b);
6. "Parties" means, unless the context otherwise requires, the Parties to the present Protocol;
7. "Commission" means the United Nations Economic Commission for Europe;
8. "Critical levels" means concentrations of pollutants in the atmosphere for a specified exposure time below which direct adverse effects on receptors, such as human beings, plants, ecosystems or materials do not occur according to present knowledge;
9. "Volatile organic compounds", or "VOCs", means, unless otherwise specified, all organic compounds of anthropogenic nature,

Protocole et avant de décider de nouvelles mesures agréées à l'échelon international qui seront destinées à limiter et réduire les émissions de COV ou les flux transfrontières de COV et d'oxydants photochimiques,

Sont convenues de ce qui suit:

Article premier

Définitions

Aux fins du présent Protocole,

1. On entend par «Convention», la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, adoptée à Genève le 13 novembre 1979;

2. On entend par «EMEP» le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe;

3. On entend par «Organe exécutif», l'Organe exécutif de la Convention, constitué en vertu du paragraphe 1 de l'article 10 de la Convention;

4. On entend par «zone géographique des activités de l'EMEP», la zone définie au paragraphe 4 de l'article premier du Protocole à la Convention de 1979 sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, relatif au financement à long terme du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP), adopté à Genève le 28 septembre 1984;

5. On entend par «zone de gestion de l'ozone troposphérique» (ZGOT), une zone spécifiée dans l'annexe I conformément aux conditions exposées à l'alinéa b) du paragraphe 2 de l'article 2;

6. On entend par «Parties», sauf incompatibilité avec le contexte, les Parties au présent Protocole;

7. On entend par «Commission», la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe;

8. On entend par «niveaux critiques», des concentrations de polluants dans l'atmosphère, pour une durée d'exposition spécifiée, au-dessous desquelles, en l'état actuel des connaissances, il ne se produit pas d'effets néfastes directs sur des récepteurs tels que l'homme, les végétaux, les écosystèmes ou les matériaux;

9. On entend par «composés organiques volatils» ou «COV», sauf indication contraire, tous les composés organiques artificiels, autres

other than methane, that are capable of producing photochemical oxidants by reactions with nitrogen oxides in the presence of sunlight;

10. "Major source category" means any category of sources which emit air pollutants in the form of VOCs, including the categories described in annexes II and III, and which contribute at least 1% of the total national emissions of VOCs on an annual basis, as measured or calculated in the first calendar year after the date of entry into force of the present Protocol, and every fourth year thereafter;

11. "New stationary source" means any stationary source of which the construction or substantial modification is commenced after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol;

12. "New mobile source" means any on-road motor vehicle which is manufactured after the expiry of two years from the date of entry into force of the present Protocol;

13. "Photochemical ozone creation potential" (POCP) means the potential of an individual VOC, relative to that of other VOCs, to form ozone by reaction with oxides of nitrogen in the presence of sunlight, as described in annex IV.

Article 2

Basic obligations

1. The Parties shall control and reduce their emissions of VOCs in order to reduce their transboundary fluxes and the fluxes of the resulting secondary photochemical oxidant products so as to protect human health and the environment from adverse effects.

2. Each Party shall, in order to meet the requirements of paragraph 1 above, control and reduce its national annual emissions of VOCs or their transboundary fluxes in any one of the following ways to be specified upon signature:

a) It shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to reduce its national annual emissions of VOCs by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984 to 1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; or

b) Where its annual emissions contribute to tropospheric ozone concentrations in areas under the jurisdiction of one or more other Parties, and such emissions originate only from areas under its jurisdiction that are specified as TOMAs in annex I, it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to:

que le méthane, qui peuvent produire des oxydants photochimiques par réaction avec les oxydes d'azote en présence de lumière solaire;

10. On entend par «grande catégorie de sources», toute catégorie de sources qui émettent des polluants atmosphériques sous la forme de COV, notamment les catégories décrites dans les annexes techniques II et III, et qui contribuent pour au moins 1% au total annuel des émissions nationales de COV, mesuré ou calculé sur la première année civile qui suit la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, et tous les quatre ans par la suite;

11. On entend par «source fixe nouvelle», toute source fixe que l'on commence à construire ou que l'on entreprend de modifier sensiblement à l'expiration d'un délai de deux ans à partir de la date d'entrée en vigueur du présent Protocole;

12. On entend par «source mobile nouvelle», tout véhicule routier automobile construit après l'expiration d'un délai de deux ans à partir de la date d'entrée en vigueur du présent Protocole;

13. On entend par «potentiel de création d'ozone photochimiques» (PCOP), le potentiel d'un COV donné, par rapport à celui d'autres COV, de former de l'ozone en réagissant avec des oxydes d'azote en présence de lumière solaire, tel qu'il est décrit dans l'annexe IV.

Article 2

Obligations fondamentales

1. Les Parties maîtrisent et restreignent leurs émissions de COV afin de réduire les flux transfrontières de ces composés et les flux des produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent et protéger ainsi la santé et l'environnement d'effets nocifs.

2. Afin de satisfaire aux prescriptions du paragraphe 1 ci-dessus, chaque Partie maîtrise et réduit ses émissions annuelles nationales de COV, ou leurs flux transfrontières selon l'une des modalités suivantes à préciser lors de la signature:

a) Elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour réduire ses émissions annuelles nationales de COV d'au moins 30% d'ici 1999, en retenant comme base les niveaux de 1988 ou tout autre niveau annuel de la période 1984-1990 qu'elle peut spécifier lorsqu'elle signe le présent Protocole ou y adhère; ou

b) Si ses émissions annuelles contribuent aux concentrations d'ozone troposphérique dans des zones placées sous la juridiction d'une ou plusieurs autres Parties et proviennent uniquement des zones relevant de sa juridiction spécifiées en tant que ZGOT à l'annexe I, elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour

- (i) Reduce its annual emissions of VOCs from the areas so specified by at least 30% by the year 1999, using 1988 levels as a basis or any other annual level during the period 1984–1990, which it may specify upon signature of or accession to the present Protocol; and
- (ii) Ensure that its total national annual emissions of VOCs by the year 1999 do not exceed the 1988 levels; or
- c) Where its national annual emissions of VOCs were in 1988 lower than 500,000 tonnes and 20 kg/inhabitant and 5 tonnes/km², it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOCs do not exceed the 1988 levels.

3. a) Furthermore, no later than two years after the date of entry into force of the present Protocol, each Party shall:

- (i) Apply appropriate national or international emission standards to new stationary sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex II,
- (ii) Apply national or international measures to products that contain solvents and promote the use of products that are low in or do not contain VOCs, taking into consideration annex II, including the labelling of products specifying their VOC content;
- (iii) Apply appropriate national or international emission standards to new mobile sources based on the best available technologies which are economically feasible, taking into consideration annex III; and
- (iv) Foster public participation in emission control programmes through public announcements, encouraging the best use of all modes of transportation and promoting traffic management schemes.

b) Furthermore, no later than five years after the date of entry into force of the present Protocol, in those areas in which national or international tropospheric ozone standards are exceeded or where transboundary fluxes originate or are expected to originate, each Party shall:

- (i) Apply the best available technologies that are economically feasible to existing stationary sources in major source categories, taking into consideration annex II;
- (ii) Apply techniques to reduce VOC emissions from petrol distribution and motor vehicle refuelling operations, and to reduce volatility of petrol, taking into consideration annexes II and III.

- i) Réduire ses émissions annuelles de COV en provenance des zones ainsi spécifiées d'au moins 30% d'ici 1999 en retenant comme base les niveaux de 1988 ou tout autre niveau annuel de la période 1984-1990 qu'elle peut spécifier lorsqu'elle signe le présent Protocole ou y adhère;
- ii) Faire en sorte que ses émissions annuelles nationales totales de COV d'ici 1999 ne dépassent pas les niveaux de 1988;
- c) Si ses émissions annuelles nationales de COV ont été en 1988 inférieures à 500 000 tonnes et 20 kg par habitant et 5 tonnes par km², elle prend, dans un premier temps et dès que possible, des mesures efficaces pour faire au moins en sorte que, au plus tard en 1999, ses émissions annuelles nationales de COV ne dépassent pas les niveaux de 1988.

3. a) En outre, deux ans au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole les Parties:

- i) Appliquent aux sources fixes nouvelles des normes nationales ou internationales d'émission appropriées fondées sur les meilleures techniques disponibles qui sont économiquement viables, compte tenu de l'annexe II;
 - ii) Appliquent des mesures nationales ou internationales pour les produits contenant des solvants et encouragent l'emploi de produits à teneur en COV faible ou nulle, compte tenu de l'annexe II, y compris l'adoption d'un étiquetage précisant la teneur des produits en COV;
 - iii) Appliquent aux sources mobiles nouvelles des normes nationales ou internationales d'émission appropriées fondées sur les meilleures techniques disponibles qui sont économiquement viables compte tenu de l'annexe III;
 - iv. Incitent la population à participer aux programmes de lutte contre les émissions grâce à des annonces publiques, en encourageant la meilleure utilisation de tous les modes de transport et en lançant des programmes de gestion de la circulation;
- b) En outre, cinq ans au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, dans les zones où les normes nationales ou internationales concernant l'ozone troosphérique sont dépassées ou dans lesquelles des flux transfrontières ont ou pourraient avoir leur origine, les Parties:
- i) Appliquent aux sources fixes existantes dans les grandes catégories de sources les meilleures techniques disponibles et économiquement viables, compte tenu de l'annexe II;
 - ii) Appliquent des techniques propres à réduire les émissions de COV provenant de la distribution des produits pétroliers et des opérations de ravitaillement en carburant des véhicules automobiles et à réduire la volatilité des produits pétroliers, compte tenu des annexes II et III.

4. In carrying out their obligations under this article, Parties are invited to give highest priority to reduction and control of emissions of substances with the greatest POCP, taking into consideration the information contained in annex IV.

5. In implementing the present Protocol, and in particular any product substitution measures, Parties shall take appropriate steps to ensure that toxic and carcinogenic VOCs, and those that harm the stratospheric ozone layer, are not substituted for other VOCs.

6. The Parties shall, as a second step, commence negotiations, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, on further steps to reduce national annual emissions of volatile organic compounds or transboundary fluxes of such emissions and their resulting secondary photochemical oxidant products, taking into account the best available scientific and technological developments, scientifically determined critical levels and internationally accepted target levels, the role of nitrogen oxides in the formation of photochemical oxidants and other elements resulting from the work programme undertaken under article 5.

7. To this end, the Parties shall cooperate in order to establish:

a) More detailed information on the individual VOCs and their POCP values;

b) Critical levels for photochemical oxidants;

c) Reductions in national annual emissions or transboundary fluxes of VOCs and their resulting secondary photochemical oxidant products, especially as required to achieve agreed objectives based on critical levels;

d) Control strategies, such as economic instruments, to obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;

e) Measures and a timetable commencing no later than 1 January 2000 for achieving such reductions.

8. In the course of these negotiations, the Parties shall consider whether it would be appropriate for the purposes specified in paragraph 1 to supplement such further steps with measures to reduce methane.

Article 3

Further measures

1. Measures required by the present Protocol shall not relieve Parties from their other obligations to take measures to reduce total

4. En s'acquittant des obligations qui leur incombent en application du présent article, les Parties sont invitées à accorder la plus haute priorité à la réduction ou à la maîtrise des émissions de substances présentant le plus fort PCOP, compte tenu des données présentées à l'annexe IV.

5. Pour appliquer le présent Protocole, et en particulier toute mesure de substitution de produits, les Parties prennent les dispositions voulues afin de faire en sorte que des COV toxiques et cancérigènes ou encore qui attaquent la couche d'ozone stratosphérique ne viennent pas remplacer d'autres COV.

6. Dans un deuxième temps, les Parties engagent des négociations, six mois au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, sur les mesures ultérieures à prendre pour réduire les émissions annuelles nationales de composés organiques volatils ou les flux transfrontières de ces émissions et des produits oxydants photochimiques secondaires qui en résultent, en tenant compte des meilleures innovations scientifiques et techniques disponibles, des niveaux critiques déterminés scientifiquement et des niveaux cibles acceptés sur le plan international, du rôle des oxydes d'azote dans la formation d'oxydants photochimiques et d'autres éléments résultant du programme de travail entrepris au titre de l'article 5.

7. A cette fin, les Parties coopèrent en vue de définir:

- a) Des données plus détaillées sur les divers COV et leurs potentiels de création d'ozone photochimique;
- b) Des niveaux critiques pour les oxydants photochimiques;
- c) Des réductions des émissions annuelles nationales ou des flux transfrontières de COV et des produits oxydants photochimiques secondaires en résultant, en particulier dans la mesure où cela est nécessaire pour atteindre les objectifs convenus sur la base de niveaux critiques;
- d) Des stratégies de lutte, par exemple des instruments économiques, permettant d'assurer la rentabilité globale nécessaire pour atteindre les objectifs convenus;
- e) Des mesures et un calendrier commençant au plus tard le 1er janvier 2000 pour parvenir à réaliser lesdites réductions.

8. Au cours de ces négociations, les Parties examinent l'opportunité qu'il y aurait, aux fins de l'application du paragraphe 1, de compléter les mesures ultérieures par des mesures destinées à réduire les émissions de méthane.

Article 3

Autres mesures

1. Les mesures prescrites par le présent Protocole ne dispensent pas les Parties de leurs autres obligations de prendre des mesures pour

gaseous emissions that may contribute significantly to climate change, to the formation of tropospheric background ozone or to the depletion of stratospheric ozone, or that are toxic or carcinogenic.

2. Parties may take more stringent measures than those required by the present Protocol.

3. The Parties shall establish a mechanism for monitoring compliance with the present Protocol. As a first step based on information provided pursuant to article 8 or other information, any Party which has reason to believe that another Party is acting or has acted in a manner inconsistent with its obligations under this Protocol may inform the Executive Body to that effect and, simultaneously, the Parties concerned. At the request of any Party, the matter may be taken up at the next meeting of the Executive Body.

Article 4

Exchange of technology

1. The Parties shall, consistent with their national laws, regulations and practices, facilitate the exchange of technology to reduce emissions of VOCs, particularly through the promotion of:

- a) The commercial exchange of available technology;
- b) Direct industrial contacts and cooperation, including joint ventures;
- c) The exchange of information and experience;
- d) The provision of technical assistance.

2. In promoting the activities specified in paragraph 1 of this article, the Parties shall create favourable conditions by facilitating contacts and cooperation among appropriate organizations and individuals in the private and public sectors that are capable of providing technology, design and engineering services, equipment or finance.

3. The Parties shall, no later than six months after the date of entry into force of the present Protocol, commence consideration of procedures to create more favourable conditions for the exchange of technology to reduce emissions of VOCs.

Article 5

Research and monitoring to be undertaken

The Parties shall give high priority to research and monitoring related to the development and application of methods to achieve

réduire les émissions gazeuses totales pouvant contribuer sensiblement au changement du climat, à la formation d'ozone de fond dans la troposphère, à l'appauvrissement de l'ozone dans la stratosphère ou qui sont toxiques ou cancérigènes.

2. Les Parties peuvent prendre des mesures plus rigoureuses que celles qui sont prescrites par le présent Protocole.

3. Les Parties établissent un mécanisme pour surveiller l'application du présent Protocole. Dans un premier temps, en se fondant sur des renseignements fournis en application de l'article 8 ou d'autres renseignements, toute Partie qui est fondée à croire qu'une autre Partie agit ou a agi de manière incompatible avec ses obligations contractées en vertu du présent Protocole peut en informer l'Organe exécutif et, en même temps, les Parties intéressées. A la demande de toute Partie, la question peut être présentée pour examen à la session suivante de l'Organe exécutif.

Article 4

Echange de technologie

1. Les Parties facilitent, conformément à leurs lois, réglementations et pratiques nationales, l'échange de technologie en vue de réduire les émissions de COV, en particulier en encourageant:

- a) L'échange commercial des techniques disponibles;
- b) Des contacts et une coopération directs dans le secteur industriel, y compris les coentreprises;
- c) L'échange d'informations et de données d'expérience;
- d) La fourniture d'une assistance technique.

2. Pour encourager les activités indiquées au paragraphe 1 du présent article, les Parties créent des conditions favorables en facilitant les contacts et la coopération entre les organismes et les particuliers compétents des secteurs privé et public qui sont en mesure de fournir la technologie, les services de conception et d'ingénierie, le matériel ou le financement nécessaires.

3. Six mois au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole, les Parties entreprennent d'examiner ce qu'il y a lieu de faire pour créer des conditions plus favorables à l'échange de techniques permettant de réduire les émissions de COV.

Article 5

Activités de recherche et de surveillance à entreprendre

Les Parties accordent un rang de priorité élevé aux activités de recherche et de surveillance concernant l'élaboration et l'application

national or international tropospheric ozone standards and other goals to protect human health and the environment. The Parties shall, in particular, through national or international research programmes, in the work-plan of the Executive Body and through other cooperative programmes within the framework of the Convention, seek to:

- a) Identify and quantify effects of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and photochemical oxidants on human health, the environment and materials;
- b) Determine the geographical distribution of sensitive areas;
- c) Develop emission and air quality monitoring and model calculations including methodologies for the calculation of emissions, taking into account, as far as possible, the different VOC species, both anthropogenic and biogenic, and their reactivity, to quantify the long-range transport of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and related pollutants involved in the formation of photochemical oxidants;
- d) Improve estimates of the performance and costs of technologies for control of emissions of VOCs and record the development of improved and new technologies;
- e) Develop, within the context of the approach based on critical levels, methods to integrate scientific, technical and economic data in order to determine appropriate rational strategies for limiting VOC emissions and obtain overall cost-effectiveness to achieve agreed objectives;
- f) Improve the accuracy of inventories of emissions of VOCs, both anthropogenic and biogenic, and harmonize the methods of their calculation or estimation;
- g) Improve their understanding of the chemical processes involved in the creation of photochemical oxidants;
- h) Identify possible measures to reduce emissions of methane.

Article 6

Review process

1. The Parties shall regularly review the present Protocol, taking into account the best available scientific substantiation and technological development.
2. The first review shall take place no later than one year after the date of entry into force of the present Protocol.

de méthodes permettant de mettre au point des normes nationales ou internationales relatives à l'ozone troposphérique et d'atteindre d'autres objectifs pour protéger la santé et l'environnement. Les Parties s'attachent en particulier, par des programmes de recherche nationaux ou internationaux, dans le plan de travail de l'Organe exécutif et par d'autres programmes de coopération entrepris dans le cadre de la Convention, à :

a) Recenser et quantifier les effets des émissions de COV d'origine anthropique et biotique et des oxydants photochimiques sur la santé, l'environnement et les matériaux;

b) Déterminer la répartition géographique des zones sensibles;

c) Mettre au point des systèmes de surveillance et de modélisation des émissions et de la qualité de l'air, y compris des méthodes de calcul des émissions, en tenant compte, autant que possible, des différentes espèces de COV d'origine anthropique et biotique, et de leur réactivité, afin de quantifier le transport à longue distance des COV d'origine anthropique et biotique et des polluants connexes qui interviennent dans la formation d'oxydants photochimiques;

d) Affiner les évaluations de l'efficacité et du coût des techniques de lutte contre les émissions de COV et tenir un relevé des progrès réalisés dans la mise au point de techniques améliorées ou nouvelles;

e) Mettre au point dans le contexte de l'approche fondée sur les niveaux critiques, des méthodes permettant d'intégrer les données scientifiques, techniques et économiques, afin de déterminer des stratégies rationnelles appropriées pour limiter les émissions de COV et assurer la rentabilité d'ensemble nécessaire pour atteindre les objectifs convenus;

f) Améliorer l'exactitude des inventaires des émissions de COV d'origine anthropique et biotique, et harmoniser les méthodes utilisées pour les calculer ou les évaluer;

g) Mieux comprendre les processus chimiques entrant en jeu dans la formation d'oxydants photochimiques;

h) Définir des mesures appropriées pour réduire les émissions de méthane.

Article 6

Processus d'examen

1. Les Parties examinent périodiquement le présent Protocole en tenant compte des arguments scientifiques les plus probants et des meilleurs innovations techniques disponibles.

2. Le premier examen aura lieu un an au plus tard après la date d'entrée en vigueur du présent Protocole.

Article 7

National programmes, policies and strategies

The Parties shall develop without undue delay national programmes, policies and strategies to implement the obligations under the present Protocol that shall serve as a means of controlling and reducing emissions of VOCs or their transboundary fluxes.

Article 8

Information exchange and annual reporting

1. The Parties shall exchange information by notifying the Executive Body of the national programmes, policies and strategies that they develop in accordance with article 7, and by reporting to it progress achieved under, and any changes to, those programmes, policies and strategies. In the first year after entry into force of this Protocol, each Party shall report on the level of emissions of VOCs in its territory and any TOMA in its territory, by total and, to the extent feasible, by sector of origin and by individual VOC, according to guidelines to be specified by the Executive Body for 1988 or any other year taken as the base year for article 2.2 and on the basis upon which these levels have been calculated.

2. Furthermore each Party shall report annually:

- a) On the matters specified in paragraph 1 for the previous calendar year, and on any revision which may be necessary to the reports already made for earlier years;
- b) On progress in applying national or international emission standards and the control techniques required under article 2, paragraph 3;
- c) On measures taken to facilitate the exchange of technology.

3. In addition, Parties within the geographical scope of EMEP shall report, at intervals to be specified by the Executive Body, information on VOC emissions by sector of origin, with a spatial resolution, to be specified by the Executive Body, appropriate for purposes of modelling the formation and transport of secondary photochemical oxidant products.

4. Such information shall, as far as possible, be submitted in accordance with a uniform reporting framework.

Article 7

Programmes, politiques et stratégies nationaux

Les Parties élaborent sans délai excessif des programmes, politiques et stratégies nationaux d'exécution des obligations découlant du présent Protocole, qui permettront de combattre et de réduire les émissions de COV ou leurs flux transfrontières.

Article 8

Echange de renseignements et rapports annuels

1. Les Parties échangent des renseignements en faisant connaître à l'Organe exécutif les politiques, stratégies et programmes nationaux qu'elles élaborent conformément à l'article 7 et en lui faisant rapport sur les progrès réalisés dans l'application desdits programmes, politiques et stratégies et, le cas échéant, sur les modifications qui y sont apportées. Au cours de la première année suivant l'entrée en vigueur du présent Protocole, chaque Partie, présente un rapport sur le niveau des émissions de COV sur son territoire et sur toute ZGOT qui en ferait partie, globalement et, dans toute la mesure possible, par secteur d'origine et par COV, conformément à des directives à préciser par l'Organe exécutif pour 1988 ou toute autre année retenue comme année de référence aux fins de l'article 2.2 et sur la base de laquelle ces niveaux ont été calculés.

2. En outre, chaque Partie fera rapport annuellement sur:

a) Les questions énumérées au paragraphe 1 pour l'année civile précédente, et sur les révisions qu'il y aurait lieu d'apporter aux rapports déjà présentés pour les années précédentes;

b) Les progrès réalisés dans l'application des normes nationales d'émission et les techniques antipollution prescrites au paragraphe 3 de l'article 2;

c) Les mesures prises pour faciliter l'échange de technologie.

3. En outre, les Parties dans la zone géographique des activités de l'EMEP présentent, à des intervalles que doit préciser l'Organe exécutif, des renseignements sur les émissions de COV par secteur d'origine, avec une résolution spatiale, à spécifier par l'Organe exécutif, répondant aux fins de modélisation de la formation et du transport des produits oxydants photochimiques secondaires.

4. Ces renseignements sont communiqués, autant que possible, conformément à un cadre de présentation uniforme des rapports.

Article 9

Calculations

EMEP shall, utilizing appropriate models and measurements, provide to the annual meetings of the Executive Body relevant information on the long-range transport of ozone in Europe. In areas outside the geographical scope of EMEP, models appropriate to the particular circumstances of Parties to the Convention therein shall be used.

Article 10

Annexes

The annexes to the present Protocol shall form an integral part of the Protocol. Annex I is mandatory while annexes II, III and IV are recommendatory.

Article 11

Amendments to the Protocol

1. Any Party may propose amendments to the present Protocol.
2. Proposed amendments shall be submitted in writing to the Executive Secretary of the Commission, who shall communicate them to all Parties. The Executive Body shall discuss the proposed amendments at its next annual meeting, provided that those proposals have been circulated by the Executive Secretary to the Parties at least 90 days in advance.
3. Amendments to the Protocol, other than amendments to its annexes, shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body, and shall enter into force for the Parties which have accepted them on the ninetieth day after the date on which two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance thereof. Amendments shall enter into force for any Party which has accepted them after two thirds of the Parties have deposited their instruments of acceptance of the amendment, on the ninetieth day after the date on which that Party deposited its instrument of acceptance of the amendments.
4. Amendments to the annexes shall be adopted by consensus of the Parties present at a meeting of the Executive Body and shall

Article 9

Calculs

A l'aide de modèles et de mesures appropriés, l'EMEP communique des renseignements pertinents sur le transport à longue distance de l'ozone en Europe aux réunions annuelles de l'Organe exécutif. Dans les régions situées en dehors de la zone géographique des activités de l'EMEP, des modèles adaptés aux circonstances particulières des Parties à la Convention qui se trouvent dans ces régions sont utilisés.

Article 10

Annexes techniques

Les annexes du présent Protocole font partie intégrante du Protocole. L'annexe I est de nature obligatoire, tandis que les annexes II, III et IV ont un caractère de recommandation.

Article 11

Amendements au Protocole

1. Toute Partie peut proposer des amendements au présent Protocole.

2. Les propositions d'amendements sont soumises par écrit au Secrétaire exécutif de la Commission, qui les communique à toutes les Parties. L'Organe exécutif examine les propositions d'amendements à sa réunion annuelle suivante, à condition que le Secrétaire exécutif les ait distribuées aux Parties au moins 90 jours à l'avance.

3. Les amendements au Protocole, autres que les amendements à ses annexes, sont adoptés par consensus des Parties présentes à une réunion de l'Organe exécutif, et entrent en vigueur à l'égard des Parties qui les ont acceptés le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date à laquelle deux tiers des Parties ont déposé leurs instruments d'acceptation de ces amendements. Les amendements entrent en vigueur à l'égard de toute Partie qui les a acceptés après que deux tiers des Parties ont déposé leur instruments d'acceptation de ces amendements, le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date à laquelle ladite Partie a déposé son instrument d'acceptation des amendements.

4. Les amendements aux annexes sont adoptés par consensus des Parties présentes à une réunion de l'Organe exécutif et prennent effet

become effective 30 days after the date on which they have been communicated, in accordance with paragraph 5 of this article.

5. Amendments under paragraphs 3 and 4 of this article shall, as soon as possible after their adoption, be communicated by the Executive Secretary to all Parties.

Article 12

Settlement of disputes

If a dispute arises between two or more Parties as to the interpretation or application of the present Protocol, they shall seek a solution by negotiation or by any other method of dispute settlement acceptable to the Parties to the dispute.

Article 13

Signature

1. The present Protocol shall be open for signature at Geneva from 18 November 1991 until 22 November 1991 inclusive, then at the United Nations Headquarters in New York until 22 May 1992, by the States members of the Commission as well as States having consultative status with the Commission, pursuant to paragraph 8 of Economic and Social Council resolution 36 (IV) of 28 March 1947, and by regional economic integration organizations, constituted by sovereign States members of the Commission, which have competence in respect of the negotiation, conclusion and application of international agreements in matters covered by the Protocol, provided that the States and organizations concerned are Parties to the Convention.

2. In matters within their competence, such regional economic integration organizations shall, on their own behalf, exercise the rights and fulfil the responsibilities which the present Protocol attributes to their member States. In such cases, the member States of these organizations shall not be entitled to exercise such rights individually.

Article 14

Ratification, acceptance, approval and accession

1. The present Protocol shall be subject to ratification, acceptance or approval by Signatories.

2. The present Protocol shall be open for accession as from 22 May 1992 by the States and organizations referred to in article 13, paragraph 1.

le trentième jour qui suit la date à laquelle ils ont été communiqués conformément au paragraphe 5 du présent article.

5. Les amendements visés aux paragraphes 3 et 4 ci-dessus sont communiqués à toutes les Parties par le Secrétaire exécutif le plus tôt possible après leur adoption.

Article 12

Règlement des différends

Si un différend surgit entre deux ou plusieurs Parties quant à l'interprétation ou à l'application du présent Protocole, ces Parties recherchent une solution par voie de négociation ou par toute autre méthode de règlement des différends qu'elles jugent acceptable.

Article 13

Signature

1. Le présent Protocole est ouvert à la signature des Etats membres de la Commission ainsi que des Etats dotés du statut consultatif auprès de la Commission en vertu du paragraphe 8 de la résolution 36 (IV) du Conseil économique et social du 28 mars 1947, et des organisations d'intégration économique régionale constituées par des Etats souverains membres de la Commission, ayant compétence pour négocier, conclure et appliquer des accords internationaux dans les matières visées par le présent Protocole, sous réserve que les Etats et organisations concernés soient Parties à la Convention, à Genève du 18 novembre 1991 au 22 novembre 1991 inclus, puis au Siège de l'Organisation des Nations Unies à New York, jusqu'au 22 mai 1992.

2. Dans les matières qui relèvent de leur compétence, ces organisations d'intégration économique régionale exercent en propre les droits et s'acquittent en propre des responsabilités que le présent Protocole attribue à leurs Etats membres. En pareil cas, les Etats membres de ces organisations ne peuvent exercer ces droits individuellement.

Article 14

Ratification, acceptation, approbation et adhésion

1. Le présent Protocole est soumis à la ratification, l'acceptation ou l'approbation des Signataires.

2. Le présent Protocole est ouvert à l'adhésion des Etats et organisations visés au paragraphe 1 de l'article 13 à compter du 22 mai 1992.

Article 15

Depositary

The instrument of ratification, acceptance, approval or accession shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations, who will perform the functions of Depositary.

Article 16

Entry into force

1. The present Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date on which the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession has been deposited.

2. For each State and organization referred to in article 13, paragraph 1, which ratifies, accepts or approves the present Protocol or accedes thereto after the deposit of the sixteenth instrument of ratification, acceptance, approval or accession, the Protocol shall enter into force on the ninetieth day following the date of deposit by such Party of its instrument of ratification, acceptance, approval or accession.

Article 17

Withdrawal

At any time after five years from the date on which the present Protocol has come into force with respect to a Party, that Party may withdraw from it by giving written notification to the Depositary. Any such withdrawal shall take effect on the ninetieth day following the date of its receipt by the Depositary, or on such later date as may be specified in the notification of the withdrawal.

Article 18

Authentic texts

The original of the present Protocol, of which the English, French and Russian texts are equally authentic, shall be deposited with the Secretary-General of the United Nations.

IN WITNESS WHEREOF the undersigned, being duly authorized thereto, have signed the present Protocol.

DONE at Geneva this eighteenth day of November one thousand nine hundred and ninety-one.

Article 15

Dépositaire

Les instruments de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion sont déposés auprès du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies, qui exerce les fonctions de dépositaire.

Article 16

Entrée en vigueur

1. Le présent Protocole entre en vigueur le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date du dépôt du seizième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion.

2. A l'égard de chaque Etat ou organisation visé au paragraphe 1 de l'article 13 qui ratifie, accepte ou approuve le présent Protocole ou y adhère après le dépôt du seizième instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion, le Protocole entre en vigueur le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date du dépôt par cette Partie de son instrument de ratification, d'acceptation, d'approbation ou d'adhésion.

Article 17

Dénonciation

A tout moment après l'expiration d'un délai de cinq ans commençant à courir à la date à laquelle le présent Protocole entre en vigueur à l'égard d'une Partie, cette Partie peut dénoncer le Protocole par notification écrite adressée au Dépositaire. La dénonciation prend effet le quatre-vingt-dixième jour qui suit la date de sa réception par le Dépositaire, ou à toute autre date ultérieure qui peut être spécifiée dans la notification de dénonciation.

Article 18

Textes faisant foi

L'original du présent Protocole, dont les textes anglais, français et russe font également foi, est déposé auprès du Secrétaire général de l'Organisation des Nations Unies.

EN FOI DE QUOI les soussignés, à ce dûment autorisés, ont signé le présent Protocole.

FAIT à Genève, le dix-huitième jour du mois de novembre mil neuf cent quatre-vingt-onze.

De volgende Staten hebben het Protocol ondertekend:

België ¹⁾	19 november 1991
de Bondsrepubliek Duitsland ²⁾	19 november 1991
Bulgarije ³⁾	19 november 1991
Canada ⁴⁾	19 november 1991
Denemarken ⁵⁾	19 november 1991
Finland ⁶⁾	19 november 1991
Frankrijk ⁷⁾	19 november 1991
Griekenland ⁸⁾	19 november 1991
Hongarije ⁹⁾	19 november 1991
Italië ¹⁰⁾	19 november 1991
het Koninkrijk der Nederlanden ¹¹⁾	19 november 1991
Liechtenstein ¹²⁾	19 november 1991
Luxemburg ¹³⁾	19 november 1991
Noorwegen ¹⁴⁾	19 november 1991
Oekraïne ¹⁵⁾	19 november 1991
Oostenrijk ¹⁶⁾	19 november 1991
Spanje ¹⁷⁾	19 november 1991
de Verenigde Staten van Amerika ¹⁸⁾	19 november 1991
het Verenigd Koninkrijk van Groot-Brittannië en Noord-Ierland ¹⁹⁾	19 november 1991
Zweden ²⁰⁾	19 november 1991
Zwitserland ²¹⁾	19 november 1991

¹⁾ Met de volgende verklaring:

In signing the present Protocol, Belgium undertakes to reduce its national annual emissions of VOC's by at least 30 per cent by the year 1999, using 1988 levels as a basis (article 2, paragraph 2 (a)). (*vertaling*)

²⁾ Met de volgende verklaring:

"Germany specifies upon signature that it shall reduce its national annual emissions of VOC by at least 30% by the year 1999 using 1988 levels as a basis according to Article 2, Paragraph 2a)."

³⁾ Met de volgende verklaring:

"Bulgaria, upon signature of the present Protocol, declares under its Article 2, Paragraph 2, Sub-Paragraph c that it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOC's do not exceed the 1988 levels."

⁴⁾ Met de volgende verklaring:

"Pursuant to Article 2, Paragraph 2 of the referenced Protocol, Canada is pleased to inform other Parties to the present Protocol that it selects option (b) from among the three options available. Base year: 1988."

⁵⁾ Met de volgende verklaring:

"Denmark hereby declares that it will reduce its national annual emissions of VOC's by at least 30% by the year 1999, using 1985 as a basis."

6) Met de volgende verklaring:

"Finland, upon signature of the present Protocol, declares that it intends to reduce its annual national emissions of VOC's by at least 30%, using 1988 levels as a basis."

7) Met de volgende verklaring:

In signing the present Protocol, the French Republic undertakes to reduce its national annual emissions of VOC's by at least 30 per cent by the year 1999, using 1988 levels as a basis (article 2, paragraph 2 (a)). (*vertaling*)

8) Met de volgende verklaring:

"Greece, upon signature of the present Protocol, declares under its Article 2, Paragraph 2, Sub-Paragraph c that it shall, as soon as possible and as a first step, take effective measures to ensure at least that at the latest by the year 1999 its national annual emissions of VOC's do not exceed the 1988 levels."

9) Met de volgende verklaring:

"...The Republic of Hungary shall control and reduce its national annual emissions of VOC's or their transboundary fluxes in accordance with the provisions of Para. 2./c/ of Article 2 of the Protocol."

10) Met de volgende verklaring:

"Italy declares its intention to meet the requirements of Article 2.1 of the Protocol concerning the control of emissions of Volatile Organic Compounds (VOC) or their transboundary fluxes to be signed today in the way specified at Article 2, Paragraph 2, letter (a) and its intention to indicate as reference year as a basis for reduction: 1990."

11) Met de volgende verklaring:

"The Netherlands, upon signature of the present Protocol, declares that it intends to reduce its annual national emissions of VOC's by at least 30%, using 1988 levels as a basis."

12) Met de volgende verklaring:

"As a basis to reduce its annual emissions of VOC's by at least 30% by the year 1999, Liechtenstein will use 1984 levels."

13) Met de volgende verklaring:

In signing the present Protocol, Luxemburg undertakes to reduce its national annual emissions of VOC's by at least 30 per cent by the year 1999, using 1990 levels as a basis (article 2, paragraph 2 (a)). (*vertaling*)

14) Met de volgende verklaring:

"The Government of Norway intends to fulfil the obligations of the VOC Protocol as specified in Article 2, para. 2b. Norway will use the year 1989 as the base year for reductions.

Based on present prognosis of VOC emissions the total Norwegian reduction of VOC will be in the order of 20% by the year 1999.

Norway will apply equivalent measures based on the best available technologies which are economically feasible, outside the TOMA as inside.

The Government of Norway will fulfil its obligations in the Exclusive Economic Zone of Norway under the Protocol in conformity with international law."

15) Met de volgende verklaring:

(Ukraine) signs the Protocol on the Reduction of VOC's and their Transboundary Fluxes to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution on the conditions set out in paragraph 2 B of Article 2 of the Protocol.

In so doing the Government of Ukraine stipulates that the following designated tropospheric ozone management areas (TOMAs) situated in Ukraine should be included in Annex I to the Protocol;

TOMA No. 1: the Paltavian, Dnepropetrovsk, Zaporozhian, Donetsk, Lugansk, Nikolaivian, Khersonian regions (194.3 thousand square kilometres);

TOMA No. 2: Lvovian, Ternopol, Ivano-Frankovsk, Zakarpatian regions (62.3 thousand square kilometres). (*vertaling*)

¹⁶⁾ Met de volgende verklaring:

“With regard to article 2 (basic obligations) Austria declares to be bound by the provisions of para 2 (a).

Furthermore, Austria chooses the year 1988 as a base year with respect to para 2 (a).”

¹⁷⁾ Met de volgende verklaring:

That, in accordance with article 2 of the Protocol to the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, concluded in 1979, relating to reductions in emissions of volatile organic compounds (VOC's) and transboundary fluxes of such emissions, it accepts the commitment set forth in article 2(a) to reduce national annual emissions by at least 30 per cent by the year 1999, using 1988 levels as a basis (*vertaling*)

¹⁸⁾ Met de volgende verklaring:

“In accordance with Article 2, paragraph 2 of the Protocol, the Government of the United States of America specifies 1984 emission levels as the basis for its VOC reductions under this Protocol (Article 2, paragraph 2(a)).”

¹⁹⁾ Met de volgende verklaring:

“The Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, upon signature of the present Protocol, declares that it intends to reduce its annual national emissions of VOC's by at least 30%, using 1988 levels as a basis.”

²⁰⁾ Met de volgende verklaring:

“Sweden, upon signature of the present Protocol, declares that it intends to reduce its annual national emissions of VOC's by at least 30%, using 1988 levels as a basis.”

²¹⁾ Met de volgende verklaring:

“As a basis to reduce its annual emissions of VOC's by at least 30% by the year 1999, Switzerland will use 1984 levels.”

Annex I

Designated tropospheric ozone management areas (TOMAs)

The following TOMAs are specified for the purposes of this Protocol:

Canada

TOMA No. 1: The Lower Fraser Valley in the Province of British Columbia.

This is a 16,800-km² area in the southwestern corner of the Province of British Columbia averaging 80 km in width and extending 200 km up the Fraser River Valley from the mouth of the river in the Strait of Georgia to Boothroyd, British Columbia. Its southern boundary is the Canada/United States international boundary and it includes the Greater Vancouver Regional District.

TOMA No. 2: The Windsor-Quebec Corridor in the Provinces of Ontario and Quebec.

This is a 157,000-km² area consisting of a strip of land 1,100 km long and averaging 140 km in width stretching from the City of Windsor (adjacent to Detroit in the United States) in the Province of Ontario to Quebec City in the Province of Quebec. The Windsor-Quebec Corridor TOMA is located along the north shore of the Great Lakes and the St. Lawrence River in Ontario and straddles the St. Lawrence River from the Ontario-Quebec border to Quebec City in Quebec. It includes the urban centres of Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montreal, Trois-Rivières and Quebec City.

Norway

The total Norwegian mainland as well as the exclusive economic zone south of 62°N latitude in the region of the Economic Commission for Europe (ECE), covering an area of 466,000 km².

Annex II

Control measures for emissions of volatile organic compounds (VOCs) from stationary sources

INTRODUCTION

1. The aim of this annex is to provide the Parties to the Convention with guidance in identifying best available technologies to enable them to meet the obligations of the Protocol.

Annexe I

Zones de gestion de l'ozone troposphérique (ZGOT) désignées

Les ZGOT ci-après sont spécifiées aux fins du présent Protocole:

Canada

ZGOT No. 1: Vallée inférieure du Fraser dans la province de la Colombie britannique.

Il s'agit d'une portion de 16 800 km² de la vallée du Fraser dans la partie sud-ouest de la province de la Colombie britannique, large en moyenne de 80 km et s'étendant sur 200 km de l'embouchure du fleuve Fraser, dans le détroit de Georgia, à Boothroyd, Colombie britannique. Elle est limitée au sud par la frontière internationale entre le Canada et les Etats-Unis et englobe le district régional de l'agglomération de Vancouver.

ZGOT No. 2: Corridor Windsor-Québec dans les provinces de l'Ontario et du Québec.

Zone de 157 000 km² consistant en une bande de 1 100 km de long et de 140 km de large en moyenne, s'étendant de la ville de Windsor (en face de la ville de Détroit aux Etats-Unis) dans la province de l'Ontario jusqu'à la ville de Québec, dans la province du Québec. La ZGOT du corridor Windsor-Québec s'étend le long de la rive nord des Grands lacs et du fleuve St-Laurent, dans l'Ontario, et de part et d'autre du St-Laurent, de la frontière Ontario-Québec à la ville de Québec, dans la province du Québec. Elle englobe les centres urbains de Windsor, London, Hamilton, Toronto, Ottawa, Montréal, Trois-Rivières et Québec.

Norvège

L'ensemble du territoire norvégien ainsi que la zone économique exclusive au sud de 62° de latitude nord, dans la région de la Commission Economique pour l'Europe (CEE), recouvrant une superficie de 466 000 km².

Annexe II

Mesures de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant de sources fixes

INTRODUCTION

1. La présente annexe a pour but d'aider les Parties à la Convention à recenser les meilleures technologies disponibles afin de leur permettre de satisfaire aux obligations découlant du Protocole.

2. Information regarding emission performance and costs is based on official documentation of the Executive Body and its subsidiary bodies, in particular documents received and reviewed by the Task Force on Emissions of VOCs from Stationary Sources. Unless otherwise indicated, the techniques listed are considered to be well established on the basis of operational experience.

3. Experience with new products and new plants incorporating low-emission techniques, as well as with the retrofitting of existing plants, is continuously growing; the regular elaboration and amendment of the annex will therefore be necessary. Best available technologies identified for new plants can be applied to existing plants after an adequate transition period.

4. The annex lists a number of measures spanning a range of costs and efficiencies. The choice of measures for any particular case will depend on a number of factors, including economic circumstances, technological infrastructure and any existing VOC control implemented.

5. This annex does not, in general, take into account the specific species of VOC emitted by the different sources, but deals with best available technologies for VOC reduction. When measures are planned for some sources, it is worthwhile to consider giving priority to those activities which emit reactive rather than non-reactive VOCs (e.g. in the solvent-using sector). However, when such compound-specific measures are designed, other effects on the environment (e.g. global climate change) and on human health should also be taken into account.

I. MAJOR SOURCES OF VOC EMISSIONS FROM STATIONARY SOURCES

6. The major sources of anthropogenic non-methane VOC emissions from stationary sources are the following:

- a) Use of solvents;
- b) Petroleum industry including petroleum-product handling;
- c) Organic chemical industry;
- d) Small-scale combustion sources (e.g. domestic heating and small industrial boilers);
- e) Food industry;
- f) Iron and steel industry;
- g) Handling and treatment of wastes;
- h) Agriculture.

2. Les informations relatives à la production et au coût des émissions sont basées sur la documentation officielle de l'Organe exécutif et de ses organes subsidiaires, notamment sur des documents reçus et examinés par l'Equipe spéciale des émissions de COV provenant de sources fixes. Sauf indication contraire, les techniques énumérées sont jugées bien établis compte tenu de l'expérience acquise dans leur application.

3. Le recours aux nouveaux produits et aux nouvelles usines comportant des techniques à faible émission, ainsi qu'à l'adaptation des installations existantes, ne cesse de se développer; il sera donc nécessaire de compléter et de modifier périodiquement l'annexe. Les meilleures technologies disponibles identifiées pour les nouvelles installations peuvent être appliquées aux installations existantes après une période de transition adéquate.

4. L'annexe énumère un certain nombre de mesures couvrant un éventail de coûts et de rendements. Le choix des mesures à appliquer dans tel ou tel cas dépendra de plusieurs facteurs, dont les circonstances économiques, l'infrastructure technique et toute opération en cours pour maîtriser les émissions de COV.

5. La présente annexe ne prend généralement pas en compte les espèces spécifiques de COV émises par les différentes sources, mais traite des meilleurs technologies disponibles de réduction des COV. Quant on projette des mesures pour certaines sources, il vaut la peine d'envisager de donner la priorité aux activités qui émettent des COV réactifs plutôt que des COV non réactifs (par exemple dans le secteur qui utilise des solvants). Mais lorsque l'on conçoit ces mesures spécifiques à certains composés, il convient aussi de prendre en considération d'autres effets sur l'environnement (par exemple le changement du climat mondial) et sur la santé humaine.

I. PRINCIPALES ORIGINES DES EMISSIONS DE COV PROVENANT DE SOURCES FIXES

6. Les émissions artificielles de COV autres que le méthane provenant de sources fixes ont principalement pour origine:

- a) L'utilisation des solvants;
- b) L'industrie du pétrole, y compris la manutention des produits pétroliers;
- c) L'industrie de la chimie organique;
- d) Les petits foyers de combustion (par exemple, le chauffage domestique et les petites chaudières industrielles);
- e) L'industrie alimentaire;
- f) La sidérurgie;
- g) La manutention et le traitement des déchets;
- h) l'agriculture.

7. The order to the list reflects the general importance of the sources subject to the uncertainties of emission inventories. The distribution of VOC emissions according to different sources depends greatly on the fields of activity within the territory of any particular Party.

II. GENERAL OPTIONS FOR VOC-EMISSION REDUCTION

8. There are several possibilities for the control or prevention of VOC emissions. Measures for the reduction of VOC emissions focus on products and/or process modifications (including maintenance and operational control) and on the retrofitting of existing plants. The following list gives a general outline of measures available, which may be implemented either singly or in combination:

a) Substitution of VOCs; e.g. the use of water-based degreasing baths, and paints, inks, glues or adhesives which are low in or do not contain VOCs;

b) Reduction by best management practices such as good house-keeping, preventive maintenance programmes, or by changes in processes such as closed systems during utilization, storage and distribution of low-boiling organic liquids;

c) Recycling and/or recovery of efficiently collected VOCs by control techniques such as adsorption, absorption, condensation and membrane processes; ideally, organic compounds can be reused on-site;

d) Destruction of efficiently collected VOCs by control techniques such as thermal or catalytic incineration or biological treatment.

9. The monitoring of abatement procedures is necessary to ensure that appropriate control measures and practices are properly implemented for an effective reduction of VOC emissions. Monitoring of abatement procedures will include:

a) The development of an inventory of those VOC-emission reduction measures, identified above, that have already been implemented;

b) The characterization and quantification of VOC emissions from relevant sources by instrumental or other techniques;

c) Periodic auditing of abatement measures implemented to ensure their continued efficient operation;

7. L'ordre dans lequel ces sources sont énumérées reflète leur importance générale sous réserve des incertitudes liées aux inventaires d'émissions. La répartition des émissions de COV selon leur source dépend dans une large mesure des domaines d'activité sur le territoire de chaque Etat partie.

II. OPTIONS GENERALES POUR LA REDUCTION DES EMISSIONS DE COV

8. Il existe plusieurs possibilités de maîtriser ou d'empêcher les émissions de COV. Les mesures visant à réduire les émissions de COV sont axées sur les produits et/ou la modification des procédés (y compris l'entretien et le contrôle de l'exploitation), ainsi que sur l'adaptation des installations existantes. La liste suivante donne un aperçu général de ces mesures, qui peuvent être appliquées isolément ou associées :

a) Le remplacement des COV par d'autres substances, par exemple l'emploi de bains de dégraissage en phase aqueuse ou de peintures, encres, colles ou adhésifs contenant peu de COV ou sans COV ;

b) La réduction des émissions par des pratiques de gestion optimale (bonne gestion, programmes d'entretien préventif) ou la modification des procédés, par exemple le recours à des systèmes en circuit fermé pour l'emploi, le stockage et la distribution de liquides organiques à bas point d'ébullition ;

c) Le recyclage ou la récupération des COV recueillis de façon efficace par des techniques telles que l'adsorption, l'absorption, la condensation et la séparation transmembranaire ; la solution idéale est de réutiliser les composés organiques sur place ;

d) la destruction des COV recueillis de façon efficace au moyen de techniques telles que l'incinération thermique ou catalytique ou le traitement biologique.

9. Il est nécessaire de surveiller les procédés de réduction des émissions de COV afin de s'assurer que les mesures et pratiques appropriées sont bien appliquées pour obtenir une réduction efficace. La surveillance des procédés de réduction comporte les aspects suivants :

a) L'élaboration d'un inventaire des mesures de réduction des émissions de COV énumérées plus haut qui ont déjà été mises en oeuvre ;

b) La détermination de la nature et du volume des émissions de COV provenant des sources pertinentes au moyen d'instruments ou d'autres techniques ;

c) Le contrôle périodique des mesures de réduction mises en oeuvre afin d'assurer qu'elles continuent d'être appliquées d'une manière efficace ;

d) Regularly scheduled reporting on (a), (b) and (c), using harmonized procedures, to regulatory authorities;

e) Comparison, with the objectives of the Protocol, of VOC-emission reductions achieved in practice.

10. The investment/cost figures have been collected from various sources. On account of the many influencing factors, investment/cost figures are highly case-specific. If the unit "cost per tonne of VOC abated" is used for cost-efficient strategy considerations, it must be borne in mind that such specific figures are highly dependent on factors such as plant capacity, removal efficiency and raw gas VOC concentration, type of technology, and the choice of new installations as opposed to retrofitting. Illustrative cost figures should also be based on process-specific parameters, e.g. mg/m² treated (paints), kg/m³ product or kg/unit.

11. Cost-efficient strategy considerations should be based on total costs per year (including capital and operational costs). VOC-emission reduction costs should also be considered within the framework of the overall process economics, e.g. the impact of control measures and costs on the costs of production.

III. CONTROL TECHNIQUES

12. The major categories of available control techniques for VOC abatement are summarized in table 1. Those techniques chosen for inclusion in the table have been successfully applied commercially and are now well established. For the most part, they have been applied generally across sectors.

13. Sector-specific techniques, including the limitation of the solvent content of products, are given in sections IV and V.

14. Care should be taken to ensure that the implementation of these control techniques does not create other environmental problems. If incineration has to be used, it should be combined with energy recovery, where appropriate.

15. Using such techniques, concentration of below 150 mg/m³ (as total carbon, standard conditions) can usually be achieved in exhaust air flows. In most cases, emission values of 10-50 mg/m³ can be achieved.

16. Another common procedure for destroying non-halogenated VOCs is to use VOC-laden gas streams as secondary air or fuel in

d) La présentation aux autorités chargées de la réglementation de rapports périodiques sur les aspects a), b) et c) selon des procédures harmonisées;

e) La comparaison des réductions d'émissions de COV réalisées dans la pratique avec les objectifs du Protocole.

10. Les chiffres relatifs à l'investissement et aux coûts proviennent de diverses sources. Ils sont hautement spécifiques de chaque cas en raison des multiples facteurs qui interviennent. Si l'on utilise dans l'optique d'une stratégie de rentabilité l'unité «coût par tonne de réduction des émissions de COV», il ne faut pas oublier que des chiffres aussi spécifiques dépendent dans une large mesure de facteurs tels que la capacité des installations, le rendement des procédés d'élimination et la concentration de COV dans les gaz bruts, le type de technique et le choix de nouvelles installations au lieu d'une modification des installations existantes. Les coûts illustratifs devraient aussi être basés sur des paramètres spécifiques du procédé, par exemple mg/m² traité (peintures), kg/m³ de produit ou kg/unité.

11. Toute stratégie de rentabilité doit se fonder sur les coûts annuels totaux (comprenant l'investissement et les frais d'exploitation). D'autre part, le coût de la réduction des émissions de COV doit être considéré en fonction des caractéristiques économiques globales d'un procédé, par exemple l'impact des mesures antiémissions et de leurs coûts sur les coûts de production.

III. TECHNIQUES ANTIEMISSIONS

12. Le tableau 1 récapitule les principales catégories de techniques existant pour la réduction des émissions de COV. Les techniques qu'il a été décidé d'inclure dans le tableau ont été appliquées commercialement avec succès et sont désormais largement adoptées. La plupart d'entre elles ont été appliquées à la fois dans plusieurs secteurs.

13. Les sections IV et V indiquent les techniques spécifiques de tel ou tel secteur, y compris la limitation de la teneur des produits en solvant.

14. Il faudrait aussi s'assurer que l'application de ces techniques ne crée pas d'autres problèmes d'ordre écologique. S'il faut recourir à l'incinération, celle-ci doit aller de pair avec une récupération d'énergie, lorsque c'est possible.

15. Ces techniques permettent habituellement d'obtenir dans les flux d'air rejeté des concentrations inférieures à 150 mg/m³ (carbone total, conditions normalisées). Dans la plupart des cas, les valeurs d'émissions se situent entre 10 et 50 mg/m³.

16. Une autre méthode courante de destruction des COV non halogénés consiste à utiliser les flux de gaz chargés de COV comme air

existing energy-conversion units. However, this usually requires site-specific process modifications and therefore it too is excluded from the following table.

17. Data on efficiency are derived from operational experience and are considered to reflect the capabilities of current installations.

18. Cost data are more subject to uncertainty due to interpretation of costs, accountancy practices and site-specific conditions. Therefore the data provided are case-specific. They cover the cost ranges for the different techniques. The costs do, however, accurately reflect the relationships between the costs of the different techniques. Differences in costs between new and retrofit applications may in some cases be significant but do not differ sufficiently to change the order in table 1.

19. The choice of a control technique will depend on parameters such as the concentration of VOCs in the raw gas, gas volume flow, the type of VOCs, and others. Therefore, some overlap in the fields of application may occur; in that case, the most appropriate technique must be selected according to case-specific conditions.

IV. SECTORS

20. In this section, each VOC-emitting sector is characterized by a table containing the main emission sources, control measures including the best available technologies, their specific reduction efficiency and the related costs.

21. An estimate is also provided of the overall potential within each sector for reducing its VOC emissions. The maximum reduction potential refers to situations in which only a low level of control is in place.

22. Process-specific reduction efficiencies should not be confused with the figures given for the reduction potential of each sector. The former are technical feasibilities, while the latter take into account the likely penetration and other factors affecting each sector. The process-specific efficiencies are given only qualitatively, as follows:

I = > 95%; II = 80-95%; III = < 80%

23. Costs depend on capacity, site-specific factors, accountancy practices and other factors. Consequently, costs may vary greatly,

ou combustible secondaire dans les installations existantes de conversion de l'énergie. Toutefois, cela nécessite habituellement des modifications propres à chaque installation, si bien que cette méthode n'est pas non plus incluse dans le tableau qui suit.

17. Les données relatives au rendement sont basées sur des expériences concrètes et l'on estime qu'elles reflètent le potentiel des installations existantes.

18. Les données relatives aux coûts comportent plus d'incertitudes liées à l'interprétation des coûts, aux méthodes de comptabilité et aux conditions propres à chaque emplacement. Les données fournies sont donc spécifiques de chaque cas. Elles englobent l'éventail des coûts pour les différentes techniques. Cependant, elles reflètent de façon exacte les relations entre les coûts des différentes techniques. Les différences de coûts entre des installations nouvelles ou adaptées peuvent être assez marquées dans certains cas, mais pas assez pour modifier l'ordre indiqué dans le tableau 1.

19. Le choix d'une technique antiémissions dépendra de paramètres tels que la concentration de COV dans le gaz brut, le débit de gaz, le type de COV, etc. Il peut donc se produire quelques chevauchements entre les champs d'application, auquel cas il faut choisir la technique qui convient le mieux eu égard à la situation.

IV. SECTEURS

20. Dans la présente section, chaque secteur produisant des émissions de COV est caractérisé par un tableau indiquant les principales sources d'émissions, les mesures de réduction dont les meilleures technologies disponibles, leur rendement spécifique et le coût de la réduction.

21. Le tableau donne aussi pour chaque secteur une estimation du potentiel global de réduction des émissions de COV. Le potentiel de réduction maximal s'applique aux situations où il n'existe qu'un faible niveau de réduction.

22. Il ne faut pas confondre le rendement des mesures de réduction spécifiques de chaque procédé avec les chiffres indiquant le potentiel de réduction dans chaque secteur. Dans le premier cas, il s'agit de possibilités techniques, tandis que dans le second, il est tenu compte de la pénétration probable et d'autres facteurs qui interviennent dans chaque secteur. Le rendement spécifique de chaque procédé n'est indiqué que d'une manière qualitative, comme suit:

I = > 95%; II = 80-95%; III = < 80%.

23. Les coûts dépendent de la capacité, de facteurs particuliers au site, des méthodes de comptabilité et d'autres éléments. En consé-

Table 1. A summary of available VOC control techniques, their efficiencies and costs

Technique	Lower concentration in air flow		Higher concentration in air flow		Application
	Efficiency	Cost	Efficiency	Cost	
Thermal incineration**	High	High	High	Medium	Wide for high concentration flows
Catalytic incineration**	High	Medium	Medium	Medium	More specialized for lower concentration flows
Adsorption* (activated carbon filters)	High	High	Medium	Medium	Wide for low concentration flows
Absorption (Waste gas washing)	-	-	High	Medium	Wide for high concentration flows
Condensation*	-	-	Medium	Low	Special cases of high concentration flows only
Biofiltration	Medium to high	Low	Low***	Low	Mainly in low concentration flows, including odour control

Concentration:	Lower	<3 g/m ³ (in many cases <1g/m ³); Higher >5g/m ³
Efficiency:	High	>95%
	Medium	80-95%
	Low	<80%
Total cost:	High	> 500 ECU/t VOC abated
	Medium	150-500 ECU/t VOC abated
	Low	< 150 ECU/t VOC abated

* These processes can be combined with solvent recovery systems. Cost savings then ensue.

** Savings due to energy recovery are not included; these can reduce the costs considerably.

*** With buffering filters to dampen emission peaks, medium to high efficiencies are achieved at medium to low costs.

Tableau 1. Brève présentation des techniques existantes de réduction des émissions de COV, de leur rendement et de leur coût

Technique	Concentration plus faible dans le débit d'air		Concentration plus forte dans le débit d'air		Application
	Rendement	Coût	Rendement	Coût	
Incinération thermique**	Elevé	Elevé	Elevé	Moyen	Générale pour les débits à concentration
Incinération catalytique**	Elevé	Moyen	Moyen	Moyen	Plus spécialisée pour les débits à faible concentration
Adsorption* (filtres à charbon actif)	Elevé	Elevé	Moyen	Moyen	Générale pour les débits à faible concentration
Absorption (lavage des gaz résiduaires)	-	-	Elevé	Moyen	Générale pour les débits à forte concentration
Condensation*	-	-	Moyen	Bas	Uniquement dans des cas spéciaux de flux à forte concentration
Filtration biologique	Moyen à élevé	Bas	Bas***	Bas	Principalement pour les flux à faible concentration, notamment pour combattre les odeurs
Concentration:	Plus faible		< 3 q/m ³ (dans de nombreux cas < 1 q/m ³); Plus forte > 5 q/m ³		
Rendement:	Elevé		> 95%		
	Moyen		80-95%		
	Bas		< 80%		
Coût total:	Elevé		> 500 ECU/t d'émissions de COV réduites		
	Moyen		150-500 ECU/t d'émissions de COV réduites		
	Bas		< 150 ECU/t d'émissions de COV réduites		

* Ces procédés peuvent être associés à des systèmes de récupération des solvants, d'où une réduction des coûts.

** Les économies réalisées grâce à la récupération de l'énergie ne sont pas incluses; elles peuvent entraîner une réduction considérable des coûts

*** Avec des filtres tampons pour modérer les pics d'émission, un rendement moyen à élevé peut être obtenu pour un coût moyen à faible.

therefore, only qualitative information (medium, low, high) is provided, referring to comparisons of costs of different technologies mentioned for specific applications.

A. Industrial use of solvents

24. The industrial use of solvents is in many countries the biggest contributor to VOC emissions from stationary sources. Main sectors and control measures, including best available technologies and reduction efficiencies, are listed in table 2, and the best available technology is specified for each sector. There may be differences between small and large or new and old plants. For this reason, the estimated overall reduction potential quoted is below the values implied in table 2. The estimated overall reduction potential for this sector is up to 60%. A further step to reduce episodic ozone formation potential can include the reformulation of the remaining solvents.

Table 2. VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the solvent-using sector

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Industrial surface coating	Conversion to:		
	- powder paints	I	Savings
	- low in/not containing VOCs	I-III	Low costs
	- high solids	I-III	Savings
	Incineration:		
- thermal	I-II	Medium to high costs	
	- catalytic	I-II	Medium costs
	Activated carbon adsorption	I-II	Medium costs
Paper surface coating	Incinerator	I-II	Medium costs
	Radiation cure/ waterborne inks	I-III	Low costs
Car manufacturing	Conversion to:		
	- powder paints	I	
	- water-based systems	I-II	Low costs

quence, les coûts peuvent être très variables ; c'est pourquoi seules des informations qualitatives (moyen, bas, élevé) sont fournies quant aux coûts comparés des différentes technologies mentionnées pour des applications précises.

A. Utilisation de solvants dans l'industrie

24. Dans de nombreux pays, c'est l'utilisation des solvants dans l'industrie qui contribue le plus aux émissions de COV provenant de sources fixes. Le tableau 2 énumère les principaux secteurs et les mesures de réduction possibles, notamment les meilleures technologies disponibles, et le rendement des dispositifs de réduction, et la meilleure technologie disponible est indiquée pour chaque secteur. Des différences peuvent apparaître entre installations petites et grandes ou neuves et anciennes. C'est pourquoi le potentiel global estimatif de réduction cité est inférieur aux valeurs présentées au tableau 2. Le potentiel global estimatif de réduction pour ce secteur peut atteindre jusqu'à 60%. Un autre moyen de réduire le potentiel de formation épisodique d'ozone peut consister à reformuler les solvants restants.

Tableau 2. Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût pour le secteur de l'utilisation des solvants

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
Revêtements de surface dans l'industrie	Conversion à l'emploi de:		
	- peintures en poudre	I	Economies
	- peintures contenant peu de COV ou sans COV	I-III	Coût faible
	- peintures à teneur élevée en solides	I-III	Economies
	Incinération:		
	- thermique	I-II	Coût moyen à élevé
Application d'enduits de surface sur papier	- catalytique	I-II	Coût moyen
	Adsorption sur charbon actif	I-II	Coût moyen
	Incinération	I-II	Coût moyen
	Séchage aux rayonnements/encre en solution aqueuse	I-III	Coût faible
Construction automobile	Conversion à l'emploi de:		
	- peintures en poudre	I	
	- peintures à l'eau	I-II	Coût faible

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
	- high solid coating	II	
	Activated carbon adsorption	I-II	Low costs
	Incineration with heat recovery		
	- thermal	I-II	
	- catalytic	I-II	
Commercial painting	Low in/not containing VOCs	I-II	Medium costs
	Low in/not containing VOCs	II-III	Medium costs
Printing	Low-solvent/water-based inks	II-III	Medium costs
	Letterpress: radiation cure	I	Low costs
	Activated carbon adsorption	I-II	High costs
	Absorption		
	Incineration	I-II	
	- thermal		
	- catalytic		
	Biofiltration including buffer filter	I	Medium costs
Metal degreasing	Change-over to systems low in/not containing VOCs	I	
	Closed machines		
	Activated carbon adsorption	II	Low to high costs
	Cover, chilled freeboards	III	Low costs
Dry-cleaning	Recovery dryers and good housekeeping (closed cycles)	II-III	Low to medium costs
	Condensation	II	Low costs

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
	- enduits de surface à teneur élevée en solides	II	
	Adsorption sur charbon actif	I-II	Coût faible
	Incinération avec récupération de chaleur:		
	- thermique	I-II	
	- catalytique	I-II	
Peintures industrielles	Peintures sans COV	I	Coût moyen
	Peintures contenant peu de COV	II-III	Coût moyen
Imprimerie	Encres contenant peu de solvant ou en solution aqueuse	II-III	Coût moyen
	Impression typographique: séchage par rayonnement	I	Coût faible
	Adsorption sur charbon actif	I-II	Coût élevé
	Absorption		
	Incinération	I-II	
	- thermique		
	- catalytique		
	Filtres biologiques, y compris filtre tampon	I	Coût moyen
Dégraissage des métaux	Adoption de systèmes contenant peu de COV ou sans COV	I	
	Machines fonctionnant en circuit fermé		
	Adsorption sur charbon actif	II	Coût faible à élevé
	Amélioration des couvercles et réfrigération des gaines de ventilation	III	Coût faible
Nettoyage à sec	Séchoirs à récupération et gestion rationnelle (circuit fermé)	II-III	Coût faible à moyen
	Condensation	II	Coût faible

Source emission	of	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Flat wood panelling		Activated carbon adsorption	II	Low costs
		Coatings low in/not containing VOCs	I	Low costs

25. With respect to the industrial use of solvents, three approaches can in principle be used: a product-oriented approach which, for instance, leads to a reformulation of the product (paint, degreasing products, etc.); process-oriented changes; and add-on control technologies. For some industrial uses of solvents only a product-oriented approach is available (in the case of painting constructions, painting buildings, the industrial use of cleaning products, etc.). In all other cases, the product-oriented approach deserves priority, *inter alia*, because of the positive spin-off effects on the solvent emission of the manufacturing industry. Furthermore, the environmental impact of emissions can be reduced by combining best available technology with product reformulation to replace solvents by less harmful alternatives. According to a combined approach of this kind, the maximum emission reduction potential of up to 60% could lead to an improvement in environmental performance that is significantly higher.

26. There is a rapid ongoing development towards low-solvent or solvent-free paints, which are among the most cost-effective solutions. For many plants, a combination of low-solvent and adsorption/incineration techniques are chosen. VOC-emission control for large-scale, industrial painting (e.g. of cars, domestic appliances) could be implemented relatively quickly. Emissions have been reduced as far as 60 g/m² in several countries. The technical possibility of reducing emissions from new plants to below 20 g/m² has been recognized by several countries.

27. For the degreasing of metal surfaces, alternative solutions are water-based treatment or closed machines with activated carbon for recovery, with low emissions.

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
Assemblage de panneaux de bois plats	Adsorption sur charbon actif	II	Coût faible
	Revêtements sans COV Revêtements contenant peu de COV	I	Coût faible

25. En ce qui concerne l'utilisation des solvants dans l'industrie, trois approches peuvent en principe être appliquées: une approche orientée vers le produit, qui conduit par exemple à reformuler le produit (peinture, produits dégraissants, etc.); des modifications du procédé; et des technologies antiémissions supplémentaires. Pour certaines utilisations de solvants dans l'industrie, seule l'approche orientée vers le produit peut être utilisée (peinture de constructions, peinture de bâtiments, utilisation industrielle de produits de nettoyage, etc.). Dans tous les autres cas l'approche orientée vers le produit mérite la priorité, notamment du fait des retombées positives sur l'émission de solvants de l'industrie manufacturière. En outre, on peut réduire l'impact des émissions sur l'environnement en combinant la meilleure technologie disponible avec la reformulation du produit pour remplacer les solvants par des substances moins nocives. Dans une approche combinée de ce type, le potentiel maximal de réduction des émissions, jusqu'à 60%, peut conduire à une amélioration sensiblement plus grande de la protection de l'environnement.

26. Les travaux de recherche se poursuivent rapidement pour mettre au point des peintures contenant peu de solvant ou sans solvant, cette solution étant parmi les plus rentables. Pour de nombreuses installations, on a choisi l'association de techniques exigeant peu de solvant et de techniques d'adsorption/incinération. Les mesures de réduction des émissions de COV pourraient être mises en oeuvre assez rapidement pour les travaux de peinture industrielle à grande échelle (par exemple, peinture de véhicules automobiles ou d'appareils ménagers). Les émissions ont été réduites à seulement 60 g/m² dans plusieurs pays. Il a été reconnu dans plusieurs pays qu'il était techniquement possible de ramener les émissions des nouvelles installations au-dessous de 20 g/m².

27. Pour le dégraissage des surfaces métalliques, on peut citer comme solutions de remplacement le traitement en phase aqueuse ou l'emploi de machines en circuit fermé avec récupération au moyen de charbon actif, qui donnent de faibles émissions.

28. For the different printing techniques, several methods to reduce VOC emissions are employed. These mainly involve the changing of inks, changes within the printing process using other printing methods, and gas cleaning techniques. Waterborne ink instead of solvent-based ink is used for flexographic printing on paper and is under development for printing on plastic. Waterborne inks for screen and rotogravure printing are available for some applications. The use of electron beam cured ink in offset eliminates VOCs and is used in the package printing industry. For some printing methods, UV-cured inks are available. Best available technology for publication rotogravure is the gas cleaning technique using carbon adsorbers. In packaging, the rotogravure recovery of solvent by adsorption (zeolites, active carbon) is practised, but incineration and absorption are also used. For heatset, the weboffset thermal or catalytic incineration of exhaust gases is used. The incineration equipment often includes a unit for heat recovery.

29. For dry-cleaning, the best available technology of closed machines and treatment of the exhaust ventilation air by activated carbon filters.

B. *Petroleum industry*

30. The petroleum industry is one of the major contributors to VOC emissions from stationary sources. Emissions are from both refineries and distribution (including transportation and filling-stations). The following comments refer to table 3, the measures mentioned also include best available technology.

31. Refinery process emissions arise from fuel combustion, flaring of hydrocarbons, vacuum-system discharges and fugitive emissions from process units, such as flanges and connectors, opened lines and sampling systems. Other major VOC emissions within refineries and related activities result from storage, waste-water treatment processes, loading/discharging facilities such as harbours, truck- and railway-racks, pipeline terminals, and periodic operations such as shut-downs, servicing and start-ups (process-unit turnarounds).

28. Pour les différentes techniques d'impression, on emploie plusieurs méthodes afin de réduire les émissions de COV. Elles consistent principalement à changer les encres, à modifier le procédé d'impression en utilisant d'autres méthodes d'impression, et à épurer les gaz. On utilise de l'encre à l'eau au lieu d'encres à base de solvant pour l'impression flexographique sur papier, et cette technique est en cours de développement pour l'impression sur plastique. Il existe des encres à l'eau pour certains travaux de sérigraphie et de rotogravure. Le séchage de l'encre par un faisceau d'électrons en offset élimine les COV et est utilisé dans l'imprimerie d'emballage. Pour certaines méthodes d'impression, il existe des encres séchées aux ultraviolets. La meilleure technologie disponible pour la rotogravure est l'épuration des gaz au moyen d'adsorbants au charbon actif. Dans la rotogravure d'emballage, on pratique la récupération du solvant par adsorption (zéolites, charbon actif), mais on utilise aussi l'incinération et l'adsorption. Pour le thermofixage et l'offset à bobines, on utilise l'incinération thermique ou catalytique des gaz dégagés. Les matériels d'incinération comportent souvent une unité de récupération de la chaleur.

29. Pour le nettoyage à sec, la meilleure technologie disponible consiste en machines fonctionnant en circuit fermé avec traitement de l'air de ventilation expulsé au moyen de filtres au charbon actif.

B. *Industrie du pétrole*

30. L'industrie du pétrole figure au nombre des secteurs qui contribuent le plus aux émissions de COV, en provenance de sources fixes. Les émissions proviennent aussi bien des raffineries que du réseau de distribution (y compris les moyens de transport et les stations de distribution d'essence). Les observations qui suivent s'appliquent au tableau 3 et les mesures indiquées comprennent aussi la meilleure technologie disponible.

31. Dans les raffineries, les émissions proviennent de la combustion des combustibles, du brûlage à la torche d'hydrocarbures, des décharges des installations de vide et de fuites d'unités de processus telles que brides et raccords, lignes ouvertes et systèmes de prélèvement d'échantillons. D'autres émissions importantes de COV dans les raffineries et les activités connexes proviennent du stockage, des processus de traitement des eaux usées, des installations de chargement/déchargement telles que ports, installations routières et ferroviaires, terminaux de pipeline, et d'opérations périodiques telles que arrêts, entretiens et démarrages (révisions complètes d'unités de processus).

32. Process-unit turnaround emissions may be controlled by venting vessel vapours to vapour recovery systems or controlled flaring.

33. Vacuum system discharges may be controlled by condensation or by piping to boilers or heaters.

Table 3. VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the petroleum industry

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Petroleum refineries			
- Fugitive emissions	Regular inspection and maintenance	III	Medium costs
- Process-unit turnarounds	Flares/process furnace vapour recovery	I	not available
- Waste-water separator	Floating cover	II	Medium costs/savings
- Vacuum process system	Surface contact condensors Non-condensable VOCs piped to heaters or furnaces	I	
- Incineration of sludge	Thermal incineration	I	
Storage of crude oil and products			
- Petrol	Internal floating roofs with secondary seals	I-II	Savings
	Floating roof tanks with secondary seals	II	Savings
- Crude oil	Floating roof tanks with secondary seals	II	Savings

32. On peut maîtriser les émissions que se produisent pendant la révision générale des unités de traitement en canalisant les vapeurs vers des dispositifs de récupération ou en assurant leur combustion contrôlée à la torche.

33. On peut maîtriser les émissions provenant de la distillation sous vide par un dispositif de condensation des vapeurs ou en canalisant celles-ci vers des chaudières ou installations de chauffe.

Tableau 3. Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût dans l'industrie du pétrole

Source d'émissions	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
Raffineries de pétrole			
- Emissions dues à des fuites	Inspection et entretien réguliers	III	Coût moyen
- Révision générale des unités de traitement	Brûlage à la torche/incinération, récupération des vapeurs	I	Non disponible
- Séparation des eaux usées	Couverture flottante	II	Coût moyen/économies
- Distillation sous vide (pompes)	Condenseurs surfaciques Les COV non condensables sont canalisés vers des chaudières ou des fours	I	
- Incinération des boues	Incinération thermique	I	
Stockage du pétrole brut et des produits pétroliers			
- Essence	Réservoirs à toit flottant intérieur avec étanchéités secondaires	I-II	Economies
	Réservoirs à toit flottant avec étanchéités secondaires	II	Economies
- Pétrole brut	Réservoirs à toit flottant avec étanchéités secondaires	II	Economies

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
- Petrol marketing terminals (loading and unloading of trucks, barges and trains)	Vapour recovery unit	I-II	Savings
- Petrol service stations	Vapour balance on tank trucks (Stage I)	I-II	Low costs/savings
	Vapour balance during refuelling (refuelling nozzles) (Stage II)	I (-II**)	Medium costs*

* Depending on capacity (station size), retrofitting or new service stations.

** Will increase with increasing penetration of standardization of vehicle filling pipes.

34. Fugitive emissions from process equipment in gas/vapour or light liquid service (e.g. automatic control valves, manual valves, pressure relief devices, sampling systems, pumps, compressors, flanges and connectors) can be reduced or prevented by regularly performing leak detection, repair programmes and preventive maintenance. Equipment with substantial leaks (e.g. valves, gaskets, seals, pumps, etc.) can be replaced by equipment that is more leakproof. For example, manual and automatic control valves can be changed for corresponding valves with bellow gaskets. Pumps in gas/vapour and light liquid service can be fitted with dual mechanical seals with controlled degassing vents. Compressors can be equipped with seals with a barrier fluid system that prevents leakage of the process fluid to the atmosphere, and leakage from compressors seals directed to the flares.

35. Pressure relief valves for media that may contain VOCs can be connected to a gas-collecting system and the gases collected burnt in process furnaces or flares.

Source d'émissions	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
- Terminaux de commercialisation de l'essence (chargement et déchargement des camions, péniches et wagons)	Dispositif de récupération des vapeurs	I-II	Economies
- Station de distribution d'essence	Aspiration des vapeurs au pompage des camions-citernes (phase I)	I-II	Coût faible/économies
	Aspiration des vapeurs lors du remplissage du réservoir des véhicules (pistolets de distribution modifiés) (phase II)	I (-II**)	Coût moyen*

* Selon la capacité (importance de la station de distribution), adaptation ou construction de nouvelles stations de distribution.

** Le rendement augmentera à mesure que seront normalisés les dispositifs de remplissage des véhicules.

34. On peut réduire ou prévenir les émissions dues à des fuites d'équipements de fabrication en service gaz/vapeur ou liquide léger (par exemple vannes à commande automatique, vannes manuelles, détendeurs, systèmes de prélèvement, pompes, compresseurs, brides et connecteurs) en exécutant régulièrement des programmes de détection et de réparation des fuites et en pratiquant une maintenance préventive. Les équipements (par exemple vannes, garnitures, joints, pompes, etc.) présentant des fuites importantes peuvent être remplacés par des équipements plus étanches. Par exemple, des vannes à commande manuelle ou automatique peuvent être remplacées par des vannes analogues équipées de garnitures à soufflet. Les pompes à gaz/vapeur et à liquide léger peuvent être équipées de joints mécaniques doubles avec événements de dégazage contrôlé. Les compresseurs peuvent être munis de joints à fluide barrière qui empêchent le fluide de processus de fuir dans l'atmosphère et de dispositifs qui envoient à la torçère les émissions dues aux fuites de joints de compresseur.

35. Les soupapes limiteuses de pression pour les milieux susceptibles de contenir des COV peuvent être raccordées à un système de collecte des gaz, et les gaz recueillis brûlés dans des fours de processus ou à la torche.

36. VOC emissions from the storage of crude oil and products can be reduced by equipping fixed-roof tanks with internal floating roofs or by equipping floating-roof tanks with secondary seals.

37. VOC emissions from the storage of petrol and other light liquid components can be reduced by several means. Fixed-roof tanks can be equipped with internal floating roofs with primary and secondary seals or connected to a closed vent system and an effective control device, e.g. vapour recovery, flaring or combustion in process heaters. External floating-roof tanks with primary seals can be equipped with secondary seals, and/or supplemented with tight, fixed roofs, with pressure relief valves which can be connected to the flare.

38. VOC emissions in connection with waste-water handling and treatment can be reduced by several means. Water-seal controls can be installed, as can junction boxes, equipped with tight-fitting covers, in drain systems. Sewer lines can be covered. Alternatively, the drain system can be completely closed to the atmosphere. Oil-water separators, including separation tanks, skimmers, weirs, grit chambers, sludge hoppers and slop-oil facilities, can be equipped with fixed roofs and closed vent systems that direct vapours to a control device, designed either for the recovery or destruction of the VOC vapours. Alternatively, oil-water separators can be equipped with floating roofs with primary and secondary seals. The effective reduction of VOC emissions from waste-water treatment plants can be achieved by draining oil from process equipment to the slop-oil system, thus minimizing the oil-flow into the waste-water treatment plant. The temperature of incoming water can also be controlled in order to lower emissions to the atmosphere.

39. The petrol storage and distribution sector has a high reduction potential. Emission control covering the loading of petrol at the refinery (via intermediate terminals) up to its discharge at petrol service stations is defined as Stage I; control of emissions from the refuelling of cars at service stations is defined as Stage II (see para. 33 of annex III on Control Measures for Emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs) from on-road Motor Vehicles).

40. Stage I control consists of vapour balancing and vapour collection at the loading of petrol, and recovering the vapour in recovery units. Furthermore, vapour collected at service stations from

36. On peut réduire les émissions de COV dues au stockage du pétrole brut et des produits pétroliers en installant un toit flottant à l'intérieur des réservoirs à toit fixe ou en dotant les réservoirs à toit flottant d'une étanchéité secondaire.

37. Les émissions de COV provenant du stockage d'essence et d'autres composants liquides légers peuvent être réduites par plusieurs moyens. Les réservoirs à toit fixe peuvent être équipés d'un toit flottant interne avec joints primaires et secondaires ou raccordés à un système de ventilation fermé avec un dispositif efficace de commande, par exemple pour la récupération de vapeur, le brûlage à la torche ou la combustion dans des chaudières. Les réservoirs à toit flottant externe comportant un joint primaire peuvent être munis d'un joint secondaire et/ou complétés par un toit fixe hermétique et une vanne limiteuse de pression raccordée à la torchère.

38. Les émissions de COV liées à la manutention et au traitement des eaux usées peuvent être réduites de plusieurs manières. On peut installer des commandes à joints hydrauliques, ainsi que des boîtes de jonction équipées de couvercles hermétiques, dans les systèmes de vidange. On peut aussi prévoir un réseau d'évacuation complètement hermétique. Les séparateurs huile-eau, notamment les réservoirs de séparation, écrémeurs, déversoirs, chambres à gravillons, trémies à boues et systèmes de récupération des huiles à redistiller, peuvent être équipés de toits fixes et de systèmes de ventilation fermés qui envoient les vapeurs vers un dispositif conçu pour récupérer ou pour détruire les vapeurs de COV. On peut encore équiper les séparateurs huile-eau de toits flottants avec joints primaires et secondaires. Une réduction efficace des émissions de COV des installations de traitement des eaux usées peut être assurée en envoyant l'huile des équipements de fabrication aux systèmes de récupération des huiles à redistiller, de façon à réduire le débit d'huile dans l'installation d'épuration des eaux usées. La température de l'eau d'arrivée peut aussi être contrôlée de manière à diminuer les émissions dans l'atmosphère.

39. Le secteur du stockage et de la distribution de l'essence offre un potentiel de réduction élevé. Les mesures antiémissions appliquées depuis le chargement de l'essence à la raffinerie (en passant par les terminaux intermédiaires) jusqu'à sa livraison aux stations de distribution correspondent à la phase I; la réduction des émissions provenant du ravitaillement des véhicules en essence aux postes de distribution correspond à la phase II (voir par. 33 de l'annexe III sur les mesures de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant des véhicules routiers à moteur).

40. Les mesures de réduction de la phase I consistent à équilibrer les circuits de vapeurs et à collecter les vapeurs lors du chargement de l'essence, puis à les récupérer dans des dispositifs appropriés. D'autre

the discharge of petrol from trucks can be returned and recovered in vapour recovery units.

41. Stage II control consists of vapour balancing between the vehicle fuel tank and the service station's underground storage tank.

42. Stage II together with Stage I is the best available technology for reducing evaporative emissions during petrol distribution. A complementary means of reducing VOC emissions from fuel storage and handling is to reduce fuel volatility.

43. The overall reduction potential in the petroleum industry sector is up to 80%. This maximum could be reached only where the current level of emissions control is low.

Table 4. VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the organic chemical industry

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
Fugitive emissions	Leak detection and repair programma - regular inspection	III	Low costs
Storage and handling	- See table 3 -		
Process emissions	General measures: - carbon adsorption	I-II	n.a.
	- incineration: - thermal	I-II	Medium to high costs
	- catalytic	I-II	n.a.
	- absorption		n.a.
	- biofiltration	n.a.	n.a.
	- flaring		

part, les vapeurs d'essence recueillies dans les stations de distribution lors du déchargement des camions-citernes peuvent être renvoyées et récupérées dans des dispositifs appropriés.

41. La phase II consiste à équilibrer les circuits de vapeurs entre le réservoir de carburant du véhicule et la citerne enterrée de la station de distribution.

42. La combinaison du stade II et du stade I constitue la meilleure technologie disponible pour réduire les émissions par évaporation dans la distribution d'essence. Un moyen complémentaire de réduire les émissions de COV provenant des installations de stockage et de manutention des carburants consiste à abaisser la volatilité de ces derniers.

43. Le potentiel global de réduction dans le secteur de l'industrie du pétrole peut atteindre 80%. Ce maximum ne peut être atteint que dans les cas où le niveau actuel de réduction des émissions est faible.

Tableau 4. Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement des dispositifs de réduction et coût dans l'industrie de la chimie organique

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
Emissions dues à des fuites	Programme de détection et de réparation des fuites (inspection régulière) - Voir tableau 3	III	Coût faible
Stockage et manutention	Mesures générales: - adsorption sur charbon	I-II	n.d.
Emissions liées au processus	- incinération: - thermique	I-II	Coût moyen à élevé
	- catalytique	I-II	n.d.
	- absorption		n.d.
	- filtration biologique	n.d.	n.d.
	- brûlage à la torche		

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs and savings
- Formaldehyde production	- incineration: - thermal	I I	High costs
- Polyethylene production	- flaring - catalytic incineration	I I-II	Medium costs
- Polystyrene production	- thermal incineration - flaring Process modifications (examples):	I	Medium costs
- Vinyl chloride production	- substitution of air by oxygen in the oxychlorination step - flaring	II I	n.a.
- Polyvinylchloride production	- slurry stripping of monomer - Nitro-2-methyl-1-propanol-1 absorption	II I	Medium costs n.a. Savings
- Polypropylene production	- high yield catalyst	I	n.a.
- Ethylene oxide production	- substitution of air by oxygen	I	n.a.

n.a. Not available

C. Organic chemical industry

44. The chemical industry also makes a considerable contribution to VOC emissions from stationary sources. The emissions are of different characters with a wide range of pollutants, because of the variety of products and production processes. Process emissions can be divided into the following major subcategories: reactor-process emissions, air-oxidation emissions and distillation, and other separation processes. Other significant emission sources are from leaks, storage and product transfer (loading/unloading).

45. For new plants, process modifications and/or new processes often reduce emissions considerably. So-called "add-on" or "end-of-pipe" techniques such as adsorption, absorption, thermal and catalytic incineration in many cases represent alternative or complemen-

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions et économies
- Production de formaldéhyde	- incinération: - thermique - catalytique	I I	Coût élevé
- Production de polyéthylène	- brûlage à la torche - incinération catalytique	I I-II	Coût moyen
- Production de polystyrène	- incinération thermique - brûlage à la torche	I	Coût moyen
- Production de chlorure de vinyle	Modification des procédés (exemples): - remplacement de l'air par l'oxygène pour l'oxychloration - brûlage à la torche	II I	n.d. Coût moyen
- Production de chlorure de polyvinyle	rétention en suspension du monomère - absorption par nitro-2-méthyl-1-propanol-1	II I	n.d. Economies
- Production de polypropylène	- catalyseur à haut rendement	I	n.d.
- Production d'oxyde d'éthylène	- remplacement de l'air par de l'oxygène	I	n.d.

n.d.: Non disponible

C. Industrie de la chimie organique

44. L'industrie chimique contribue aussi pour beaucoup aux émissions de COV provenant de sources fixes. Ces émissions, de différente nature, sont constituées de polluants très variés en raison de la diversité des produits et des procédés de fabrication. Les émissions résultant des processus se répartissent entre les sous-catégories principales suivantes: émissions dues au procédé de réaction, émissions dues à l'oxydation à l'air et à la distillation, émissions provenant d'autres procédés de séparation. Les autres sources d'émission notables sont les fuites, et les opérations de stockage et de transfert de produits (chargement/déchargement).

45. Dans les installations neuves, la modification des procédés et/ou l'emploi de nouveaux peuvent souvent abaisser considérablement les émissions. Les techniques dites « additionnelles » ou « en fin de circuit » telles que l'adsorption, l'absorption et l'incinération

tary technologies. To reduce evaporation losses from storage tanks and emissions from loading and unloading facilities, the control measures recommended for the petroleum industry (table 3) can be applied. Control measures including best available technologies and their process-related reduction efficiencies are given in table 4.

46. The feasible overall reduction potential in the organic chemical industry is up to 70%, depending on the industry mix and the extent to which control technologies and practices are in place.

D. *Stationary combustion*

47. Optimal VOC-emission reduction from stationary combustion depends on the efficient use of fuel at the national level (table 5). It is also important to ensure the effective combustion of fuel by the use of good operational procedures, efficient combustion appliances and advanced combustion-management systems.

48. For small systems in particular, there is still a considerable reduction potential, especially in the burning of solid fuels. VOC reduction in general is achievable by the replacement of old stoves/boilers and/or fuel-switching to gas. The replacement of single room stoves by central heating systems and/or the replacement of individual heating systems in general reduces pollution; however, overall energy efficiency has to be taken into account. Fuel-switching to gas is a very effective control measure, provided the distribution system is leakproof.

49. For most countries, the VOC-reduction potential for power plants is negligible. On account of the uncertain replacement/fuel-switch involved, no figures can be given regarding the overall reduction potential and the related costs.

thermique ou catalytique représentent dans bien des cas des technologies alternatives ou complémentaires. Pour réduire les pertes par évaporation à partir des réservoirs de stockage et les émissions des installations de chargement et de déchargement, on peut appliquer les mesures recommandées pour l'industrie pétrolière (tableau 3). Le tableau 4 énumère les mesures antiémissions, y compris les meilleures technologies disponibles, ainsi que les rendements des dispositifs de réduction liés aux processus.

46. Dans l'industrie de la chimie organique, le potentiel global de réduction réalisable peut atteindre 70% suivant le secteur industriel et la mesure dans laquelle les techniques et pratiques de réduction sont appliquées.

D. Sources de combustion fixes

47. Pour réduire de façon optimale les émissions de COV provenant de sources de combustion fixes, il faut que le combustible soit utilisé rationnellement au niveau national (tableau 5). Il importe aussi d'assurer une combustion efficace du combustible par l'emploi de méthodes d'exploitation judicieuses, d'appareils de combustion à rendement élevé et de systèmes perfectionnés de régulation de la combustion.

48. Pour les petits foyers en particulier, il est encore possible de réduire considérablement les émissions, surtout lors de la combustion de combustibles solides. En général, on peut réduire les émissions de COV en procédant au remplacement des fours anciens et des chaudières anciennes et/ou en remplaçant le combustible utilisé par le gaz. Le remplacement de poêles chauffant une seule pièce par des systèmes de chauffage central et/ou le remplacement de systèmes de chauffage individuel réduisent en général la pollution; il faut cependant prendre en compte le rendement énergétique global. La conversion au gaz est une mesure très efficace pour réduire les émissions, à condition que le système de distribution soit étanche.

49. Dans la plupart des pays, le potentiel de réduction des émissions de COV dans les centrales électriques est négligeable. Faute de savoir avec certitude comment les matériels et les combustibles seront remplacés, il n'est pas possible de donner des chiffres concernant le potentiel global de réduction des émissions et les coûts correspondants.

Table 5. VOC-emission control measures for stationary combustion sources

Source of emission	Emission control measures
Small-scale combustion sources	Energy savings, e.g. insulation Regular inspection Replacement of old furnaces Natural gas and fuel oil instead of solid fuels Central heating system District heating system
Industrial and commercial sources	Energy savings Better maintenance Fuel-type modification Change of furnace and load Change of burning conditions
Stationary internal combustion sources	Catalytic converters Thermal reactors

E. Food industry

50. The food industry sector covers a wide range of VOC-emitting processes from large and small plants (table 6). The major sources of VOC emissions are:

- a) Production of alcoholic beverages;
- b) Baking;
- c) Vegetable oil extraction using mineral oils;
- d) Animal rendering.

Alcohol is the principal VOC from (a) and (b). Aliphatic hydrocarbons are the principal VOC from (c).

51. Other potential sources include:

- a) Sugar industry and sugar use;
- b) Coffee and nut roasting;
- c) Frying (chipped potatoes, crisps, etc.);
- d) Fish meal processing;
- e) Preparation of cooked meats, etc.

52. VOC emissions are typically odorous, of low concentration with high volume flow and water content. For this reason, the use of biofilters has been used as an abatement technique. Conventional techniques such as absorption, adsorption, thermal and catalytic incineration have also been used. The principal advantage of biofilters is their low operational cost compared with other techniques. Nevertheless, periodic maintenance is required.

Tableau 5. Mesures de réduction des émissions de COV pour les sources de combustion fixes

Source d'émission	Mesures antiémissions
Installations de combustion peu importantes	Economies d'énergie (par isolation, par exemple) Inspections périodiques Remplacement des chaudières anciennes Remplacement des combustibles solides par le gaz naturel et le fioul Système de chauffage central Réseau de chauffage urbain
Sources industrielles et commerciales	Economies d'énergie Amélioration de l'entretien Modification du type de combustible Modification des foyers et des charges Modification des conditions de combustion
Sources fixes à combustion interne	Convertisseurs catalytiques Réacteurs thermiques

E. Industrie alimentaire

50. L'industrie alimentaire utilise une large gamme de procédés émettant des COV dans des installations petites et grandes (tableau 6). Les principales sources d'émissions de COV sont les suivantes:

- a) Production de boissons alcoolisées;
- b) Boulangerie;
- c) Extraction d'huiles végétales au moyen d'huiles minérales;
- d) Extraction de graisses animales.

L'alcool est le principal COV émis par a) et b). Les hydrocarbures aliphatiques sont les principaux COV émis par c).

51. Il existe d'autres sources potentielles:

- a) Industrie sucrière et utilisation du sucre;
- b) Torréfaction du café et des fruits à coque;
- c) Friture (pommes de terre frites, chips, etc.);
- d) Préparation de farine de poisson;
- e) Préparation de plats cuisinés, etc.

52. Les émissions de COV sont habituellement odorantes, de faible concentration avec un débit volumique et une teneur en eau élevés. C'est pourquoi les biofiltres ont été utilisés comme technique de réduction des émissions. Mais on a aussi eu recours à des techniques classiques telles que l'absorption, l'adsorption, l'incinération thermique et l'incinération catalytique. Le principal avantage des biofiltres est leur faible coût d'exploitation par rapport à d'autres techniques. Néanmoins, un entretien périodique est nécessaire.

53. It may be feasible for larger fermentation plants and bakeries to recover alcohol by condensation.

54. Aliphatic hydrocarbon emissions from oil extraction are minimized by using closed cycles and good housekeeping to prevent losses from valves and seals, etc. Different oil seeds require different volumes of mineral oil for extraction. Olive oil can be extracted mechanically, in which case no mineral oil is necessary.

55. The technology feasible overall reduction potential in the food industry is estimated to be up to 35%.

Tabel 6. VOC-emission control measures, reduction efficiency and costs for the food industry

Source of emission	Emission control measures	Reduction efficiency	Abatement costs
In general	Closed cycles		
	Bio-oxidation	II	Low*
	Condensation and treatment	I	High
	Adsorption/absorption		
Vegetable-oil processing	Thermal/catalytic incineration		
	Process-integrated measures	III	Low
	Adsorption		
	Membrane technique		
Animal rendering	Incineration in process furnace		
	Biofiltration	II	Low*

* Owing to the fact that these processes are usually applies to gases with low VOC concentrations, the costs per cubic metre of gas are low, although VOC abatement per tonne is high.

F. Iron and steel industry (including ferro-alloys, casting etc.)

56. In the iron and steel industry, VOC emissions may be from a variety of sources:

a) Processing of input materials (cokeres, agglomeration plants: sintering, pelletizing, briquetting; scrap-handling);

b) Metallurgical reactors (submerged arc furnaces; electric arc furnaces; converters, especially if using scrap; (open) cupolas; blast furnaces);

53. Dans les grandes installations de fermentation et les boulangeries industrielles, on peut récupérer l'alcool par condensation.

54. Les émissions d'hydrocarbures aliphatiques résultant de l'extraction d'huiles sont réduites au minimum par l'emploi de cycles fermés et une bonne gestion des installations afin d'éviter les fuites de vannes et de joints, etc. L'extraction de l'huile des graines oléagineuses nécessite des quantités très variables d'huile minérale. L'huile d'olive peut être extraite mécaniquement, ce qui n'exige pas d'huile minérale.

55. On estime que le potentiel global de réduction technologiquement réalisable dans l'industrie alimentaire peut atteindre 35%.

Tableau 6. Mesures de lutte contre les émissions de COV, rendement de la réduction et coûts pour l'industrie alimentaire

Source d'émission	Mesures antiémissions	Rendement des dispositifs de réduction	Coût de la réduction des émissions
En général	Cycles fermés		
	Bio-oxydation	II	Bas*
	Condensation et traitement	I	Elevé
	Adsorption/absorption		
	Incinération thermique/catalytique		
Extraction des huiles végétales	Mesures intégrées au processus	III	Bas
	Adsorption		
	Technique membranaire		
	Incinération dans un four de processus		
Fonte des graisses animales	Biofiltration	II	Bas*

* Ces procédés étant habituellement appliqués à des gaz à faible concentration de COV, les coûts par mètre cube de gaz traité sont bas, bien que le coût de la réduction par tonne de COV soit élevé.

F. Sidérurgie (y compris les ferro-alliages, le moulage, etc.)

56. Dans la sidérurgie, les émissions de COV proviennent de diverses sources:

a) Traitement des matières premières (cokéfaction; production d'agglomérés: frittage, bouletage et briquetage; utilisation de ferraille);

b) Réacteurs métallurgiques (fours à arc submergé; fours à arc électrique; convertisseurs, surtout si l'on utilise de la ferraille; cubilots (ouverts); hauts fourneaux;

c) Product handling (casting; reheating furnaces; and rolling mills).

57. Reducing the carbon carrier in raw materials (e.g. on sintering belts) reduces the potential of VOC emissions.

58. In the case of open metallurgical reactors, VOC emissions may occur especially from contaminated scrap and under pyrolytic conditions. Special attention has to be paid to the collection of gases from charging and tapping operations, in order to minimize fugitive VOC emissions.

59. Special attention has to be paid to scrap which is contaminated by oil, grease, paint, etc., and to the separation of fluff (non-metallic parts) from metallic scrap.

60. The processing of products usually entails fugitive emissions. In the case of casting, emissions of pyrolysis gases occur, chiefly from organically bonded sands. These emissions can be reduced by choosing low-emission bonding resins and/or minimizing the quantity of binders. Biofilters have been tested on such flue gases. Oil mist in the air from rolling mills can be reduced to low levels by filtration.

61. Coking plants are an important VOC emission source. Emissions arise from: coke oven gas leakage, the loss of VOCs normally diverted to an associated distillation plant, and from the combustion of coke oven gas and other fuel. VOC emissions are reduced mainly by the following measures: improved sealing between oven doors and frames and between charging holes and covers; maintaining suction from ovens even during charging; dry quenching either by direct cooling with inert gases or by indirect cooling with water; pushing directly into the dry quenching unit; and efficient hooding during pushing operations.

G. Handling and treatment of waste

62. Concerning municipal solid waste control, the primary objectives are to reduce the amount of waste produced and to reduce the amount to be treated. In addition, the waste treatment should be optimized from an environmental point of view.

63. If landfill processes are used, VOC-emission control measures for the treatment of municipal waste should be linked to an efficient collection of the gases (mostly methane).

c) Manutention de produits (moulage; fours à réchauffer; laminoirs).

57. En diminuant la teneur en carbone des matières premières (par exemple sur les bandes d'agglomération), on réduit le potentiel d'émission de COV.

58. Dans le cas de réacteurs métallurgiques ouverts, des émissions de COV peuvent se produire, surtout si l'on utilise de la ferraille contaminée et dans des conditions de pyrolyse. Il faut accorder une attention particulière à la collecte des gaz provenant des opérations de chargement et de coulée afin de réduire au minimum les émissions de COV dues à des fuites.

59. Il faut particulièrement faire attention à la ferraille contaminée par des huiles, des graisses, des peintures, etc., et à la séparation des poussières (parties non métalliques) et de la partie métallique.

60. Le traitement des produits provoque ordinairement des émissions dues à des fuites. Dans le cas du moulage, des émissions de gaz de pyrolyse se produisent, surtout à partir des sables agglomérés par un liant organique. On peut diminuer ces émissions en choisissant des résines de liaison à faible pouvoir émissif et/ou en réduisant le plus possible le quantité de liants. Des biofiltres ont été essayés sur ces gaz de pyrolyse. La filtration permet de ramener à de faibles niveaux les brouillards d'huile dans l'air des laminoirs.

61. Les cokeries sont une source importante d'émissions de COV. Les émissions proviennent des causes suivantes: fuite de gaz des fours à coke, pertes de COV qui seraient normalement dirigés sur une installation de distillation associée, ainsi que de la combustion des gaz de four à coke et d'autres combustibles. Les principales mesures de réduction des émissions de COV sont les suivantes: meilleure étanchéité entre les portes et les cadres des fours et entre les bouches et les tampons d'enfournement; maintien de l'aspiration des fours même pendant le chargement; extinction à sec, soit par refroidissement direct avec des gaz inertes soit par refroidissement indirect à l'eau; défournement direct dans la tour d'extinction à sec et utilisation de hottes efficaces pendant les opérations de défournement.

G. Manutention et traitement des déchets

62. En ce qui concerne la maîtrise des ordures ménagères, les principaux objectifs consistent à réduire la quantité de déchets produits et le volume à traiter. En outre, le traitement des déchets doit être optimisé du point de vue écologique.

63. Si l'on a recours à des décharges, les mesures de lutte contre les émissions de COV lors du traitement des ordures ménagères doivent être associées à une collecte efficace des gaz (surtout du méthane).

64. These emissions can be destroyed (incineration). Another option is the purification of the gas (bio-oxidation, absorption, activated carbon, adsorption) leading to use of the gas for energy production.

65. The landfill of industrial waste containing VOCs leads to VOC emissions. This point has to be taken into account in the definition of waste-management policies.

66. The overall reduction potential is estimated to be 30%, though this figure includes methane.

H. *Agriculture*

67. The principal sources of VOC emissions from agriculture are:

- a) Burning of agricultural waste, particularly straw and stubble;
- b) Use of organic solvents in pesticide formulations;
- c) Anaerobic degradation of animal feeds and wastes.

68. VOC emissions are reduced by:

- a) Controlled disposal of straw as opposed to the common practice of open field burning;
- b) Minimal use of pesticides with high organic solvent contents, and/or the use of emulsions and waterbased formulations;
- c) Composting of waste, combining manure with straw, etc;
- d) Abatement of exhaust gases from animal houses, manure drying plant, etc., by use of biofilters, adsorption, etc.

69. In addition, alterations of feed reduce emissions of gas from animals, and the recovery of gases for use as fuel is a possibility.

70. It is not currently possible to estimate the reduction potential of VOC emissions from agriculture.

V. PRODUCTS

71. In circumstances in which abatement by control techniques is not appropriate, the sole means of reducing VOC emissions is by altering the composition of products used. The main sectors and products concerned are: adhesives used in households, light industry, shops and offices; paints for use in households; household cleaning and personal care products; office products such as correcting fluids

64. Ces émissions peuvent être détruites (incinération). Une autre solution consiste à épurer les gaz (oxydation biologique, absorption, charbon actif, adsorption), ceux-ci pouvant être ensuite utilisés pour produire de l'énergie.

65. Les décharges de déchets industriels contenant des COV produisent des émissions de COV. Il faut en tenir compte en élaborant les politiques de gestion des déchets.

66. Le potentiel global de réduction est estimé à 30%, mais ce chiffre comprend le méthane.

H. Agriculture

67. Les principales sources d'émissions de COV du secteur agricole sont:

a) Le brûlage des déchets agricoles, surtout de la paille et du chaume;

b) L'emploi de solvants organiques dans les préparations de pesticides;

c) La dégradation anaérobie des aliments du bétail et des déchets animaux.

68. Les moyens de réduction des émissions de COV sont:

a) L'élimination contrôlée de la paille, remplaçant la pratique courante du brûlage à l'air libre;

b) Une utilisation aussi faible que possible de pesticides à haute teneur en solvants organiques, et/ou l'utilisation d'émulsions et de préparations en phase aqueuse;

c) Le compostage des déchets, le mélange paille-fumier, etc.;

d) La réduction des gaz provenant des locaux réservés aux animaux, des installations de séchage du fumier, etc., au moyen de biofiltres, par adsorption, etc.

69. En outre, les modifications apportées à la composition des aliments permettent de réduire les émissions de gaz par les animaux, et il est possible de récupérer ces gaz pour les utiliser comme combustible.

70. On ne peut pas actuellement évaluer les possibilités de réduction des émissions de COV provenant de l'agriculture.

V. PRODUITS

71. Lorsque la réduction des émissions de COV par des techniques spécifiques n'est pas possible, le seul moyen de réduire ces émissions est de modifier la composition des produits utilisés. Les principaux secteurs et produits concernés sont les suivants: adhésifs utilisés dans les ménages, l'industrie légère, les ateliers et les bureaux; peintures à usage domestique; produits pour le ménage et pour la toilette;

and car maintenance products. In any other situation in which products like those mentioned above are used (e.g. painting, light industry), alterations in product composition are highly preferable.

72. Measures aimed at reducing VOC emissions from such products are:

- a) Product substitution;
- b) Product reformulation;
- c) Altering the packaging of products, especially for reformulated products.

73. Instruments designed to influence market choice include:

- a) Labelling to ensure that consumers are well informed of the VOC content;
- b) Active encouragement of low-VOC-content products (e.g. the "Blue Angel" scheme);
- c) Fiscal incentives linked to VOC content.

74. The efficiency of these measures depends on the VOC content of the products involved and the availability and acceptability of alternatives. Reformulation should be checked to ensure that products do not create problems elsewhere (e.g. increased emissions of chlorofluorocarbons (CFCs).

75. VOC-containing products are used for industrial as well as domestic purposes. In either case the use of low-solvent alternatives may entail changes in application equipment and in work practices.

76. Paints commonly used for industrial and domestic purposes have an average solvent content of about 25 to 60%. For most applications, low-solvent or solvent-free alternatives are available or under development:

	VOC content in product
a) Paint for use in the light industry:	
Powder Paint	0%
Waterborne paint	10%
Low-solvent paint	15%
b) Paint for domestic use:	
Waterborne paint	10%
Low-solvent paint	15%

Switching over to alternative paints is expected to result in an overall VOC-emission reduction of about 45 to 60%.

produits de bureau tels que correcteurs liquides, et produits d'entretien pour automobiles. Dans tous les autres cas où l'on utilise des produits comme ceux qui viennent d'être mentionnés (par exemple, peinture, industrie légère), il est de loin préférable de modifier la composition des produits.

72. Les mesures visant à réduire les émissions de COV de ce genre de produits sont les suivantes :

- a) Remplacement du produit;
- b) Reformulation du produit;
- c) Modification du conditionnement des produits, surtout pour les produits reformulés.

73. Les instruments destinés à influencer le choix du marché sont notamment les suivants :

- a) Etiquetage, pour faire en sorte que les consommateurs soient bien informés de la teneur en COV;
- b) Encouragement actif à l'utilisation de produits à faible teneur en COV (par exemple, le système «Ange Bleu»);
- c) Incitations fiscales liées à la teneur en COV.

74. L'efficacité de ces mesures dépend de la teneur en COV des produits considérés ainsi que de l'existence et de l'acceptabilité de solutions de remplacement. Avant de reformuler des produits, il faut vérifier que les nouveaux produits ne créent pas de problèmes ailleurs (par exemple, émissions accrues de chlorofluorocarbones (CFC).

75. Les produits contenant des COV sont utilisés à des fins industrielles aussi bien que domestiques. Dans chaque cas, l'emploi de produits de remplacement à faible teneur en solvant peut imposer de modifier le matériel d'application et les méthodes de travail.

76. Les peintures couramment utilisées à des fins industrielles et domestiques ont une teneur moyenne en solvant d'environ 25 à 60%. Pour la plupart des usages, des produits de remplacement à teneur faible ou nulle en solvant existent ou sont en cours de développement :

	Teneur du produit en COV
a) Peinture destinée à être utilisée dans l'industrie légère:	
Peinture en poudre	0%
Peinture à l'eau	10%
Peinture à faible teneur en solvant	15%
b) Peinture de ménage:	
Peinture à l'eau	10%
Peinture à faible teneur en solvant	15%

L'adoption d'autres types de peinture devrait entraîner une réduction globale des émissions de COV d'environ 45 à 60%.

77. Most adhesive products are used in industry, while domestic uses account for less than 10%. About 25% of the adhesives in use contain VOC solvents. For these adhesives, the solvent content varies widely and may constitute half the weight of the product. For several application areas, low-solvent/solvent-free alternatives are available. This source category therefore offers a high reduction potential.

78. Ink is mainly used for industrial printing processes, with solvent contents differing widely, up to 95%. For most printing processes, low-solvent inks are available or under development in particular for printing on paper (see para. 28).

79. About 40 to 60% of VOC emissions from consumer products (including office products and those used in car maintenance) are from aerosols. There are three basic ways of reducing VOC emissions from consumer products:

- a) Substitution of propellants and the use of mechanical pumps;
- b) Reformulation;
- c) Change of packaging.

80. The potential reduction of VOC emissions from consumer products is estimated to be 50%.

Annex III

Control measures for emissions of Volatile Organic Compounds (VOCs) from On-road motor Vehicles

INTRODUCTION

1. This annex is based on information on emission control performance and costs contained in official documentation of the Executive body and its subsidiary bodies; in the report on Volatile Organic Compounds from On-road Vehicles; Sources and Control Options, prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds; in documentation of the Inland Transport Committee of the Economic Commission for Europe (ECE) and its subsidiary bodies (in particular, documents TRANS/SC1/WP. 29/R.242, 486 and 506); and on supplementary information provided by governmentally designated experts.

77. La plupart des produits adhésifs sont utilisés dans l'industrie, tandis que les usages domestiques représentent moins de 10%. Environ 25% des adhésifs utilisés contiennent des solvants renfermant des COV. La teneur en solvant de ces adhésifs est très variable et peut atteindre la moitié du poids du produit. Dans plusieurs domaines d'application, il existe des produits de remplacement contenant peu ou pas du tout de solvant. Cette catégorie de source offre donc un potentiel de réduction élevé.

78. L'encre est principalement utilisée dans les procédés d'impression industrielle, avec des teneurs en solvant très variables, pouvant aller jusqu'à 95%. Pour la plupart des procédés d'impression, des encres à faible teneur en solvant existent ou sont en cours de mise au point, en particulier pour l'impression sur papier (voir par. 28).

79. Environ 40 à 60% des émissions de COV provenant de produits de consommation (y compris les produits de bureau et les produits utilisés pour l'entretien des véhicules automobiles) proviennent d'aérosols. Il y a trois moyens essentiels de réduire les émissions de COV provenant de produits de consommation:

- a) Remplacement des gaz propulseurs et utilisation de pompes mécaniques;
- b) Reformulation;
- c) Modification du conditionnement.

80. Le potentiel de réduction des émissions de COV provenant des produits de consommation est évalué à 50%.

Annexe III

Mesures de réduction des émissions de composés organiques volatils (COV) provenant de véhicules routiers à moteur

INTRODUCTION

1. La présente annexe se fonde sur des informations concernant les résultats et les coûts des mesures de réduction des émissions qui figurent dans la documentation officielle de l'Organe exécutif et de ses organes subsidiaires; le rapport intitulé «Les composés organiques volatils provenant de véhicules routiers: sources et options en matière de réduction» établi pour le Groupe de travail des composés organiques volatils; la documentation du Comité des transports intérieurs de la Commission Economique pour l'Europe (CEE) et de ses organes subsidiaires (en particulier les documents TRANS/SCI/WP.29/R.242, 486 et 506); et également sur des renseignements complémentaires communiqués par des experts désignés par les gouvernements.

2. The regular elaboration and amendment of this annex will be necessary in the light of continuously expanding experience with new vehicles incorporating low-emission technology and the development of alternative fuels, as well as with retrofitting and other strategies for existing vehicles. The annex cannot be an exhaustive statement of technical options; its aim is to provide guidance to Parties in identifying economically feasible technologies for fulfilling their obligations under the Protocol. Until other data become available, this annex concentrates on on-road vehicles only.

I. MAJOR SOURCES OF VOC EMISSIONS FROM MOTOR VEHICLES

3. Sources of VOC emissions from motor vehicles have been divided into:

- a) tailpipe emissions;
- b) evaporative and fuelling emissions; and
- c) crankcase emissions.

4. Road transport (excluding petrol distribution) is a major source of anthropogenic VOC emissions in most ECE countries and contributes between 30 and 45% of total man-made VOC emissions in the ECE region as a whole. By far the largest source of road transport VOC emissions is the petrol-fuelled vehicle which accounts for 90% of total traffic emissions of VOCs (of which 30 to 50% are evaporative emissions). Evaporative and refuelling emissions result primarily from petrol use, and are considered very low in the case of diesel fuels.

II. GENERAL ASPECTS OF CONTROL TECHNOLOGIES FOR VOC EMISSIONS FROM ON-ROAD MOTOR VEHICLES

5. The motor vehicles considered in this annex are passenger cars, light-duty trucks, on-road heavy-duty vehicles, motor cycles and mopeds.

6. While this annex deals with both new and in-use vehicles, it is primarily focused on VOC-emission control for new vehicle types.

2. Il sera nécessaire de compléter et de modifier périodiquement la présente annexe en fonction de l'expérience progressivement acquise avec les véhicules nouveaux équipés de dispositifs à faible taux d'émission et la mise au point de carburants de substitution, ainsi qu'avec l'adaptation des véhicules existants et l'application d'autres stratégies à ces véhicules. Cette annexe ne saurait être un exposé exhaustif de toutes les options techniques; elle a pour but d'aider les Parties à recenser les techniques économiquement réalisables en vue de s'acquitter de leurs obligations découlant du Protocole. Jusqu'à ce que d'autres données soient disponibles, elle porte uniquement sur les véhicules routiers.

I. PRINCIPALES SOURCES D'EMISSIONS DE COV PROVENANT DES VEHICULES ROUTIERS A MOTEUR

3. Les sources d'émissions de COV provenant de véhicules à moteur sont les suivantes:

- a) émissions provenant du tuyau d'échappement;
- b) émissions par évaporation et lors du ravitaillement en carburant;
- c) émissions provenant du carter.

4. Les transports routiers (à l'exclusion de la distribution de l'essence) sont l'une des principales sources d'émissions anthropiques de COV dans la plupart des pays de la CEE, leur apport représentant de 30 à 45% du total des émissions de COV dues à l'activité humaine dans l'ensemble de la région de la CEE. Le véhicule fonctionnant à l'essence est de loin la source la plus importante des émissions de COV provenant des transports routiers; il représente 90% du total des émissions de COV dues à la circulation (dont 30 à 50% sont des émissions par évaporation). Les émissions par évaporation et les émissions lors du ravitaillement en carburant résultent surtout de l'emploi de l'essence et sont tenues pour négligeables dans le cas des carburants diesel.

II. ASPECTS GENERAUX DES TECHNIQUES DE REDUCTION DES EMISSIONS DE COV PROVENANT DES VEHICULES ROUTIERS A MOTEUR

5. Les véhicules à moteur dont il est question dans la présente annexe sont les voitures particulières, les camionnettes, les véhicules routiers lourds, les motocycles et les cyclomoteurs.

6. Bien que la présente annexe traite aussi bien de véhicules neufs que de véhicules en cours d'utilisation, elle est surtout axée sur la réduction des émissions de COV provenant des types de véhicules neufs.

7. This annex also provides guidance on the influence of changes in petrol properties on evaporative VOC emissions. Fuel substitution (e.g. natural gas, liquefied petroleum gas (LPG), methanol) can also provide VOC-emission reductions but this is not considered in this annex.

8. Cost figures for the various technologies given are manufacturing cost estimates rather than retail prices.

9. It is important to ensure that vehicle designs are capable of meeting emission standards in service. This can be done through ensuring conformity of production, full useful-life durability, warranty of emission-control components, and recall of defective vehicles. For in-use vehicles, continued emission-control performance can also be ensured by an effective inspection and maintenance programme, and measures against tampering and misfuelling.

10. Emissions from in-use vehicles can be reduced through programmes such as fuel volatility controls, economic incentives to encourage the accelerated introduction of desirable technology, low-level oxygenated fuel blends, and retrofitting. Fuel volatility control is the single most effective measure that can be taken to reduce VOC emissions from in-use motor vehicles.

11. Technologies that incorporate catalytic converters require the use of unleaded fuel. Unleaded petrol should therefore be generally available.

12. Measures to reduce VOC and other emissions by the management of urban and long-distance traffic, though not elaborated in this annex, are important as an efficient additional approach to reducing VOC emissions. Key measures for traffic management aim at improving the modal split through tactical, structural, financial and restrictive elements.

13. VOC emissions from uncontrolled motor vehicles contain significant levels of toxic compounds, some of which are known carcinogens. The application of VOC reduction technologies (tail-pipe, evaporative, refuelling and crankcase) reduces these toxic emissions in generally the same proportion as the VOC reductions achieved. The level of toxic emissions can also be reduced by

7. La présente annexe fournit aussi des orientations sur la façon dont les modifications des caractéristiques de l'essence influent sur les émissions de COV par évaporation. Le remplacement du carburant (par exemple par du gaz naturel, du gaz de pétrole liquéfié (GPL) ou du méthanol) permet aussi de réduire les émissions de COV, mais cette possibilité n'est pas examinée dans la présente annexe.

8. Les chiffres relatifs au coût des diverses techniques indiquées sont des évaluations du coût de fabrication plutôt que des prix de détail.

9. Il importe de veiller à ce que la conception des véhicules puisse répondre aux normes en vigueur pour les émissions. Cela peut se faire en assurant la conformité de la production, la durabilité pendant toute la période d'utilisation, la garantie des équipements servant à réduire les émissions et le rappel des véhicules défectueux. Pour les véhicules en cours d'utilisation, le maintien des résultats en matière de réduction des émissions peut aussi être assuré par un programme efficace d'inspection et d'entretien et par des mesures visant à empêcher les manipulations frauduleuses et l'emploi de carburants défectueux.

10. Il est possible de réduire les émissions provenant des véhicules en cours d'utilisation grâce à des programmes prévoyant par exemple de réduire l'évaporation des carburants, des incitations économiques en vue d'encourager l'introduction accélérée des techniques souhaitables, l'emploi de carburants faiblement oxygénés (pour les moteurs à mélange riche) et des mesures d'adaptation. La réduction de l'évaporation des carburants est à elle seule la plus efficace des mesures qui puissent être prises pour réduire les émissions de COV provenant des véhicules en cours d'utilisation.

11. Les techniques faisant intervenir des pots catalytiques nécessitent l'emploi de carburant sans plomb. Il faut donc veiller à ce que l'essence sans plomb soit disponible partout.

12. Bien qu'elles ne soient pas examinées en détail dans la présente annexe, les mesures visant à réduire les émissions de COV et autres par l'aménagement de la circulation urbaine ou à longue distance constituent un moyen supplémentaire efficace à cet effet. Les principales mesures d'aménagement de la circulation ont pour but d'améliorer la répartition modale par des dispositions tactiques, structurelles, financières et restrictives.

13. Les émissions de COV provenant de véhicules à moteur n'ayant fait l'objet d'aucune mesure de réduction ont une teneur non négligeable en composés toxiques, dont certains sont notoirement cancérigènes. L'application de techniques de réduction des émissions de COV (émissions à l'échappement, par évaporation, lors du ravitaillement en carburant ou provenant du carter) diminue ces émissions

modifying certain fuel parameters (e.g., reducing benzene levels in petrol).

III. CONTROL TECHNOLOGIES FOR TAILPIPE EMISSIONS

a) *Petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks*

14. The main technologies for controlling VOC emissions are listed in table 1.

15. The basis for comparison in table 1 is technology option B, representing non-catalytic technology designed in response to the requirements of the United States for 1973/1974 or of ECE regulation 15-04 pursuant to the 1958 Agreement concerning the Adoption of Uniform Conditions of Approval and Reciprocal Recognition of Approval for Motor Vehicles Equipment and Parts. The table also presents achievable emission levels for open- and closed-loop catalytic control as well as their cost implications.

16. The "uncontrolled" level (A) in table 1 refers to the 1970 situation in the ECE region, but may still prevail in certain areas.

17. The emission level in table 1 reflects emissions measured using standard test procedures. Emissions from vehicles on the road may differ significantly because of the effect, *inter alia*, of ambient temperature, operating conditions, fuel properties, and maintenance. However, the reduction potential indicated in table 1 is considered representative of reductions achievable in use.

18. The best currently available technology is option D. This technology achieves large reductions of VOC, CO and NO_x emissions.

19. In response to regulatory programmes for further VOC emission reductions (e.g. in Canada and the United States), advanced closed-loop three-way catalytic converters are being developed (option E). These improvements will focus on more powerful engine-management controls, improved catalysts, on-board diagnostic systems (OBD) and other advances. These systems will become best available technology by the mid-1990s.

20. A special category are two-stroke engine cars which are used in parts of Europe; these cars currently have very high VOC emissions.

toxiques en général dans la même proportion que pour les COV. On peut également réduire les émissions toxiques en modifiant certains paramètres du carburant, par exemple en réduisant la teneur en benzène de l'essence.

III. TECHNIQUE DE REDUCTION POUR LES EMISSIONS A L'ECHAPPEMENT

a) *Voitures particulières et camionnettes à moteur à essence*

14. Le tableau 1 énumère les principales techniques de réduction des émissions de COV.

15. La base de comparaison dans le tableau 1 est l'option technique B qui représente une technologie non catalytique conçue pour répondre aux prescriptions adoptées aux Etats-Unis en 1973/1984 ou au règlement 15-04 de la CEE conformément à l'Accord de 1958 concernant l'adoption de conditions uniformes d'homologation et la reconnaissance réciproque de l'homologation des équipements et pièces de véhicules à moteur. Le tableau présente aussi les taux d'émission réalisables avec des pots catalytiques en boucle ouverte ou fermée ainsi que leurs incidences du point de vue du coût.

16. Le taux «sans réduction des émissions» (A) dans le tableau 1 s'applique à la situation en 1970 dans la région de la CEE, mais il se peut qu'il soit encore valable dans certaines zones.

17. Le taux d'émissions du tableau 1 reflète les émissions mesurées selon des méthodes d'épreuve normalisées. Les émissions provenant des véhicules sur la route peuvent être nettement différentes sous l'effet notamment de la température ambiante, des conditions d'exploitation, des caractéristiques du carburant et de l'entretien. Néanmoins, le potentiel de réduction indiqué au tableau 1 est considéré comme représentatif des réductions réalisables.

18. La meilleure technologie actuellement disponible est l'option D, qui permet de réduire considérablement les émissions de COV, de CO et de NO_x.

19. Pour se conformer aux programmes de réglementation prévoyant de nouvelles réductions des émissions de COV (par exemple au Canada et aux Etats-Unis), des pots catalytiques perfectionnés à trois voies et en boucle fermée sont en cours de mise au point (option E). Ces améliorations mettront l'accent sur des systèmes plus performants de gestion du moteur, de meilleurs catalyseurs, des systèmes de diagnostic embarqués et d'autres perfectionnements. Ces systèmes deviendront les meilleures techniques disponibles d'ici le milieu des années 90.

20. Les véhicules équipés d'un moteur à deux temps, qui sont actuellement utilisés dans certaines parties de l'Europe, constituent

Hydrocarbon emissions from two-stroke engines are typically between 45.0 and 75.0 grams per test, according to the European driving cycle. Attempts are under way to apply engine modifications and catalytic after-treatment to this type of engine. Data are needed on the reduction potentials and durability of these solutions. Furthermore, different two-stroke engine designs are currently being developed that have the potential for lower emissions.

Table 1. Tailpipe emission control technologies for petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

	Technology option	Emission level (%)		Cost* (SUS)
		4-stroke	2-stroke	
A.	Uncontrolled situation	400	900	-
B.	Engine modifications (engine design, carburetion and ignition systems, air injection)	100 (1.8 g/km)	-	**
C.	Open-loop catalyst	50	-	150-200
D.	Closed-loop three-way catalyst	10-30	-	250-450***
E.	Advanced closed-loop three-way catalyst	6	-	350-600***

* Additional production-cost estimates per vehicle, relative to technology option B.

** Costs for engine modifications from options A to B are estimated at SUS 40-100.

*** Under technology options D and E, CO and NO_x emissions are also substantially reduced, in addition to VOC reductions. Technology options B and C can also result in some CO and/or NO_x control.

b) Diesel-fuelled passenger cars and trucks

21. Diesel-fuelled passenger cars and light-duty trucks have very low VOC emissions, generally lower than those resulting from closed-loop catalytic control on petrol-fuelled cars. However, their emissions of particulates and NO_x are higher.

22. No ECE country currently has rigorous tailpipe VOC control programmes for heavy-duty diesel-fuelled vehicles, because of their

une catégorie à part; ces véhicules ont actuellement des émissions de COV très élevées. Les émissions d'hydrocarbures des moteurs à deux temps sont généralement comprises entre 45,0 et 73,7 grammes par essai, selon le cycle de conduite européen. On s'efforce actuellement de modifier le moteur et de le doter d'un dispositif à pot catalytique. Il est nécessaire d'obtenir des données sur les potentiels de réduction et la durabilité de ces solutions. De plus, divers types de moteurs à deux temps susceptibles d'avoir de faibles émissions sont actuellement mis au point.

Tableau 1. Techniques de réduction des émissions à l'échappement pour les voitures particulières et les camionnettes à moteur à essence

Option technique	Taux d'émission (%)		Coût (dollars E.-U.)*)
	4 temps	2 temps	
A. Situation sans réduction des émissions	400	900	-
B. Modifications du moteur (conception du moteur, systèmes de carburation et d'allumage, injection d'air)	100 (1.8 g/km)	-	**)
C. Pot catalytique en boucle ouverte	50	-	150-200
D. Pot catalytique à trois voies et boucle fermée	10-30	-	250-450***)
E. Pot catalytique perfectionné à trois voies et en boucle fermée	6	-	350-600***)

*) Estimations du coût de production supplémentaire par véhicule par rapport à l'option technique B.

***) Le coût de modification du moteur pour passer de l'option A à l'option B est estimé à 40-100 dollars E.-U.

***) Avec les options techniques D et E, on peut aussi réduire notablement les émissions de CO et de NO_x (en plus des émissions de COV). Les options B et C peuvent également autoriser une certaine réduction des émissions de CO ou de NO_x.

b) Voitures particulières et camions à moteur diesel

21. Les émissions de COV provenant des voitures particulières et des camionnettes à moteur diesel sont très faibles, généralement inférieures à celles des véhicules fonctionnant à l'essence équipés d'un pot catalytique en boucle fermée. En revanche, les émissions de particules et de NO_x sont plus élevées.

22. Aucun pays de la CEE n'a actuellement de programme strict de réduction des COV provenant de l'échappement des poids lourds à

generally low VOC emission rates. However, many countries have diesel particulate control programmes, and the technology that is employed to control particulates (e.g., combustion chamber and injection system improvements) has the net end result of lowering VOC emissions as well.

23. Tailpipe VOC emission rates from heavy-duty diesel-fuelled vehicles are expected to be reduced by two thirds as the result of a vigorous particulate control programme.

24. VOC species emitted from diesel-fuelled engines are different from those emitted by petrol-fuelled engines.

c) *Motorcycles and mopeds*

25. VOC emission control technologies for motor cycles are summarized in table 2. Current ECE regulations (R.40) can normally be met without requiring reduction technologies. The future standards of Austria and Switzerland may require oxidizing catalytic converters for two-stroke engines in particular.

26. For two-stroke mopeds with small oxidizing catalytic converters, a VOC-emission reduction of 90% is achievable, at additional production costs of SUS 30-50. In Austria and Switzerland, standards requiring this technology are already in force.

Table 2. Tailpipe emission control technologies and performance for motor cycles

Technology option	Emission level (%)		Cost (SUS)*
	2-stroke	4-stroke	
A. Uncontrolled	400 (9.6 g/km)	100 (2 g/km)	-
B. Best non-catalyst	200	60	-
C. Oxidizing catalytic converter, secondary air	30-50	20	50
D. Closed-loop three-way catalytic converter	not applicable	10**	350

* Additional production-cost estimates per vehicle.

** Expected to be available by 1991 for a few specific motor cycle types (prototypes already constructed and tested).

moteur diesel parce que leurs taux d'émission de COV sont généralement bas. Cependant, de nombreux pays ont adopté des programmes de réduction des émissions de particules provenant du carburant diesel et la technique appliquée à cet effet (par exemple l'amélioration de la chambre de combustion ou du système d'injection) a pour résultat final net d'abaisser aussi les émissions de COV.

23. On estime que les taux d'émission de COV provenant de l'échappement des poids lourds à moteur diesel seront réduits des deux tiers si l'on applique un programme énergétique de réduction des émissions de particules.

24. Les COV émis par les moteurs diesel sont différents de ceux provenant des moteurs à essence.

c) *Motocycles et cyclomoteurs*

25. Le tableau 2 récapitule les techniques de réduction des émissions de COV provenant des motocycles. Il est normalement possible de satisfaire aux prescriptions du règlement de la CEE en vigueur (R.40) sans appliquer de techniques de réduction. Les futures normes autrichiennes et suisses nécessiteront peut-être des pots catalytiques oxydants en particulier pour les moteurs à deux temps.

26. Sur les cyclomoteurs à deux temps équipés d'un petit pot catalytique oxydant, il est possible de réduire les émissions de COV de 90% moyennant un coût de production supplémentaire de 30 à 50 dollars E.-U. En Autriche et en Suisse les normes en vigueur exigent déjà l'application de cette technique.

Tableau 2. Techniques de réduction des émissions a l'échappement et résultats obtenus pour les motocycles

Option technique	Taux d'émission (%)		Coût (dollars E.-U.)*)
	2 temps	4 temps	
A. Sans réduction des émissions	400 (9.6 g/km)	100 (2 g/km)	-
B. Meilleur dispositif non catalytique	200	60	-
C. Pot catalytique oxydant, air secondaire	30-50	20	50
D. Pot catalytique à trois voies et en boucle fermée	sans objet	10**)	350

*) Coût de production supplémentaire par véhicule (chiffre estimatif).

***) Prévu dès 1991 pour quelques types déterminés de motocycles (prototypes déjà construits et soumis à des essais).

IV. CONTROL TECHNOLOGIES FOR EVAPORATIVE AND REFUELLING EMISSIONS

27. *Evaporative emissions* consist of fuel vapour emitted from the engine and fuel system. They are divided into: (a) diurnal emissions, which result from the "breathing" of the fuel tank as it is heated and cooled over the course of a day; (b) hot-soak emissions produced by the heat from the engine after it is shut down; (c) running losses from the fuel system while the vehicle is in operation; and (d) resting losses such as from open-bottom canisters (where used) and from some plastic fuel-system materials which are reportedly subject to permeation losses, in which petrol slowly diffuses through the material.

28. The control technology typically used for evaporative emissions from petrol-fuelled vehicles includes a charcoal canister (and associated plumbing) and a purge system to burn the VOCs in a controlled manner in the engine.

29. Experience with existing evaporative-emission control programmes in the United States indicates that evaporative-emission control systems have not provided the degree of control desired, especially during severe ozone-prone days. This is partly because the volatility of in-use petrol is much higher than that of certification-test petrol. It is also due to an inadequate test procedure that resulted in inadequate control technology. The United States evaporative-emission control programme in the 1990s will emphasize reduced-volatility fuels for use in summer and an improved test procedure to encourage advanced evaporative control systems that will result in the in-use control of the four emission sources mentioned in paragraph 27 above. For countries with high volatility petrol, the single most cost-effective measure to reduce VOC emissions is to reduce volatility of in-use petrol.

30. In general, effective evaporative-emission control requires the consideration of: (a) control of petrol volatility, adjusted to climatic conditions; and (b) an appropriate test procedure.

31. A list of control options, reduction potentials and cost estimates is given in table 3, with option B as the best available control technology at present. Option C will soon become best available

IV. TECHNIQUES DE REDUCTION DES EMISSIONS PAR EVAPORATION ET LORS DU RAVITAILLEMENT EN CARBURANT

27. Les émissions par évaporation consistent en vapeur de carburant émise à partir du moteur et du circuit d'alimentation. On distingue les émissions suivantes: a) les émissions diurnes qui résultent de la «respiration» du réservoir de carburant à mesure qu'il est réchauffé et qu'il se refroidit au cours de la journée; b) les émissions par déperdition de la chaleur du moteur après qu'il a été arrêté; c) les fuites provenant du circuit d'alimentation pendant que le véhicule est en marche; et d) les pertes au repos, par exemple à partir de cartouches filtrantes à fond ouvert (le cas échéant) ou de certaines matières plastiques du circuit d'alimentation qui seraient sujettes à des fuites dues à la perméabilité, l'essence traversant lentement le plastique.

28. La technique la plus souvent utilisée pour réduire les émissions par évaporation provenant des véhicules à moteur à essence fait intervenir une cartouche de charbon actif (avec canalisation connexe) et un système de purge pour réaliser la combustion contrôlée des COV dans le moteur.

29. Il ressort de l'expérience acquise aux Etats-Unis avec les programmes en vigueur que les systèmes de réduction des émissions par évaporation n'ont pas donné les résultats escomptés, surtout pendant les journées à forte concentration en ozone. Cela est dû en partie au fait que la volatilité de l'essence généralement utilisée est beaucoup plus élevée que celle du carburant servant aux épreuves d'homologation, et aussi au fait qu'une méthode d'essai inadéquate a abouti à l'utilisation d'une technique de réduction non satisfaisante. Le programme de réduction des émissions par évaporation que les Etats-Unis mettront en oeuvre dans les années 90 insistera sur l'utilisation en été de carburants moins volatils et sur une méthode d'essai améliorée en vue d'encourager des systèmes perfectionnés de réduction des émissions par évaporation qui permettront de réduire en cours d'utilisation les émissions provenant des quatre sources mentionnées plus haut au paragraphe 27. Dans les pays où l'essence disponible est très volatile, la mesure la plus rentable pour réduire les émissions de COV consiste à abaisser la volatilité de l'essence généralement utilisée.

30. En règle générale, toute politique efficace de réduction des émissions par évaporation doit prévoir: a) une réduction de la volatilité de l'essence, adaptée aux conditions climatiques; et b) une méthode d'épreuve appropriée.

31. Le tableau 3 énumère les options en matière de réduction, les potentiels de réduction et les coûts estimatifs, l'option B représentant la meilleure technique de réduction existant actuellement. L'option C

technology and will represent a significant improvement over option B.

32. The fuel economy benefits associated with evaporative-emission controls are estimated at less than 2%. The benefits are due to the higher energy density, and low Reid-vapour-pressure (RVP) of fuel, and to the combustion rather than venting of captured vapours.

33. In principle, emissions that are released during refuelling of vehicles can be recovered by systems installed at petrol stations (Stage II) or by systems on board of vehicles. Controls at petrol stations are a well-established technology, while on-board systems have been demonstrated using several prototypes. The question of in-use safety of on-board vapour recovery systems is presently under study. It may be appropriate to develop safety performance standards in conjunction with on-board vapour recovery systems to assure their safe design. Stage II controls can be implemented more quickly since service stations in a given area can be fitted with these controls. Stage II controls benefit all petrol-fuelled vehicles while on-board systems only benefit new vehicles.

34. While evaporative emissions from motor cycles and moped are at present uncontrolled in the ECE region, the same general control technologies as for petrol-fuelled cars can be applied.

Tabel 3. Evaporative-emission control measures and reduction potentials for petrol-fuelled passenger cars and light-duty trucks

	Technology option	VOC reduction potential (%) ¹⁾	Cost (\$US) ²⁾
A.	Small canister, lenient RVP ³⁾ limits, 1980s US Test Procedure	< 80	20
B.	Small canister, stringent RVP limits, ⁴⁾ 1980s US Test Procedure	80-95	20
C.	Advanced evaporative controls, stringent RVP limits, ⁴⁾ 1990s US Test Procedure ⁵⁾	> 95	33

sera bientôt la meilleure technique disponible et représentera une amélioration considérable par rapport à l'option B.

32. On évalue à moins de 2% les économies de carburant obtenues grâce aux mesures de réduction des émissions par évaporation. Ces économies tiennent à une densité d'énergie plus élevée, à une plus faible pression de vapeur du carburant selon Reid et à la combustion – qui remplace l'évacuation – des vapeurs captées.

33. En principe, les émissions lors du ravitaillement en carburant peuvent être récupérées par des systèmes à la pompe (deuxième phase) ou par des systèmes montés sur le véhicule. Les systèmes de réduction dans les stations de distribution d'essence font appel à une technique déjà bien maîtrisée, tandis que les systèmes embarqués ont fait l'objet d'essais de démonstration sur plusieurs prototypes. La question de la sécurité en cours d'utilisation des systèmes embarqués de récupération de vapeurs est actuellement à l'étude. Il pourrait être opportun de mettre au point des norme fonctionnelles de sécurité en association avec des systèmes embarqués de récupération de vapeurs pour en assurer la sécurité au stade de la conception. Les mesures de réduction de la deuxième phase peuvent être mises en oeuvre plus rapidement puisqu'il est possible d'équiper des systèmes correspondants dans les stations de distribution dans un périmètre donné. Les mesures de réduction de la deuxième phase profitent à tous les véhicules à essence tandis que les systèmes embarqués ne profitent qu'aux nouveaux véhicules.

34. Bien que les émissions par évaporation provenant des motocycles et cyclomoteurs ne fassent encore l'objet d'aucun contrôle dans la région de la CEE, on peut en règle générale appliquer les mêmes techniques de réduction que pour les véhicules à moteur à essence.

Tableau 3. Mesures de réduction des émissions par évaporation et potentiels de réduction pour les voitures particulières et les camionnettes à moteur à essence

Options techniques	Potentiel de réduction des COV (%) ¹⁾	Coût (dollars E.U.) ²⁾
A. Petite cartouche, limites RVP souples ³⁾ , méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 80	< 80	20
B. Petite cartouche, limites RVP strictes ⁴⁾ méthode d'épreuve des Etats-Unies pour les années 80	80-95	20
C. Systèmes perfectionnés de réduction des émissions par évaporation, limites RVP strictes ⁴⁾ , méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 90 ⁵⁾	< 95	33

- 1) Relative to uncontrolled situation.
- 2) Additional production-cost estimates per vehicle.
- 3) Reid vapour pressure.
- 4) Based on United States data, assuming an RVP limit of 62 kPa during warm season at a cost of \$US 0 0038 per litre. Taking account of the fuel economy benefit associated with low RVP petrol, the adjusted cost estimate is \$US 0 0012 per litre.
- 5) United States Test Procedure in the 1990s will be designed for the more effective control of multiple diurnal emissions, running losses, operation under high ambient temperature, hot-soak conditions following extended operation, and resting losses.

Annex IV

Classification of volatile organic compounds (VOCs) based on their photochemical ozone creation potential (POCP)

1. This annex summarizes the information available and identifies the still existing elements to develop in order to guide the work to be carried out. It is based on information regarding hydrocarbons and ozone formation contained in two notes prepared for the Working Group on Volatile Organic Compounds (EB.AIR/WG.4/R.11 and R.13/Rev.1); on the results of further research carried out, in particular in Austria, Canada, Germany, Netherlands, Sweden, the United Kingdom, the United States of America and the EMEP Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W), and on supplementary information provided by governmentally designed experts.

2. The final aim of the POCP approach is to provide guidance on regional and national control policies for volatile organic compounds (VOCs), taking into account the impact of each VOC species as well as sectoral VOC emissions in episodic ozone formation expressed in terms of the photochemical ozone creation potential (POCP), which is defined as the change in photochemical ozone production due to a change in emission of that particular VOC. POCP may be determined by photochemical model calculations or by laboratory experiments. It serves to illustrate different aspects of episodic oxidant formation; e.g. peak ozone or accumulated ozone production during an episode.

3. The POCP concept is being introduced because there is a large variation between the importance of particular VOCs in the production of ozone during episodes. A fundamental feature of the concept is

- 1) Par rapport à la situation sans réduction des émissions.
- 2) Coût de production supplémentaire par véhicule (chiffre estimatif).
- 3) Reid vapeur pressure (pression de vapeur selon Reid).
- 4) D'après les données des Etats-Unis, dans l'hypothèse d'une limite RVP de 62 kPa pendant la saison chaude pour un coût de 0,0038 dollar E.-U. par litre. Si l'on tient compte de l'économie de carburant résultant de l'utilisation d'une essence à faible RVP, le coût estimatif ajusté est de 0,0012 dollar E.-U. par litre.
- 5) La méthode d'épreuve des Etats-Unis pour les années 90 sera conçue en vue d'une réduction plus efficace des émissions diurnes multiples, des fuites pendant la marche du véhicule, des émissions pendant l'exploitation à température ambiante élevée, des émissions par percolation après fonctionnement prolongé, et des fuites au repos.

Annexe IV

Classification des composés organiques volatils (COV) d'après leur potentiel de création d'ozone photochimique (PCOP)

1. La présente annexe résume les informations disponibles et indique les éléments qui restent à élaborer, afin de guider les travaux à réaliser. Elle est fondée sur les renseignements relatifs aux hydrocarbures et à la formation de l'ozone qui figurent dans deux notes rédigées pour le Groupe de travail des composés organiques volatils (EB.AIR/WG.4/R.11 et R.13/Rev.1), sur les résultats d'autres recherches menées en particulier en Allemagne, en Autriche, au Canada, aux Etats-Unis d'Amérique, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, en Suède, et au Centre de synthèse météorologique-Ouest de l'EMEP (SCM-O) et sur des renseignements supplémentaires fournis par des experts désignés par les gouvernements.

2. La finalité de l'approche du PCOP est de constituer un guide pour les politiques régionales et nationales de lutte contre les composés organiques volatils (COV) en tenant compte de l'impact de chaque espèce de COV ainsi que des émissions de COV par secteurs dans la formation des épisodes d'ozone; cette contribution est exprimée sous la forme d'un potentiel de création d'ozone photochimique (PCOP), lequel est défini comme suit: modification de la production d'ozone photochimique par suite d'une modification de l'émission d'un COV particulier. Le PCOP peut être déterminé par des calculs sur modèle ou par des expériences de laboratoire. Il sert à illustrer différents aspects de la formation d'oxydants lors des épisodes, par exemple les pics d'ozone ou la production cumulative d'ozone pendant un épisode.

3. La notion de PCOP est présentée ici parce qu'il existe de grandes différences en ce qui concerne la contribution respective des différents COV dans la production d'épisodes d'ozone. Cette notion comporte

that, in the presence of sunlight and NO_x , each VOC produces ozone in a similar way despite large variations in the circumstances under which ozone is produced.

4. Different photochemical model calculations indicate that substantial reduction of VOCs and NO_x emissions are necessary (order of magnitude above 50% in order to achieve significant ozone reduction). Moreover the maximum concentrations of ozone near the ground are reduced in a less than proportional way when VOC emissions are reduced. This effect is shown in principle by theoretical scenario calculation. When all species are reduced by the same proportion, maximum ozone values (above 75 ppb hourly average) in Europe are reduced depending on the existing ozone level by only 10–15% if the mass of non-methane man-made VOC emissions is reduced by 50%. By contrast, if emissions of the most important (in terms of POCP and mass values or reactivity) non-methane man-made VOC species were reduced by 50% (by mass), the calculated result is a 20–30% reduction of peak episodic ozone concentration. This confirms the merits of a POCP approach to determine priorities for VOC emission control and clearly shows that VOCs may at least be divided into large categories, according to their importance in episodic ozone formation.

5. POCP values and reactivity scales have been calculated as estimates, each based on a particular scenario (e.g. emission increases and decreases, air mass trajectories) and targeted towards a particular objective (e.g. peak ozone concentration, integrated ozone, average ozone). POCP values and reactivity scales are dependent on chemical mechanisms. Clearly there are differences between the different estimates of POCPs, which in some cases can span more than a factor of four. The POCP numbers are not constant but vary in space and time. To give an example: the calculated POCP of ortho-xylene in the so-called "France-Sweden" trajectory has a value of 41 on the first day and of 97 on the fifth day of the travelling time. According to calculations of the Meteorological Synthesizing Centre-West (MSC-W) of EMEP, the POCP of ortho-xylene for O_3 over 60 ppb, varies between 54 and 112 (5 to 50 95 percentiles) for the grids of the EMEP area. The variation of the POCP in time and space is not only caused by the VOC composition of the air parcel due to man-made emissions but is also a result of meteorological variations. The fact is that any reactive VOC can contribute to the episodic formation of photochemical oxidants to a higher or lower extent, depending on the concentrations of NO_x and VOC and meteorological parameters. Hydrocarbons with very low reactivity, like methane, methanol, ethane and some chlorinated hydrocarbons contribute in a negligible

un élément fondamental, à savoir que, en présence de la lumière solaire et de NO_x , chaque COV produit de l'ozone d'une manière semblable bien que les circonstances dans lesquelles l'ozone est produit soient très variables.

4. Différents calculs sur modèles photochimiques indiquent qu'il faut réduire très fortement les émissions de COV et de NO_x (dans des proportions supérieures à 50%) pour pouvoir réduire sensiblement la formation d'ozone. En outre, quand on diminue les émissions de COV, les concentrations maximales d'ozone près du sol sont réduites dans une mesure moins que proportionnelle. Le principe de cet effet est indiqué par des calculs théoriques de scénarios. Quand toutes les espèces sont réduites dans la même proportion, les valeurs maximales de l'ozone (plus de 75 ppb par heure en moyenne) en Europe ne sont réduites que de 10 à 15%, selon le niveau d'ozone existant, si la quantité globale des émissions anthropiques de COV autres que le méthane est réduite de 50%. Or, si l'on diminuait de 50% (en valeur massique) les émissions anthropiques des espèces de COV, autres que le méthane, les plus importantes (en termes de PCOP et de valeur massique ou de réactivité), les calculs feraient apparaître une diminution de 20 à 30% des pics d'ozone des épisodes. Ce résultat confirme les avantages de la méthode du PCOP établir un ordre de priorité dans la lutte contre les émissions de COV et montre clairement que les COV peuvent tout au moins être répartis en grandes catégories selon leur importance dans la formation des épisodes d'ozone.

5. Les valeurs du PCOP et les échelles de réactivité ont été calculées sous forme d'estimations, chaque estimation étant fondée sur un scénario particulier (par exemple augmentations et diminutions des émissions, trajectoires des masses d'air) et orientée vers un objectif précis (par exemple pic d'ozone, ozone intégré, ozone moyen). Les valeurs du PCOP et les échelles de réactivité sont fonction de processus chimiques. Il y a manifestement des différences entre les estimations des PCOP, qui peuvent dans certains cas dépasser 400%. Les chiffres des PCOP ne sont pas constants, mais varient dans l'espace et le temps. C'est ainsi que pour le PCOP de l'orthoxylène dans ce que l'on appelle la trajectoire «France-Suède», les calculs donnent une valeur de 41 le premier jour et de 97 le cinquième jour du temps de parcours. Selon les calculs du Centre de synthèse météorologique-Ouest de l'EMEP, le PCOP de l'orthoxylène pour une concentration d'ozone supérieure à 60 ppb varie entre 54 et 112 (5 à 95 percentiles) pour les mailles du quadrillage EMEP. La variation du PCOP dans le temps et l'espace ne tient pas seulement aux émissions anthropiques de COV qui composent le volume d'air, mais découle également des variations météorologiques. De fait, tout COV réactif peut contribuer à la formation épisodique d'oxydants photochimiques dans des proportions plus ou moins importantes, en fonction des concentrations en oxydes d'azote et en COV et aussi en fonction de

manner to this process. There are also differences as a result of meteorological variations between particular days and over Europe as a whole. POCP values are implicitly dependent on how emission inventories are calculated. Currently there is no consistent method or information available across Europe. Clearly, further work has to be done on the POCP approach.

6. Natural isoprene emissions from deciduous trees, together with nitrogen oxides (NO_x) mainly from man-made sources, can make a significant contribution to ozone formation in warm summer weather in areas with a large coverage of deciduous trees.

7. In table 1, VOC species are grouped according to their importance in the production of episodic peak ozone concentrations. Three groups have been selected. Importance in table 1 is expressed on the basis of VOC emission per unit mass. Some hydrocarbons, such as n-butane, become important because of their mass emission although they may not appear so according to their OH reactivity.

8. Tables 2 and 3 show the impacts of individual VOCs expressed as indices relative to the impact of a single species (ethylene) which is given an index of 100. They indicate how such indices, i.e. POCPs, may give guidance for assessing the impact of different VOC emission reductions.

9. Table 2 shows averaged POCPs for each major source category based on a central POCP estimate for each VOC species in each source category. Emission inventories independently determined in the United Kingdom and Canada have been used in this compilation and presentation. For many sources, e.g. motor vehicles, combustion installations, and many industrial processes, mixtures of hydrocarbons are emitted. Measures to reduce specifically the VOC compounds identified in the POCP approach as very reactive are in most cases unavailable. In practice, most of the possible reduction measures will reduce emissions by mass irrespective of their POCPs.

10. Table 3 compares a number of different weighting schemes for a selected range of VOC species. In assigning priorities within a national VOC control programme, a number of indices may be used to focus on particular VOCs. The simplest but least effective approach is

paramètres météorologiques. Les hydrocarbures très peu réactifs tels le méthane, le méthanol, l'éthane et certains hydrocarbures chlorés n'ont pratiquement aucune part dans ce processus. Il y a aussi des différences résultant des variations météorologiques entre des jours particuliers et sur l'ensemble de l'Europe. Les valeurs du PCOP dépendent implicitement de la façon dont on calcule les inventaires d'émissions. Il n'existe actuellement ni méthode ni information homogènes pour toute l'Europe. A l'évidence, la méthode du PCOP doit encore être améliorée.

6. Les émissions naturelles d'isoprène provenant des feuillus, associées aux oxydes d'azote (NO_x) provenant principalement de sources anthropiques, peuvent contribuer de façon importante à la formation d'ozone quand le temps est chaud en été dans les régions où les feuillus couvrent une vaste superficie.

7. Dans le tableau 1, les espèces de COV sont groupées selon leur importance dans la production de pics d'ozone lors des épisodes. Trois groupes ont été retenus. Le degré d'importance est exprimé sur la base de l'émission de COV par quantité globale unitaire. Certains hydrocarbures comme le n-butane prennent de l'importance en raison de la quantité globale émise, bien qu'ils puissent paraître peu importants d'après leur réactivité avec les radicaux OH.

8. Les tableaux 2 et 3 montrent l'impact de différents COV exprimé en indices par rapport à l'impact d'une espèce (l'éthylène) à laquelle est attribué l'indice 100. Ils montrent comment ces indices, c'est-à-dire les PCOP, peuvent orienter l'évaluation de l'impact de différentes réductions des émissions de COV.

9. Le tableau 2 indique le PCOP moyen pour chaque grande catégorie de sources sur la base d'une estimation centrale du PCOP pour chaque espèce de COV dans chaque catégorie de source. Pour établir et présenter ce tableau, on a utilisé des inventaires d'émissions établis de manière indépendante au Royaume-Uni et au Canada. Pour beaucoup de sources, par exemple les véhicules à moteur, les installations de combustion et de nombreux procédés industriels, il y a des émissions de mélanges d'hydrocarbures. Dans la plupart des cas, il n'existe pas de mesures visant à diminuer spécifiquement les COV définis comme très réactifs dans le cadre de la méthode du PCOP. Dans la pratique, la plupart des mesures de réduction possibles diminueront les émissions par quantités globales quel que soit leur PCOP.

10. Dans le tableau 3 sont comparés différents systèmes de pondération pour un certain nombre d'espèces de COV. Pour établir un ordre de priorité dans un programme national de lutte contre les COV, on peut utiliser un certain nombre d'indices relatifs à des COV particuliers. La méthode la plus simple mais la moins efficace consiste

to focus on the relative mass emission, or relative ambient concentration.

Table 1. Classification of VOCs into three groups according to their importance in episodic ozone formation

<i>More important</i>	
Alkenes	
Aromatics	
Alkanes	> C6 alkanes except 2,3 dimethylpentane
Aldehydes	All aldehydes except benzaldehyde
Biogenics	Isoprene
<i>Less important</i>	
Alkanes	C3 - C5 alkanes and 2,3 dimethylpentane
Ketones	Methyl ethyl ketone and methyl t-butyl ketone
Alcohols	Ethanol
Esters	All esters except methyl acetate
<i>Least important</i>	
Alkanes	Methane and ethane
Alkynes	Acetylene
Aromatics	Benzene
Aldehydes	Benzaldehyde
Ketones	Acetone
Alcohols	Methanol
Esters	Methyl acetate
Chlorinated hydrocarbons	Methyl chloroform, Methyl chloride, Trichloroethylene and tetrachloroethylene

11. Relative weighting based in OH reactivity addresses some but by no means all of the important aspects of the atmospheric reactions which generate ozone in the presence of NO_x and sunlight. The SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) weightings address the situation in California. Because of differences in the model conditions appropriate to the Los Angeles basin and Europe, major differences in the fates of photochemical, labile species, such as aldehyde, result. POCPs calculated with photochemical models in the Netherlands, United States of America, United Kingdom, Sweden and by EMEP (MSC-W) address different aspects of the ozone problem in Europe.

12. Some of the less-reactive solvents cause other problems, e.g. they are extremely harmful to human health, difficult to handle, persistent, can cause negative environmental effects at other levels (e.g. in the free troposphere of the stratosphere). In many cases

à privilégier l'émission de quantités relatives, c'est-à-dire la concentration relative dans l'air ambiant.

Tableau 1. Classification des COV en trois groupes selon leur importance dans la formation des épisodes d'ozone

<i>Assez importants</i>	
Alcènes	
Aromatiques	
Alcanes	Les alcanes > C6 sauf le diméthyl-2,3 pentane
Aldéhydes	Tous les aldéhydes sauf le benzaldéhyde
COV naturels	Isoprène
<i>Peu importants</i>	
Alcanes	Alcanes en C3 à C5 et diméthyl-2,3 pentane
Cétones	Méthyléthylcétone et méthyl t-butylcétone
Alcools	Ethanol
Esters	Tous les esters sauf l'acétate de méthyle
<i>Très peu importants</i>	
Alcanes	Méthane et éthane
Alcynes	Acétylène
Aromatiques	Benzène
Aldéhydes	Benzaldéhyde
Cétones	Acétone
Alcools	Méthanol
Esters	Acétate de méthyle
Hydrocarbures chlorés	Méthylchloroforme, chlorure de méthylène, trichloroéthylène et tétrachloroéthylène

11. La pondération relative fondée sur la réactivité avec les radicaux OH tient compte de quelques-uns (mais certainement pas de la totalité) des aspects importants des réactions atmosphériques qui produisent de l'ozone en présence de NO_x et de lumière solaire. Les pondérations SAPRC (Statewide Air Pollution Research Centre) correspondent à la situation en Californie. Les conditions des modèles qui conviennent pour la cuvette de Los Angeles et celles qui conviennent pour l'Europe n'étant pas les mêmes, les espèces photochimiquement labiles comme les aldéhydes évoluent très différemment. Les PCOP calculés à l'aide de modèles photochimiques aux Etats-Unis d'Amérique, aux Pays-Bas, au Royaume-Uni et en Suède ainsi que dans le cadre de l'EMEP (CSM-O) prennent en compte des aspects différents du problème de l'ozone en Europe.

12. Certains des solvants moins réactifs posent d'autres problèmes: ils sont, par exemple, extrêmement préjudiciables à la santé de l'homme, difficiles à manipuler, tenaces, et peuvent avoir des effets négatifs sur l'environnement à d'autres niveaux (notamment dans la

the best available technology for reducing solvent emission is the application of non-solvent using systems.

13. Reliable VOC emission inventories are essential to the formulation of any cost-effective VOC control policies and in particular those based on the POCP approach. National VOC emissions should therefore be specified according to sectors, at least following guidelines specified by the Executive Body, and should as far as possible be complemented by data on species and time variations of emissions.

Table 2. Sectoral POCPs of the various emission sectors and the percentage by mass of VOCs in each ozone creation class

Sector	Sectoral POCP		Percentage mass in each ozone creation class			
	Canada	United Kingdom	More Important	Less Important	least	Unknown
Petrolengined vehicle exhaust	63	61	76	16	7	1
Diesel vehicle exhaust	60	59	38	19	3	39
Petrol-engined vehicle evaporation	-	51	57	29	2	12
Other transport	63	-	-	-	-	-
Stationary combustion	-	54	34	24	24	18
Solvent usage	42	40	49	26	21	3
Surface coating	48	51	-	-	-	-
Industrial process emissions	45	32	4	41	0	55
Industrial chemicals	70	63	-	-	-	-
Petroleum refining and distribution	54	45	55	42	1	2
Natural gas leakage	-	19	24	8	66	2
Agriculture	-	40	-	-	100	-
Coal mining	-	0	-	-	100	-
Domestic waste landfill	-	0	-	-	100	-
Dry cleaning	29	-	-	-	-	-

troposphère libre ou la stratosphère). Dans bien des cas, la meilleure technique disponible pour réduire les émissions de solvants consiste à appliquer des systèmes qui n'utilisent pas de solvants.

13. Des inventaires fiables des émissions de COV sont indispensables pour pouvoir élaborer des politiques de lutte contre les COV qui soient efficaces par rapport à leur coût, en particulier quand il s'agit de politiques fondées sur la méthode du PCOP. Les données nationales sur les émissions de COV devraient donc être ventilées par secteurs, en suivant tout au moins les directives spécifiées par l'Organe directeur, et devraient être complétées autant que possible par des données sur les espèces de COV et les variations des émissions dans le temps.

Tableau 2. PCOP des divers secteurs d'émission et pourcentage de COV par quantité globale dans chaque classe de création d'ozone

Secteur	PCOP par secteur		Quantité globale dans chaque classe de création d'ozone (en %)			
	Canada	Royaume-Uni	Assez	Peu importante	Très peu	Inconnue
Gaz d'échappement des moteurs à essence	63	61	76	16	7	1
Gaz d'échappement des moteurs diesel	60	59	38	19	3	39
Evaporation d'essence des véhicules	-	51	57	29	2	12
Autres moyens de transport	63	-	-	-	-	-
Combustion fixe	-	54	34	24	24	18
Application de solvants	42	40	49	26	21	3
Revêtements de surface	48	51	-	-	-	-
Emissions des procédés industriels	45	32	4	41	0	55
Produits chimiques industriels	70	63	-	-	-	-
Raffinage et distribution du pétrole	54	45	55	42	1	2
Fuites de gaz naturel	-	19	24	8	66	2
Agriculture	-	40	-	-	100	-
Extraction du charbon	-	0	-	-	100	-
Décharges d'ordures ménagères	-	0	-	-	100	-
Nettoyage à sec	29	-	-	-	-	-

Sector	Sectoral POCP		Percentage mass in each ozone creation class			
	Canada	United Kingdom	More Important	Less	least	Unknown
Wood combustion	55	-	-	-	-	-
Slash burn	58	-	-	-	-	-
Food industry	-	37	-	-	-	-

Secteur	PCOP par secteur		Quantité globale dans chaque classe de création d'ozone (en %)			
	Canada	Royaume-Uni	Assez	Peu importante	Très peu	Inconnue
Combustion du bois	55	-	-	-	-	-
Agriculture sur brûlis	58	-	-	-	-	-
Industrie alimentaire	-	37	-	-	-	-

Table 3. Comparison between weighting schemes (expressed relative to ethylene = 100) for 85 VOC species

VOC	OH Scale	Canada by mass	SAPRC MIR	UK POCP	UK range	Sweden max. diff. 0-4 days	EMEP	LOTOS	
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
Methane	0.1	-	0	0.7	0-3	-	-	-	-
Ethane	3.2	91.2	2.7	8.2	2-30	17.3	12.6	5-24	6-25
Propane	9.3	100	6.2	42.1	16-124	60.4	50.3	-	-
n-Butane	15.3	212	11.7	41.4	15-115	55.4	46.7	22-85	25-87
i-Butane	14.2	103	15.7	31.5	19-59	33.1	41.1	-	-
n-Pentane	19.4	109	12.1	40.8	9-105	61.2	29.8	-	-
i-Pentane	18.8	210	16.2	29.6	12-68	36.0	31.4	-	-
n-Hexane	22.5	71	11.5	42.1	10-151	78.4	45.2	-	-
2-Methylpentane	22.2	100	17.0	52.4	19-140	71.2	52.9	-	-
3-Methylpentane	22.6	47	17.7	43.1	11-125	64.7	40.9	-	-
2,2-Dimethylbutane	10.5	-	7.5	25.1	12-49	-	-	-	-
2,3-Dimethylbutane	25.0	-	13.8	38.4	25-65	-	-	-	-
n-Heptane	25.3	41	9.4	52.9	13-165	79.1	51.8	-	-
2-Methylhexane	18.4	21	17.0	49.2	11-159	-	-	-	-
3-Methylhexane	18.4	24	16.0	49.2	11-157	-	-	-	-
n-Octane	26.6	-	7.4	49.3	12-151	69.8	46.1	-	-
2-Methylheptane	26.6	-	16.0	46.9	12-146	69.1	45.7	-	-
n-Nonane	27.4	-	6.2	46.9	10-148	63.3	35.1	-	-
2-Methyloctane	27.3	-	13.2	50.5	12-147	66.9	45.4	-	-
n-Decane	27.6	-	5.3	46.4	8-156	71.9	42.2	-	-
2-Methylnonane	27.9	-	11.7	44.8	8-153	71.9	42.3	-	-
n-Undecane	29.6	21	4.7	43.6	8-144	66.2	38.6	-	-
n-Duodecane	28.4	-	4.3	41.2	7-138	57.6	31.1	-	-
Methylcyclohexane	35.7	18	22.3	-	-	40.3	38.6	-	-

Tableau 3. Comparaison entre les systèmes de pondération (par rapport à l'éthylène = 100) pour 85 espèces de COV

COV	Echelle	Canada	SAPRC	PCOP	Intervalle	Suède	EMEP	LOTOS	
	OH	par quantité globale	RDM	Royaume- Uni	du PCOP Royaume- Uni	différence 0-4 jours maximale			
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
Méthane	0.1	-	0	0.7	0-3	-	-	-	
Ethane	3.2	91.2	2.7	8.2	2-30	17.3	12.6	5-24	6-25
Propane	9.3	100	6.2	42.1	16-124	60.4	50.3	-	-
n-Butane	15.3	212	11.7	41.4	15-115	55.4	46.7	22-85	25-87
i-Butane	14.2	103	15.7	31.5	19-59	33.1	41.1	-	-
n-Pentane	19.4	109	12.1	40.8	9-105	61.2	29.8	-	-
i-Pentane	18.8	210	16.2	29.6	12-68	36.0	31.4	-	-
n-Hexane	22.5	71	11.5	42.1	10-151	78.4	45.2	-	-
Méthylpentane-2	22.2	100	17.0	52.4	19-140	71.2	52.9	-	-
Méthylpentane-3	22.6	47	17.7	43.1	11-125	64.7	40.9	-	-
Diméthylbutane-2,2	10.5	-	7.5	25.1	12-49	-	-	-	-
Diméthylbutane-2,3	25.0	-	13.8	38.4	25-65	-	-	-	-
n-Heptane	25.3	41	9.4	52.9	13-165	79.1	51.8	-	-
Méthylhexane-2	18.4	21	17.0	49.2	11-159	-	-	-	-
Méthylhexane-3	18.4	24	16.0	49.2	11-157	-	-	-	-
n-Octane	26.6	-	7.4	49.3	12-151	69.8	46.1	-	-
Méthylheptane-2	26.6	-	16.0	46.9	12-146	69.1	45.7	-	-
n-Nonane	27.4	-	6.2	46.9	10-148	63.3	35.1	-	-
Méthyl-octane-2	27.3	-	13.2	50.5	12-147	66.9	45.4	-	-
n-Decane	27.6	-	5.3	46.4	8-156	71.9	42.2	-	-
Méthyl-nonane-2	27.9	-	11.7	44.8	8-153	71.9	42.3	-	-
n-Undecane	29.6	21	4.7	43.6	8-144	66.2	38.6	-	-
n-Duodécane	28.4	-	4.3	41.2	7-138	57.6	31.1	-	-
Méthylcyclohexane	35.7	18	22.3	-	-	40.3	38.6	-	-

VOC	OH Scale	Canada by mass	SAPRC MIR	UK POCP	UK range	Sweden max. diff. 0-4 days		EMEP	LOTOS
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
Methylene chloride	-	-	-	1	0-3	0	0	-	-
Chloroform	-	-	-	-	-	0.7	0.4	-	-
Methyl chloroform	-	-	-	0.1	0-1	0.2	0.2	-	-
Trichloroethylene	-	-	-	6.6	1-13	8.6	11.1	-	-
Tetrachloroethylene	-	-	-	0.5	0-2	1.4	1.4	-	-
Allyl chloride	-	-	-	-	-	56.1	48.3	-	-
Methanol	10.9	-	7	12.3	9-21	16.5	21.3	-	-
Ethanol	25.5	-	15	26.8	4-89	44.6	22.5	9-58	20-71
i-Propanol	30.6	-	7	-	-	17.3	20.3	-	-
Butanol	38.9	-	30	-	-	65.5	21.4	-	-
i-Butanol	45.4	-	14	-	-	38.8	25.5	-	-
Ethylene glycol	41.4	-	21	-	-	-	-	-	-
Propylene glycol	55.2	-	18	-	-	-	-	-	-
But-2-diol	-	-	-	-	-	28.8	6.6	-	-
Dimethyl ether	22.3	-	11	-	-	28.8	34.3	-	-
Methyl-t-butyl ether	11.1	-	8	-	-	-	-	-	-
Ethyl-t-butyl ether	25.2	-	26	-	-	-	-	-	-
Acetone	1.4	-	7	17.8	10-27	17.3	12.4	-	-
Methyl ethyl ketone	5.5	-	14	47.3	17-80	38.8	17.8	-	-
Methyl-i-butyl ketone	-	-	-	-	-	67.6	31.8	-	-
Methyl acetate	-	-	-	2.5	0-7	5.8	6.7	-	-
Ethyl acetate	-	-	-	21.8	11-56	29.5	29.4	-	-
i-Propyl acetate	-	-	-	21.5	14-36	-	-	-	-
n-Butyl acetate	-	-	-	32.3	14-91	43.9	32.0	-	-

COV	Echelle	Canada par quantité globale	SAPRC	PCOP	Intervalle	Suède	EMEP	LOTOS	
	OH		RDM	Royaume- Uni	du PCOP Royaume- Uni	différence 0-4 jours maximale			
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
Chlorure de méthylène	-	-	-	1	0-3	0	0	-	-
Chloroforme	-	-	-	-	-	0.7	0.4	-	-
Chloroforme méthylé	-	-	-	0.1	0-1	0.2	0.2	-	-
Trichloroéthylène	-	-	-	6.6	1-13	8.6	11.1	-	-
Tétrachloroéthylène	-	-	-	0.5	0-2	1.4	1.4	-	-
Chlorure d'allyle	-	-	-	-	-	56.1	48.3	-	-
Méthanol	10.9	-	7	12.3	9-21	16.5	21.3	-	-
Ethanol	25.5	-	15	26.8	4-89	44.6	22.5	9-58	20-71
i-Propanol	30.6	-	7	-	-	17.3	20.3	-	-
Butanol	38.9	-	30	-	-	65.5	21.4	-	-
i-Butanol	45.4	-	14	-	-	38.8	25.5	-	-
Ethylène-glycol	41.4	-	21	-	-	-	-	-	-
Propylène-glycol	55.2	-	18	-	-	-	-	-	-
But-2-diol	-	-	-	-	-	28.8	6.6	-	-
Ether méthylique	22.3	-	11	-	-	28.8	34.3	-	-
Ether méthyl-t-butyle	11.1	-	8	-	-	-	-	-	-
Ether éthyl-t-butyle	25.2	-	26	-	-	-	-	-	-
Acétone	1.4	-	7	17.8	10-27	17.3	12.4	-	-
Méthyléthylcétone	5.5	-	14.	47.3	17-80	38.8	17.8	-	-
Méthyl-i-butyle cétone	-	-	-	-	-	67.6	31.8	-	-
Acétate de méthyle	-	-	-	2.5	0-7	5.8	6.7	-	-
Acétate d'éthyle	-	-	-	21.8	11-56	29.5	29.4	-	-
Acétate de i-propyle	-	-	-	21.5	14-36	-	-	-	-
Acétate de n-butyle	-	-	-	32.3	14-91	43.9	32.0	-	-

VOC	OH Scale	Canada by mass	SAPRC MIR	UK POCP	UK range	Sweden max. diff. 0-4 days		EMEP	LOTOS
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
i-Butyl acetate	-	-	-	33.2	21-59	28.8	35.3	-	-
Propylene glycol methyl Ether	-	-	-	-	-	77.0	49.1	-	-
Propylene glycol methyl Ether acetate	-	-	-	-	-	30.9	15.7	-	-
Ethylene	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Propylene	217	44	125	103	75-163	73.4	59.9	69-138	55-120
1-Butene	194	32	115	95.9	57-185	79.9	49.5	-	-
2-Butene	371	-	136	99.2	82-157	78.4	43.6	-	-
1-Pentene	148	-	79	105.9	40-288	72.7	42.4	-	-
2-Pentene	327	-	79	93.0	65-160	77.0	38.1	-	-
2-Methyl-1-butene	300	-	70	77.7	52-113	69.1	18.1	-	-
2-Methyl-2-butene	431	24	93	77.9	61-102	93.5	45.3	-	-
3-Methyl-1-butene	158	-	79	89.5	60-154	-	-	-	-
Isobutene	318	50	77	64.3	58-76	79.1	58.0	-	-
Isoprene	515	-	121	-	-	53.2	58.3	-	-
Acetylene	10.4	82	6.8	16.8	10-42	27.3	36.8	-	-
Benzene	5.7	71	5.3	18.9	11-45	31.7	40.2	-	-
Toluene	23.4	218	34	56.3	41-83	44.6	47.0	-	-
o-Xylene	48.3	38	87	66.6	41-97	42.4	16.7	54-112	26-67
m-Xylene	80.2	53	109	99.3	78-135	58.3	47.4	-	-
p-Xylene	49.7	53	89	88.8	63-180	61.2	47.2	-	-
Ethylbenzene	25	32	36	59.3	35-114	53.2	50.4	-	-

COV	Echelle	Canada	SAPRC	PCOP	Intervalle	Suède	EMEP	LOTOS	
	OH	par	RDM	Royaume-	du PCOP	différence 0-4 jours			
	[a]	quantité	[c]	Uni	Royaume-	maximale	[h]	[i]	
	[a]	[b]	[c]	[d]	Uni	[f]	[g]	[h]	
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	
Acétate de i-butyle	-	-	-	33.2	21-59	28.8	35.3	-	-
Ether de propylène glycol méthyle	-	-	-	-	-	77.0	49.1	-	-
Acétate d'éther de propylène-glycol méthyle	-	-	-	-	-	30.9	15.7	-	-
Ethylène	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Propylène	217	44	125	103	75-163	73.4	59.9	69-138	55-120
Butène-1	194	32	115	95.9	57-185	79.9	49.5	-	-
Butène-2	371	-	136	99.2	82-157	78.4	43.6	-	-
Pentène-1	148	-	79	105.9	40-288	72.7	42.4	-	-
Pentène-2	327	-	79	93.0	65-160	77.0	38.1	-	-
Méthyl-2 butène-1	300	-	70	77.7	52-113	69.1	18.1	-	-
Méthyl-2 butène-2	431	24	93	77.9	61-102	93.5	45.3	-	-
Méthyl-3 butène-1	158	-	79	89.5	60-154	-	-	-	-
Isobutène	318	50	77	64.3	58-76	79.1	58.0	-	-
Isoprène	515	-	121	-	-	53.2	58.3	-	-
Acétylène	10.4	82	6.8	16.8	10-42	27.3	36.8	-	-
Benzène	5.7	71	5.3	18.9	11-45	31.7	40.2	-	-
Toluène	23.4	218	34	56.3	41-83	44.6	47.0	-	-
o-Xylène	48.3	38	87	66.6	41-97	42.4	16.7	54-112	26-67
m-Xylène	80.2	53	109	99.3	78-135	58.3	47.4	-	-
p-Xylène	49.7	-53	89	88.8	63-180	61.2	47.2	-	-
Ethylbenzène	25	32	36	59.3	35-114	53.2	50.4	-	-

VOC	OH Scale	Canada by mass	SAPRC MIR	UK POCP	UK range	Sweden max. diff. 0-4 days	EMEP	LOTOS	
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
1,2,3-Trimethyl benzene	89	-	119	117	76-175	69.8	29.2	-	-
1,2,4-Trimethyl benzene	107	44	119	120	86-176	68.3	33.0	-	-
1,3,5-Trimethyl benzene	159	-	140	115	74-174	69.1	33.0	-	-
o-Ethyltoluene	35	-	96	66.8	31-130	59.7	40.8	-	-
m-Ethyltoluene	50	-	96	79.4	41-140	62.6	40.1	-	-
p-Ethyltoluene	33	-	96	72.5	36-135	62.6	44.3	-	-
n-Propylbenzene	17	-	28	49.2	25-110	51.1	45.4	-	-
i-Propylbenzene	18	-	30	56.5	35-105	51.1	52.3	-	-
Formaldehyde	104	-	117	42.1	22-58	42.4	26.1	-	-
Acetaldehyde	128	-	72	52.7	33-122	53.2	18.6	-	-
Propionaldehyde	117	-	87	60.3	28-160	65.5	17.0	-	-
Butyraldehyde	124	-	-	56.8	16-160	64.0	17.1	-	-
i-Butyraldehyde	144	-	-	63.1	38-128	58.3	30.0	-	-
Valeraldehyde	112	-	-	68.6	0-268	61.2	32.1	-	-
Acrolein	-	-	-	-	-	120.1	82.3	-	-
Benzaldehyde	43	-	-10	-33.4	-82-(-12)	-	-	-	-

[a] OH + VOC rate coefficient divided by molecular weight.

[b] Ambient VOC concentrations at 18 sites in Canada expressed on mass basics.

[c] Maximum Incremental Reactivity (MIR) based on California scenarios; Statewide Air Pollution Research Centre, Los Angeles, USA.

[d] Average POCP based on three scenarios and 9 days; FRG-Ireland, France-Sweden and UK.

[e] Range of POCPs based on three scenarios and 11 days.

[f] POCPs calculated for a single source in Sweden producing maximum ozone difference.

COV	Echelle	Canada	SAPRC	PCOP	Intervalle	Suède	EMEP	LOTOS	
	OH	par quantité globale	RDM	Royaume- Uni	du PCOP Royaume- Uni	différence 0-4 jours maximale			
	[a]	[b]	[c]	[d]	[e]	[f]	[g]	[h]	[i]
Triméthyl-1,2,3 benzène	89	-	119	117	76-175	69.8	29.2	-	-
Triméthyl-1,2,4 benzène	107	44	119	120	86-176	68.3	33.0	-	-
Triméthyl-1,3,5 benzène	159	-	140	115	74-174	69.1	33.0	-	-
o-Ethyltoluène	35	-	96	66.8	31-130	59.7	40.8	-	-
m-Ethyltoluène	50	-	96	79.4	41-140	62.6	40.1	-	-
p-Ethyltoluène	33	-	96	72.5	36-135	62.6	44.3	-	-
n-Propylbenzène	17	-	28	49.2	25-110	51.1	45.4	-	-
i-Propylbenzène	18	-	30	56.5	35-105	51.1	52.3	-	-
Formaldéhyde	104	-	117	42.1	22-58	42.4	26.1	-	-
Acétaldéhyde	128	-	72	52.7	33-122	53.2	18.6	-	-
Propionaldéhyde	117	-	87	60.3	28-160	65.5	17.0	-	-
Butyraldéhyde	124	-	-	56.8	16-160	64.0	17.1	-	-
i-Butyraldéhyde	144	-	-	63.1	38-128	58.3	30.0	-	-
Valéraldéhyde	112	-	-	68.6	0-268	61.2	32.1	-	-
Acroléïne	-	-	-	-	-	120.1	82.3	-	-
Benzaldéhyde	43	-	-10	-33.4	-82(-12)	-	-	-	-

[a] Coefficient d'activité COV + OH divisé par le poids moléculaire.

[b] Concentrations de COV dans l'air ambiant dans 18 stations du Canada, pour des quantités globales de base.

[c] Réactivité différentielle maximale (RDM) d'après les scénarios californiens, Statewide Air Pollution Research Centre (Los Angeles, Etats-Unis).

[d] PCOP moyen, sur la base de trois scénarios et neuf jours; République fédérale d'Allemagne-Irlande, France-Suède et Royaume-Uni.

[e] Intervalle des PCOP, sur la base de trois scénarios et onze jours.

[f] PCOP calculés pour une seule source en Suède produisant une différence maximale d'ozone.

- [g] POCPs calculated for a single source in Sweden using average difference in ozone over 4 days.
 [h] Range (5th–95th percentile) of POCPs calculated over EMEP grid.
 [i] Range (20th–80th percentile) of POCPs calculated over LOTOS grid.

$$\text{POCP} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} \times 100$$

- where (a) – Change in photochemical oxidant formation due to a change in a VOC emission
 (b) – Integrated VOC emission up to that time
 (c) – Change in photochemical oxidant formation due to a change in ethylene emissions
 (d) – Integrated ethylene emission up to that time

It is a quantity derived from a photochemical ozone model by following the photochemical ozone production with and without the presence of an individual hydrocarbon. The difference in ozone concentrations between such pairs of model calculations is a measure of the contribution that VOC makes in ozone formation.

- [g] PCOP calculés pour une seule source en Suède utilisant une différence moyenne de l'ozone sur quatre jours.
- [h] Intervalle (du 5ème au 95ème centile) des PCOP calculés sur le quadrillage EMEP.
- [i] Intervalle (du 20ème au 80ème centile) des PCOP calculés sur le quadrillage LOTOS.

$$P_{cop} = \frac{(a : c)}{(b - d)} 100$$

- (a) = modification dans la formation d'oxydants photochimiques due à un changement dans une émission de COV.
- (b) = émission intégrée du COV jusqu'à ce point chronologique.
- (c) = modification dans la formation d'oxydants photochimique due à un changement dans les émissions d'éthylène.
- (d) = émission intégrée d'éthylène jusqu'à ce point chronologique.

On tire cette quantité d'un modèle de l'ozone photochimique en suivant la production d'ozone photochimique en présence et en l'absence d'un hydrocarbure particulier. La différence des concentrations d'ozone entre ces paires de calculs sur modèle constitue une mesure de la contribution de ce COV à la formation d'ozone.

D. PARLEMENT

Het Protocol behoeft ingevolge artikel 91 van de Grondwet de goedkeuring van de Staten-Generaal, alvorens het Koninkrijk door het Protocol kan worden gebonden.

E. BEKRACHTIGING

Bekrachtiging, aanvaarding of goedkeuring van het Protocol is voorzien in artikel 14.

G. INWERKINGTREDING

De bepalingen van het Protocol zullen ingevolge artikel 16, eerste lid, in werking treden op de negentigste dag volgend op de datum waarop de zestiende akte van bekrachtiging, aanvaarding, goedkeuring of toetreding is nedergelegd.

J. GEGEVENS

Van het op 13 november 1979 te Genève tot stand gekomen Verdrag betreffende grensoverschrijdende luchtverontreiniging over lange afstand, ter uitvoering van welk Verdrag het onderhavige Protocol strekt, zijn tekst en vertaling geplaatst in *Trb.* 1980, 21; zie ook, laatstelijk, *Trb.* 1984, 57.

Van het op 22 juli 1946 te New York tot stand gekomen Statuut van de Wereldgezondheidsorganisatie, naar welke Organisatie wordt verwezen in de preambule tot het onderhavige protocol, zijn tekst en vertaling bekendgemaakt in *Stb.* I 182; zie ook, laatstelijk, *Trb.* 1986, 162.

Van het op 28 september 1984 te Genève tot stand gekomen Protocol bij bovengenoemd Verdrag van 1979 aangaande de langlopende financiering van het Programma voor samenwerking inzake de bewaking en evaluatie van het transport van luchtverontreinigende stoffen over lange afstand in Europa (EMEP), naar welk Protocol in artikel 1, vierde lid, van het onderhavige Protocol wordt verwezen, zijn tekst en vertaling geplaatst in *Trb.* 1984, 157; zie ook *Trb.* 1988, 8.

Van het op 26 juni 1945 te San Francisco tot stand gekomen Handvest der Verenigde Naties, naar welke Organisatie onder meer wordt verwezen in artikel 13 van het onderhavige Protocol is de tekst geplaatst in *Trb.* 1979, 37 en de herziene vertaling in *Trb.* 1987, 113; zie ook, laatstelijk, *Trb.* 1992, 79.

Van de op 20 maart 1958 te Genève tot stand gekomen Overeenkomst betreffende het aannemen van eenvormige goedkeuringsvoorwaarden en de wederzijdse erkenning van goedkeuring van uitrustingsstukken en onderdelen van motorrijtuigen, naar welke Overeen-

komst in bijlage III, paragraaf 15, van het onderhavige Protocol wordt verwezen zijn tekst en vertaling geplaatst in *Trb.* 1959, 83; zie ook, laatstelijk, *Trb.* 1985, 121.

Uitgegeven de *negenentwintigste* juni 1992.

De Minister van Buitenlandse Zaken,

H. VAN DEN BROEK